



N° Ref :.....

Centre Universitaire de Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département de science et technologie

Mémoire préparé En vue de l'obtention du diplôme de Master

En : - Filière: Biologie

- **Spécialité:** Biologie Appliquée et Environnement

- **Option:** Gestion et fonctionnement des écosystèmes
aquatiques et forestières

Thème

***L'EVALUATION PHYSICO-CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DE LA
QUALITE DES EAUX DE L'OUED ENDJA***

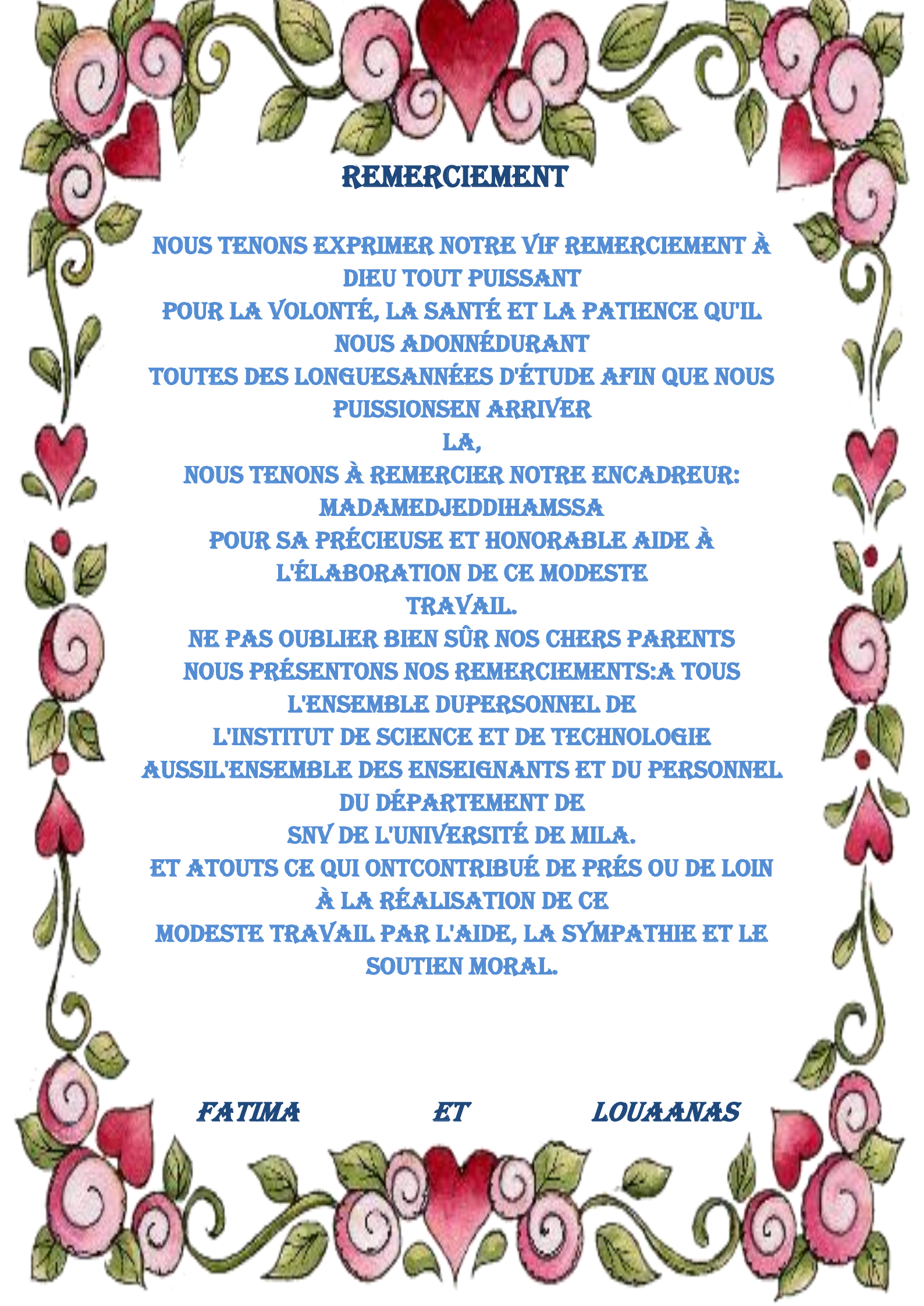
Préparé par : BOUHANNECHE Fatima

HAMMADA Louanas

Soutenue devant le jury :

- | | | |
|----------------------------------|-----|------------------------------|
| - Président : KHERIEF N Saliha. | MAA | Centre Universitaire De Mila |
| - Examineur : BOUDJAHM Ibtissam. | MAA | Centre Universitaire De Mila |
| - Promoteur : DJEDDI Hamssa. | MAA | Centre Universitaire De Mila |

Année universitaire:2013/2014



REMERCIEMENT

NOUS TENONS EXPRIMER NOTRE VIF REMERCIEMENT À
DIEU TOUT PUISSANT
POUR LA VOLONTÉ, LA SANTÉ ET LA PATIENCE QU'IL
NOUS A DONNÉ DURANT
TOUTES CES LONGUES ANNÉES D'ÉTUDE AFIN QUE NOUS
PUSSIONS EN ARRIVER

LA,

NOUS TENONS À REMERCIER NOTRE ENCADREUR:
MADAME DJEDDI HAMSSA
POUR SA PRÉCIEUSE ET HONORABLE AIDE À
L'ÉLABORATION DE CE MODESTE
TRAVAIL.

NE PAS OUBLIER BIEN SÛR NOS CHERS PARENTS
NOUS PRÉSENTONS NOS REMERCIEMENTS: À TOUS
L'ENSEMBLE DU PERSONNEL DE
L'INSTITUT DE SCIENCE ET DE TECHNOLOGIE
AUSSI L'ENSEMBLE DES ENSEIGNANTS ET DU PERSONNEL
DU DÉPARTEMENT DE
SNV DE L'UNIVERSITÉ DE MILA.
ET À TOUTS CE QUI ONT CONTRIBUÉ DE PRÈS OU DE LOIN
À LA RÉALISATION DE CE
MODESTE TRAVAIL PAR L'AIDE, LA SYMPATHIE ET LE
SOUTIEN MORAL.

FATIMA

ET

LOUANNAS

Table des matières

Introduction	1
---------------------------	---

Chapitre I: Généralité sur la pollution des eaux

I) Généralité sur l'eau	3
I.1. Définition de l'eau	3
I.2. Les types des eaux	3
2.1 Eaux de surface	3
2.2 Eaux souterraines	3
I.3. Utilisations de l'Eau.....	4
3.1 Utilisation de l'eau dans l'industrie	4
3.2 Utilisation de l'eau en agriculture.....	4
3.3 Autres utilisations.....	4
I.4. Composition des eaux naturelles	5
I.5. cycle naturel de l'eau	5
I.6. La pollution de l'eau	7
6.1. Définition	7
6.2. Les différents types de pollution des eaux	7
6.2.1 Pollution organique.....	8
6.2.1.1- Les pollutions organiques facilement biodégradables.....	8
6.2.1.2. Les pollutions organiques difficilement biodégradables.....	8
6.2.1.3. Les pollutions organiques toxiques	8
6.2.2. La pollution chimique	9
6.2.3. Pollution biologique	9
6.2.3.1. Les microorganismes polluants	9
6.2.3.2. Les matières organiques	10
6.3. Mode de contamination des milieux aquatiques	10
6.3.1. Eaux superficielles.....	10
6.3.2. Eaux souterraines	12
6.4. Origine des pollutions.....	12
6.4.1. la pollution domestique.....	12
6.4.2. la pollution industrielle	13
6.4.3. la pollution agricole	13
6.4.4. les phénomènes naturels	14

6.5. Les différents types de polluants	14
6.5.1 Pollution par les métaux lourds	14
6.5.2. Pollution de l'eau par les matières organiques fermentescibles.....	14
6.5.3. Pollution par les Polychlorobiphényle (PCB)	15
6.5.4. Pollution par les hydrocarbures	15
6.5.5. Pollution bactériologique	15
6.5.6. Les infiltrations de pesticides.....	16
6.5.7. Les dérivés chlorés	16
6.5.8. L'augmentation de la concentration des matières en suspension (MES).....	16
6.5.9. Pollution de l'eau par les composés organiques persistants.....	16
6.6. Conséquence de la pollution.....	16

Chapitre II : L'évaluation de la qualité des eaux

II.1. Les paramètres physico-chimiques.....	19
1.1. Température	19
1.2. pH.....	19
1.3. Conductivité électrique.....	20
1.4. La dureté	20
1.5. L'oxygène dissous.....	20
1.6. L'odeur.....	21
1.7. La couleur	21
1.8. La demande chimique en oxygène (DCO)	21
1.9. La demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	21
II.2. La surveillance biologique	22
2.1. Les paramètres biologiques.....	22
2.2. Les Macroinvertébrés benthiques comme bioindicateurs	24
II.3. Mode de vie et régimes alimentaires des macroinvertébrés.....	26
II.4. Avantages de l'utilisation des Macroinvertébrés benthiques (MIB).....	26
II.5. quelques indices biotique.....	27
5.1. L'Indice Biologique Belge (IBB).....	27
5.2. L'Indice biologique global normalisé (IBGN)	29
5.3. Indice Biologique Diatomique (IBD)	29

Chapitre III: Matériel et méthodes

III.1. Présentation du bassin versant de l'Oued Ekebir	31
1.1. Présentation physique de la zone d'étude	31
1.2. Géologie de la zone d'étude	32
1.3. Les caractères climatiques	33
1.3.1. Les précipitations	34
1.3.2. La température	34
1.3.3. le Vents	34
1.4. Agriculture.....	34
III.2. Matériels et méthodes	35
2.1. Choix et localisation des sites de prélèvement	35
2.2. Matériel utilisé	37
2.3. Mesures physico-chimiques.....	37
2.3.1. La température.....	37
2.3.3. L'oxygène dissous	37
2.3.4. La conductivité électrique	37
2.4. Paramètres biologique	38
2.5. Matériel de prélèvement	38
2.6. Mode de prélèvement.....	38
2.7. Traitement et conservation des échantillons.....	39
2.8. Détermination des organismes	39
2.9. Détermination de l'indice biotique.....	40

Chapitre IV : Résultat et discussion

IV.1. Paramètres physico-chimiques des eaux	43
1.1. La température	43
1.2. Le pH	44
1.3. La conductivité	45
1.4. L'oxygène dissous	46
IV.2. Paramètres biologiques	47

Conclusion

Références bibliographiques

Résumé.

Liste des abréviations

CaCo₃	Carbonates
Ca⁺²	Calcium
DBO	Demande Biochimique en Oxygène
DBO₅	Demande Biologique d'Oxygène en 5 jours
DCO	Demande chimique en Oxygène
DDT	Dichloro-Diphényl-Trichloréthane
EC	Conductivité Electrique
EPT	Ephéméroptères, de Plécoptères et de Trichoptères
GI	Groupe indicateur
H₂O	L'eau
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
HCB	Hescachlorobenzène
H⁺	Concentration en ion d'hydrogène
IBGN	Indice Biologique Global Normalisé
IBB	Indice Biologique Belge
g	Gramme
K⁺	Ion potassium
mm	Millimètre
mg	Milligramme
m	Mètre
Mg²	Manganèses

MES	Matières en suspension
MIB	Macroinvertébrés benthiques
MOF	Matières Organique Fermentescibles
MO	Métier Organique
Na⁺	Ion sodium
Nm	Nanomètre
O₂	Oxygène
O.N.M	l'Office National de la Météorologie
PCB	Polychlorobiphényle
PH	Potentiel Hydrogène
POP	Polluants Organiques persistants
ppm	Partie par million
RNA	Ribo Acide Nucléique
SO₄²⁻	Sulfates dissous
US	Unité systématiques
µm	Micromètre
%	Pourcentage

Liste de figure

Figure (1)	Cycle de l'eau
Figure(2)	la pollution comment ça marche.
Figure (3)	Les pollutions accidentelles des eaux.
figure(4)	Les trois types des organismes pathogènes bactéries, parasites et virus.
Figure(5)	Effets généraux des polluants diffus sur les habitats aquatiques.
Figure(6)	Les ruissellements urbains.
Figure(7)	Les conséquences écologiques des insecticides.
Figure (8)	Les bioindicateurs des peuplements aquatiques, indique l'intensité de la pollution par leur présence/absence.
Figure (9)	Exemple de Mollusque Sphaeriidae.
Figure (10)	Ephémères aquatique des eaux douces.
Figure (11)	Différents stades de développement des invertébrés.
Figure (12)	Exemple d'échantillonnage dans une rivière de classe IBB.
Figure(13)	La présentation des zones d'étude.
Figure(14)	Les deux stations d'étude.
Figure(15)	Les sources de pollution pour la station ST1.
Figure(16)	Localisation de la station 1.
Figure(17)	Localisation de la station 2.
Figure(18)	Les deux types de filet Surber et Haveneau.
Figure(19)	Tableau de détermination des pollutions en fonction des indices biotiques.
Figure(20)	Le tableau utilisé pour le calcul de l'IBGN.
Figure(21)	Les variations des valeurs de température de l'Oued Endja.
Figure(22)	Les variations des valeurs de pH de l'Oued Endja.
Figure(23)	Les variations des valeurs de conductivité de l'Oued Endja.
Figure(24)	Les variations des valeurs d'oxygène dissous de l'Oued Endja.

Liste des tableaux

Tableau 1	pH et la vie aquatique.
------------------	-------------------------

Tableau 2	Les macroinvertébrés comme bioindicateurs.
------------------	--

Tableau 3	Evaluation de la qualité d'une eau de surface par l'IBB.
------------------	--

Tableau 4	Résultats de l'IBGN associés à une couleur.
------------------	---

Tableau 5	Les classes de qualité de l'eau en fonction de la valeur de l'IBD
------------------	---

Tableau 6	Limites de détermination des unités systématiques.
------------------	--

Tableau 7	Les variations des paramètres physico-chimiques pour les deux stations.
------------------	---

Tableau 8	Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température (Masson, 1988).
------------------	--

Tableau 9	Qualité des eaux en fonction de % de saturation en O ₂ .
------------------	---

Tableau 10	Liste des macroinvertébrés récoltés et calcul de l'indice biotique de l'oued Endjaselon Tuffry et Verneau et l'IBGN.
-------------------	--

Tableau 11	Résultats de l'IBGN associés à une couleur.
-------------------	---

Introduction

A l'heure actuelle et à l'échelle mondiale, on assiste à une intensification des activités industrielles et agricoles ainsi qu'à une augmentation rapide de la population. Ces activités ont introduit dans les hydro-systèmes (cours d'eau, nappes souterraines, lacs, estuaires, lagunes, océans...) des substances toxiques qui ont des répercussions néfastes sur l'environnement aquatique, mais aussi sur la santé humaine. Dans certains écosystèmes, ces substances peuvent être à l'origine de la disparition de certaines espèces animales et/ou végétales et par conséquent, entraînent le dysfonctionnement de la chaîne trophique (faible biodiversité...).

Tout accroissement d'activité de production, se traduit par une augmentation des déchets et s'il ya pas destruction, recyclage, il ya pollution.

L'eau est un élément majeur du monde minéral et biologique ; c'est un bien collectif qui met en jeu une multitude d'intérêts contradictoires. La gestion des milieux aquatiques doit prendre en compte l'eau, mais également le milieu physique et les activités humaines qui y sont associées. L'eau n'est pas seulement un ensemble de molécules H_2O , elle contient en réalité naturellement une très grande variété de matières dissoutes, inertes ou vivantes : des gaz, des substances minérales ou organiques, des microorganismes (bactéries, virus, plancton), ainsi que des particules en suspension (fines particules d'argiles, limons et déchets végétaux). Les caractéristiques topographiques, géologiques, pédologiques jouent un rôle important dans le comportement hydrologique.

La pollution de l'eau est un des aspects les plus inquiétants de la dégradation de ses qualités naturelles provoquées par l'homme et ses activités. Elle perturbe les conditions de vie et l'équilibre du milieu aquatique.

Le terme "invertébré aquatique" regroupe des organismes comme le plancton flottant, le necton nageur, des organismes associés aux plantes (le périphyton) et aux sédiments (le benthos) et les macroinvertébrés qui peuvent être utilisés comme un indicateur de pollution. Ils 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.

Une communauté biologique en équilibre avec son environnement se maintient de façon permanente. Donc toute modification de la composition de la communauté reflète des variations de son environnement.

L'objectif de notre travail est d'apprécier la qualité des eaux de l'oued Endja par la mesure de quelques paramètres physico-chimiques (température, pH, conductivité électrique, oxygène dissous), ainsi que des paramètres biologiques (le calcul de l'indice biotique « Ib »). Ce cours d'eau, une ressource hydrique très importante dans la wilaya de Mila, puisqu'il va alimenter le barrage de Béni Haroun d'où s'avère l'importance de préserver la qualité de ces eaux contre tout type de pollution.

I).Généralité sur l'eau

I.1. Définition de l'eau

L'eau, est un composé d'hydrogène-oxygène de formule chimique H_2O , plus particulièrement à l'état liquide.

Outre l'eau libre à la surface de la terre et la glace des glaciers, l'eau est l'un des composants majeurs de l'atmosphère et des organismes vivants dont elle est de 50 à 90% du poids. Indispensable à la vie, catalyseur de nombreuses réactions chimiques, c'est également le principal agent d'érosion et de sédimentation et donc un facteur déterminant de la formation des paysages.

Les philosophes anciens considéraient l'eau comme un élément de base caractérisant toutes les substances liquides. Les scientifiques n'abandonnèrent pas cette idée avant la seconde moitié du XVIIIe siècle (Belabed et *al.*, 2004).

I.2. Les types des eaux

Selon Laurent F et Dupont, (2011) il existe deux types des eaux : les eaux de surface et les eaux souterraines, leur dynamiques très différentes. La disponibilité des eaux de surface dépend des facteurs environnementaux présents sur le bassin versant alors que les eaux souterraines peuvent correspondre à une ressource de qualité, mais cette ressource est inégalement répartie sur le territoire.

2.1. Eaux de surface

Les eaux de surface continentales constituent une chaîne complexe de réservoirs en parallèle et en série qui communiquent entre eux dans l'espace et dans le temps.

Cours d'eau : L'eau qui transite dans les ruisseaux, les rivières et les fleuves constitue ce que l'on appelle l'écoulement (Aurèle, 2009).

2.2. Eaux souterraines

Les eaux souterraines, enfouies dans le sol, sont habituellement à l'abri des sources de pollution, puisque les caractéristiques de ces eaux varient très peu dans le temps. Les principales caractéristiques des eaux souterraines sont présentées ci-dessous : turbidité faible. Les eaux bénéficient d'une filtration naturelle dans le sol.

- ✓ contamination bactérienne.
- ✓ température constante, les eaux souterraines sont à l'abri du rayonnement solaire et de l'atmosphère.
- ✓ Indice de couleur faible, ne sont pas en contact avec les substances végétales.
- ✓ Débit constantes. La qualité et la quantité des eaux souterraines demeurent constantes durant toute l'année.
- ✓ Dureté souvent élevée. les eaux peuvent être en contact avec des formations rocheuses contenant des métaux bivalents (Mg^{+2} , Ca^{+2} ...) responsables de la dureté.
- ✓ concentration élevée de fer et de manganèses. Ces métaux, souvent présents dans le sol, sont facilement dissous lorsque l'eau ne contient pas d'oxygène dissous (Raymond, 1990).

I.3. Utilisations de l'Eau

3.1 Utilisation de l'eau dans l'industrie

Les qualités d'eau requises dépendent en particulier des usages de l'eau. Il est impossible de dresser une liste exhaustive de tous les usages que l'on peut faire de l'eau dans une usine. Tout au plus peut-on essayer de les regrouper dans les principales catégories. La diversité de ces utilisations et des exigences de qualité d'eau propres à chacune d'elles explique la complexité des problèmes de l'eau dans l'usine et des filières de traitement. Dans la mesure du possible, l'industriel et le constructeur rechercheront ensemble la meilleure solution technique, qui consistera souvent en un traitement centralisé de toute l'eau consommée dans l'usine, dénominateur commun de l'ensemble des besoins, en le complétant par des traitements spécifiques aux divers usages (Touati, 2002).

3.2. Utilisation de l'eau en agriculture

En agriculture, l'eau permet d'irriguer les cultures et de laver les produits avant la commercialisation (Gisèle, 2007).

L'eau d'irrigation a des effets sur la qualité des plantes et des sols : une eau salée déstabilise le sol, une eau chargée de résidus organiques ou métalliques nuit aux cultures. (Lothaire, 2000).

3.3. Autres utilisations

Outre l'industrie et l'agriculture, l'eau sert à plusieurs autres usages notamment :

- Les usages domestiques : boisson, bain, cuisine, vaisselle, lessive ;
- Les usages pastoraux ;

- Les usages institutionnels (écoles, hôpitaux...);
- L'environnement (débit des fleuves, besoins pour la vie aquatique);
- L'hydroélectricité;
- L'élimination des déchets solides et liquides;
- La pêche;
- La récréation;
- La navigation (Gisèle, 2007)

I.4. Composition des eaux naturelles

Les substances présentes dans l'eau peuvent être classées selon deux modes différents : Suivent leur nature chimique : organique ou minérale ; Suivent leur état physique : matières dissoutes, colloïdales ou en suspension. Ces distinctions sont arbitraires dans la mesure où, d'une part, une substance peut se trouver soit à l'état dissous, soit en suspension selon les conditions du milieu, et d'autre part, l'eau est le siège de phénomènes de dégradation biologique qui peuvent transformer des substances organiques en substances minérales (Frank, 2002).

I.5. cycle naturel de l'eau

Les substances présentes dans l'eau peuvent être classées selon deux modes différents : Suivent leur nature chimique : organique ou minérale ; Suivent leur état physique : matières dissoutes, colloïdales ou en suspension. Ces distinctions sont arbitraires dans la mesure où, d'une part, une substance peut se trouver soit à l'état dissous, soit en suspension selon les conditions du milieu, et d'autre part, l'eau est le siège de phénomènes de dégradation biologique qui peuvent transformer des substances organiques en substances minérales (Frank, 2002).

Il ne pouvait pas y avoir de vie sans eau, elle représente une partie considérable de masse de la plus part des organismes de toute les formes de vie, des bactéries aux plantes aux animaux utilise l'eau comme support de réaction chimique ainsi que pour le transport de matière à l'intérieur des cellules et parmi celle-ci.

Dans les océans. Ce cycle assure une réserve renouvelable d'eau épurée pour les organismes terrestres, le cycle de l'eau a pour résultat un équilibre entre l'eau de l'océan, de

la terre et de l'atmosphère. L'eau se déplace de l'atmosphère vers la terre et vers l'océan sous forme de précipitation : pluie, neige fondue ou grêle. Lorsque l'eau s'évapore de la surface de l'océan et du sol, des cours d'eau, des fleuves et des lacs, elle forme des nuages dans l'atmosphère, de plus la transpiration perte de vapeur d'eau provenant des plantes terrestre. Ajoute de l'eau à l'atmosphère, environ 97% de l'eau que les racines d'une plante absorbent du sol sont transportés vers les feuilles ou elle est transpirée.

L'eau peut s'évaporer de la terre et retourner directement dans l'atmosphère, elle peut aussi couler dans les fleuves et les cours d'eau vers des estuaires côtiers ou l'eau douce rencontre l'océan.

Le mouvement de l'eau à partir de la terre vers les fleuves, les lacs, les marécages et enfin l'océan est appelé ruissellement et la zone de terre drainée par le ruissellement est un bassin versant, l'eau s'infiltre aussi dans le sol et les roches et devient une nappe phréatique, l'eau douce stocké dans les cavités souterraines et des couches poreuses des roches, une nappe phréatique peut résider dans le sol pendant parfois voir même des milliers d'années, mais elle définit toujours par fournir de l'eau au sol, à la végétation, aux cours d'eau, aux fleuves, et à l'océan, qu'elle soit solide, liquide, ou sous forme de vapeur et quel que soit son lieu chaque molécule d'eau effectue un cycle, énormes quantité d'eau exécutent chaque année.

Le volume d'eau qui pénètre dans l'atmosphère chaque année est d'environ 389500 km^3 . Les trois quarts de cette eau environ retournent dans l'océan directement sous forme de précipitation, le reste de cette eau tombe sur la terre (Raven, 2009). (Voir figure 1).

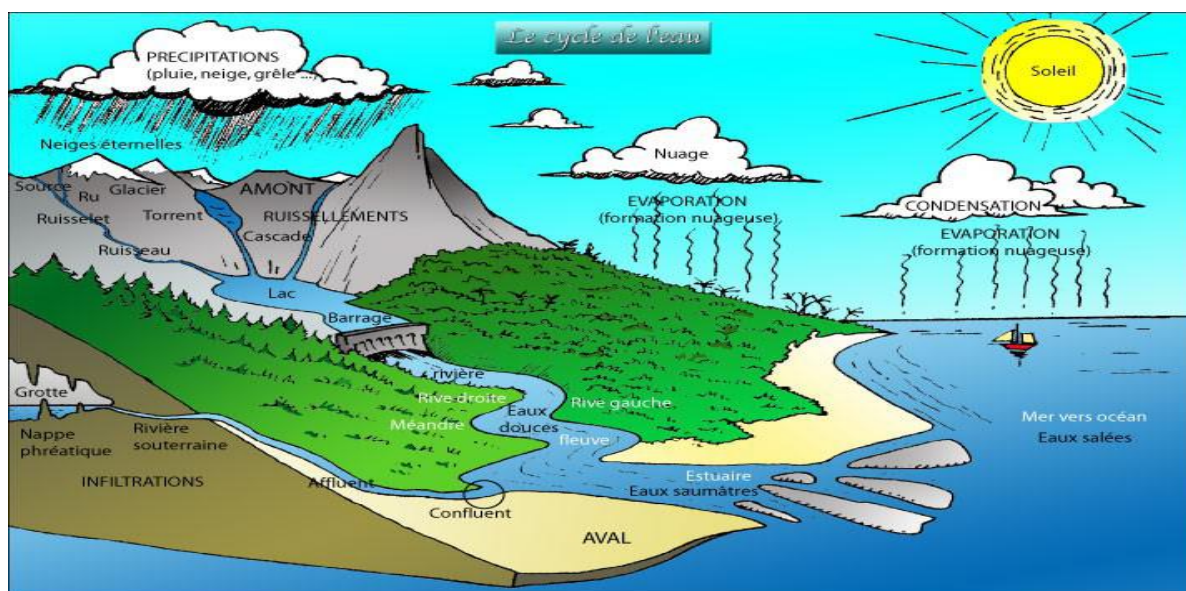


Figure (1) : Cycle de l'eau (Detailliet *al.*, 2013).

I.6. La pollution de l'eau

1.6.1. Définition

La pollution de l'eau est l'introduction de n'importe quelle substance dans une rivière, un cours d'eau, un lac ou un océan, substance qui altère les ressources naturelles de cet environnement. Il peut s'agir d'objets visibles : sacs en plastique, bouteilles, pneus, voitures... bien souvent, la pollution de l'eau est pourtant invisible : produits agricoles fertilisants, produits chimiques industriels, produits ménager (Bouzaïd et Boulkraa, 2008). De nos jours, les problèmes de pollution constituent un danger de plus en plus important pour l'homme. Parmi ces problèmes, la contamination de l'eau se pose avec acuité. En effet, l'eau est affectée de façon croissante par des matières minérales et organiques et même des microorganismes dont certains sont pathogènes et donc dangereux pour la santé (Coulibaly, 2005).



Figure(2) : la pollution comment ça marche (Detaïlle et *al.*, 2013).

I.6.2. Les différents types de pollution des eaux

On distingue: la pollution organique, la pollution chimique et la pollution biologique.

6.2.1. Pollution organique

C'est celle qu'est créée essentiellement, dans les collecteurs ou le milieu récepteur, des égouts urbains ou des égouts particuliers raccordés directement au milieu récepteur (vaillent, 1974).

Il en existe trois types de pollution organiques: Les pollutions organiques facilement biodégradables; les pollutions organiques difficilement biodégradables et les pollutions organiques toxiques (Gisèle, 2007)

6.2.1.1. Les pollutions organiques facilement biodégradables

Il s'agit de matières organiques provenant d'activités biologiques : matières fécales et urines, déchets de l'élevage et des industries agroalimentaires ; feuilles, plantes et animaux morts. La nuisance qui en résulte est due aux germes pathogènes que peut contenir ces matières organiques ou due à une forte concentration de ces déchets qui annihilent le phénomène d'auto épuration naturelle. Cette pollution est souvent la plus grave, du moins la plus répandue.

6.2.1.2. Les pollutions organiques difficilement biodégradables

Elles proviennent d'activités comme la fabrication de pâte à papier, de textiles, de cuirs et peau; ce sont aussi les détergents qui produisent des mousses diminuant la capacité d'oxygénation du cours d'eau. La dégradation par le milieu naturel de cette pollution est plus lente. Du fait de la dégradation difficile de ce type de pollution, leur nuisance résulte de leur accumulation dans le milieu naturel.

6.2.1.3. Les pollutions organiques toxiques

Elles proviennent des industries pétrochimiques et des raffineries qui rejettent dans leurs effluents des quantités importantes de phénols et d'hydrocarbures. Certains pesticides utilisés en agriculture sont d'origine organique et l'on sait que ce sont des produits toxiques particulièrement nuisant pour la faune aquatique ; ils peuvent atteindre l'homme par accumulation dans la chaîne alimentaire. Ce type de pollution gênera ou empêchera totalement les mécanismes d'épuration(Gisèle, 2007).

6.2.2. La pollution chimique

Est créée généralement par les déversements industriels. Elle est plus ou moins nocive, selon la nature des substances dissoutes dans l'eau (ex : pollution par les phénols) et selon les concentrations de ces substances (Vaillant, 1974).

La détérioration temporaire des masses d'eau n'est pas considérée comme une infraction si elle résulte de circonstances dues à des causes naturelles ou à des circonstances dues à des accidents qui n'auraient raisonnablement pas pu être prévus. (Marchand et *al.*, 2004).

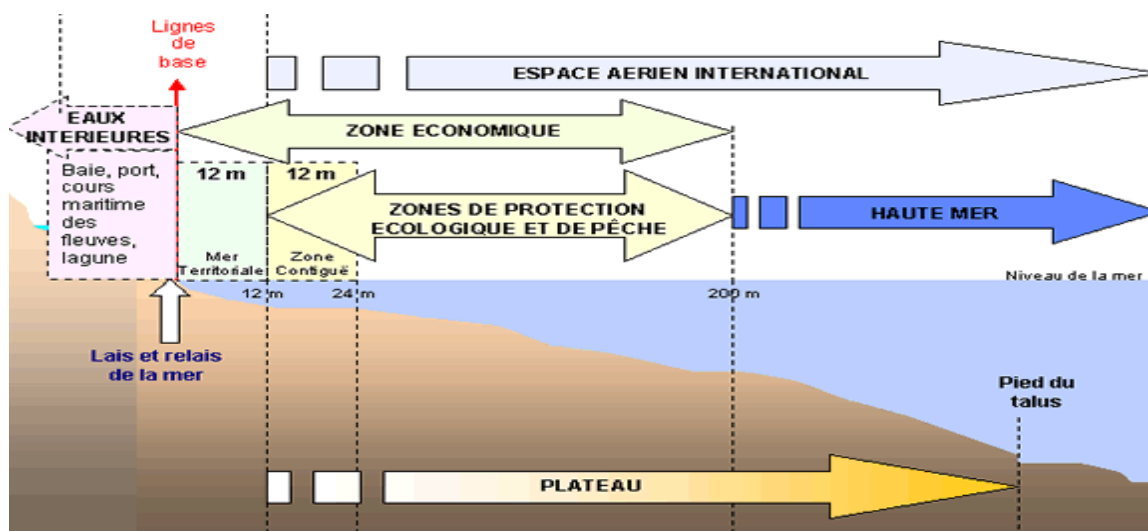


Figure (3): les pollutions accidentelles des eaux (Galax et Landry, 2009).

6.2.3. Pollution biologique

On distingue deux catégories de pollution de nature biologique : les microorganismes, et les matières organiques.

6.2.3.1. Les microorganismes polluants

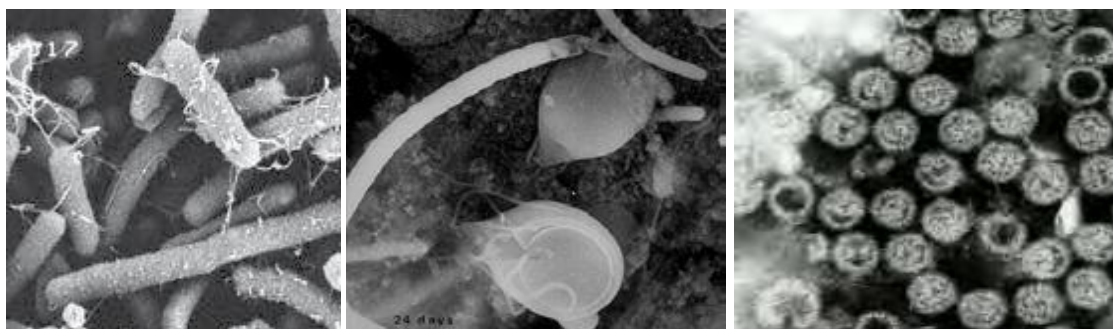
Selon Bousseboua (2005), les microorganismes polluants comprennent principalement des bactéries mais aussi des protozoaires, des champignons et des virus.

Cette pollution soulève dans bien des cas de sérieux problèmes d'hygiène publique et d'épidémiologie. Car non traités, ces rejets contiennent des microorganismes pathogènes viables qui sont alors transportés par les eaux et disséminés sur leurs parcours.

Selon Brouillette et Ouellet (2003), il existe trois grandes classes d'organismes pathogènes, soit :

- ✓ les bactéries (*Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*, etc.).

- ✓ les virus (hépatite A, norovirus, rotavirus, etc.).
- ✓ les parasites (Giardia lamblia, Cryptosporidium, etc) (Brouillett et Ouellet ,2003).



Escherichia coli, 0,5 - 3 μ m Giardia lamblia, 5 à 18 μ m Rotavirus, 60 à 80 nm

figure(4):les trois types des organismes pathogènes bactéries, parasites et virus(Brouillett et Ouellet, 2003).

6.2.3.2. Les matières organiques

La présence de matière organique naturelle est une caractéristique fondamentale des eaux peu profondes, dont l'origine principale est le drainage des sols où s'accumulent des matières végétales plus ou moins décomposées.

Selon Madoui (2011), les principaux composés organiques polluants sont des lipides, des protéides, des glucides, des savons, des détergents, des huiles minérales et des débris celluloseux, auxquels s'ajoute leur produit de décomposition.

6.3. Mode de contamination des milieux aquatiques

6.3.1. Eaux superficielles

Deux modes de contamination par les pollutions toxiques peuvent être distingués : les rejets directs dans le milieu et les pollutions dites "diffuses". (Boucheseiche et *al.*, 2002).

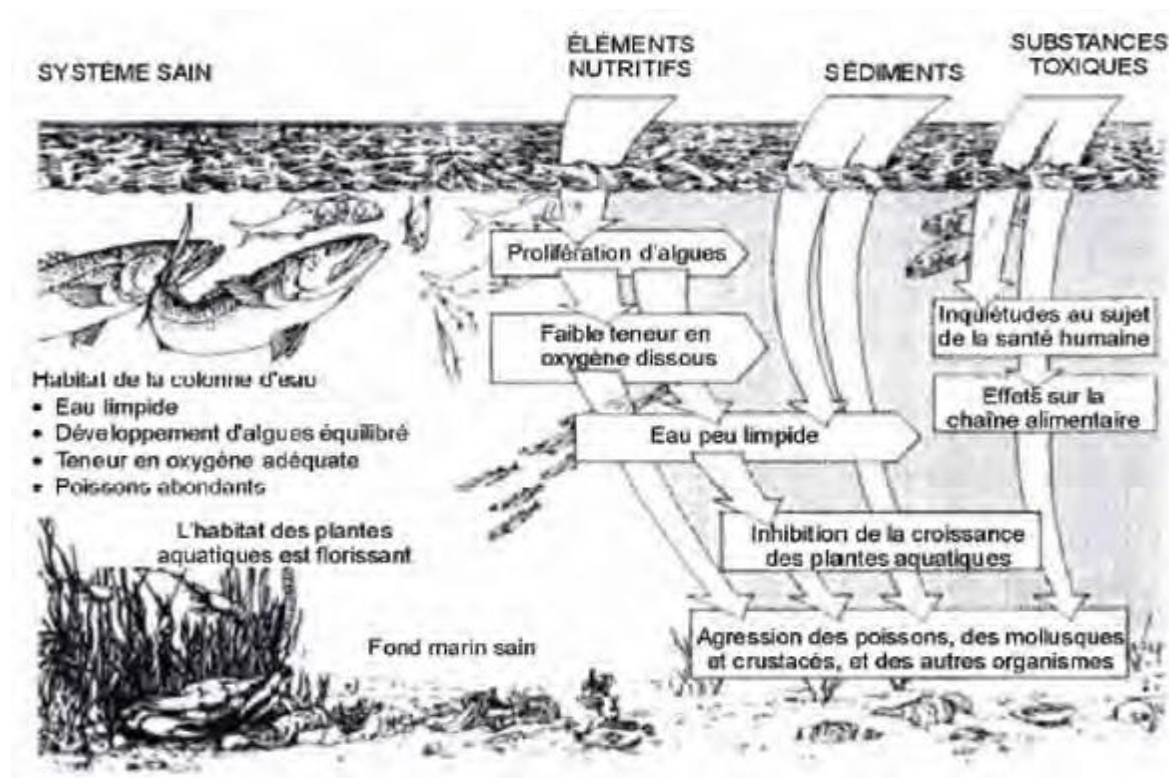
a. Rejets directs

Généralement connus, car le plus souvent soumis aux réglementations (déclaration ou autorisation), les rejets directs d'effluents domestiques, d'activités artisanales ou d'établissements industriels apportent une charge de polluants qui va se diluer dans le cours d'eau. La façon dont cette charge sera diluée et sa persistance dans la rivière vont définir le niveau d'exposition au toxique que subiront les organismes aquatiques. À chaque rejet, il sera possible d'établir une « zone d'influence » en son aval qui correspondra au tronçon de rivière sur lequel le polluant est présent avec un impact possible tant sur la vie aquatique que sur les autres usages du cours d'eau (notamment alimentation en eau potable). À noter que de manière

générale, les polluants déversés dans un cours d'eau changent très rapidement de structure chimique en fonction des caractéristiques du cours d'eau (pH, température, dureté...). Ainsi, il n'est pas rare qu'une substance ou un élément dissous dans le rejet soit très vite adsorbé par les particules en suspension et les sédiments, ce qui contribue à alimenter des stocks de polluants, et inversement des polluants sous forme particulaire dans les rejets peuvent être remis en solution dès l'arrivée dans le milieu naturel, les rendant directement disponibles pour les organismes.(Boucheseiche et *al.*,2002).

b. Pollutions diffuses

À la différence des rejets directs, il est difficile de localiser précisément les sources d'apports diffus en dehors du repérage des secteurs de bassin versant contribuant aux apports. Cependant, ces apports subissent un transfert entre la source et le milieu durant lequel les polluants sont potentiellement fixés ou dégradés. Les facteurs influençant ce transfert sont très nombreux (conditions climatiques, topographie, pédologie...) (Boucheseiche et *al.*, 2002).



Figure(5): Effets généraux des polluants diffuse sur les habitats aquatiques (Osseyrane, 2006).

6.3.2. Eaux souterraines

La contamination des eaux souterraines par des composés toxiques organiques même à faible concentration peut compromettre l'exploitation de la ressource pour l'alimentation en eau potable pour de très longues périodes. Les temps de transfert des polluants de la surface du sol vers la nappe puis au sein de l'aquifère peuvent être très longs : ils sont fonction des capacités de rétention des différents matériaux traversés, de la vitesse d'écoulement des eaux souterraines et des possibilités de piégeage en fonction du contexte hydrogéologique et des situations hydrologiques (battement de la nappe). Ainsi, certaines pollutions restent parfois ignorées durant plusieurs dizaines d'années. Les principales causes de pollution toxique en nappe peuvent être attribuées :

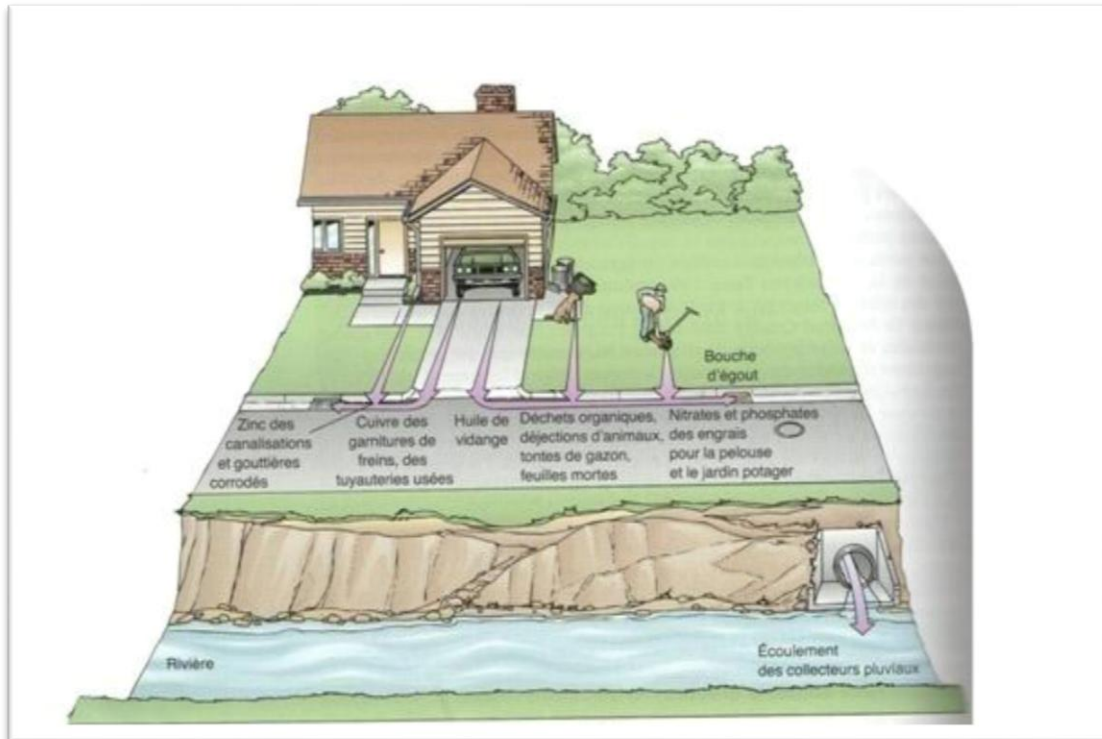
- ✓ aux fuites ou aux déversements de produits toxiques liquides en nappe,
- ✓ au stockage ou au dépôt de déchets solides d'origine industrielle, sur des aires non étanches,
- ✓ au lessivage par les eaux de sites et sols pollués par des activités industrielles anciennes ou actuelles,
- ✓ à l'infiltration des eaux de ruissellement issues de surfaces imperméabilisées de parkings, routes et voitures, et contenant des polluants comme le plomb, les hydrocarbures (ou le sel de déneigement),
- ✓ au stockage ou à l'enfouissement de déchets chimiques dans des carrières ou des mines désaffectées (fûts, bidons, de produits de haute toxicité) (Boucheseicheet *al.*, 2002).

6.4. Origine des pollutions

La pollution a de nombreuses origines en relation avec le cycle de l'eau. Et tout ou presque est source de pollution pour ce bien si fragile qu'est l'eau. Quand elle ruisselle sur le sol, elle peut se charger de polluants provenant des routes, des jardins, des exploitations agricoles...etc. Quand elle s'infiltre dans le sol, elle peut entrer en contact avec des polluants échappant de décharges de déchets, d'ordures abandonnées en pleine nature, de produits chimiques. Sans oublier la contamination par des polluants rejetés en rivière par des installations industrielles (Bouzid et Boulkraa, 2008).

6.4.1. La pollution domestique

Les effluents (rejets d'eaux usées) contiennent: Des germes fécaux ; Des sels minéraux (d'azote et de potassium) ; Des détergents ; De fortes teneurs en matières organiques. (Faurie et *al.*, 2012).



Figure(6): Les ruissellements urbains (Raven et *al.*, 2009).

6.4.2. La pollution industrielle

Elle provient des usines et contient une grande diversité de produits ou sous-produits de l'activité humaine. On trouve : Des graisses et matières organiques ; Des hydrocarbures ; Des métaux ; Des produits chimiques divers ; Des matières radioactives ; De l'eau chaude... (Faurie et *al.*, 2012).

6.4.3. La pollution agricole

Pour accroître les rendements des cultures, l'agriculture emploie des intrants et produit des effluents d'élevage. Ces activités sont source de pollution des eaux lorsque la capacité de prélèvement des végétaux et d'épuration naturelle des sols est dépassée. Différents phénomènes sont en cause :

- Le lessivage et l'érosion dans les parcelles cultivées des fertilisants épandus (effluents d'élevage et engrais de synthèse) et des produits phytosanitaires destinés à lutter contre les « ennemis » des cultures (insectes, maladie et plantes adventices).
- La non étanchéité des bâtiments d'élevage (fosse à purin, à lisier, effluents issus du lavage des installations...) (Laurent et Dupont, 2011).

6.4.4. Les phénomènes naturels

Les éruptions volcaniques, les hydrocarbures sous-marins, certains filons géologiques de métaux, des sources thermominérales.... Peuvent être des causes de pollution. (Faurie et al, 2012).

6.5. Les différents types de polluants

6.5.1. Pollution par les métaux lourds

Les métaux lourds sont des polluants engendrés par l'activité humaine qui ont un fort impact toxicologique. Les métaux toxiques sont nombreux, mais on peut citer surtout l'arsenic, le cadmium, le plomb et le mercure. Ils ont des impacts sur les végétaux, les produits de consommation courante et sur l'homme (Di Benedetto, 1997).

L'association des métaux lourds à la phase solide du sol fait que ceux-ci sont en règle générale très peu entraînés vers les nappes. Ils sont aussi faiblement entraînés vers les eaux de rivières, sauf en période de crue lorsque la charge en matière en suspension issue de l'érosion des sols s'accroissent. Les transferts de métaux lourds ont été peu étudiés et peu de chiffres sont disponibles, la difficulté résidant notamment dans les différentes formes que prennent ces éléments traces, rendant complexe le suivi de leur évolution dans les sols et dans l'eau. Deux mécanismes principaux peuvent être mentionnés :

- ✓ le transfert par érosion ou ruissellement pour les éléments métalliques associés aux particules solides.
- ✓ le transfert vers l'eau suite à des modifications des conditions du milieu (oxydoréduction) (Molénat et al., 2011).

6.5.2. Pollution de l'eau par les matières organiques fermentescibles

Outre le rejet des égouts urbains, il faut mentionner ceux de diverses industries agroalimentaires hautement polluants : abattoirs, laiteries, fromageries, sucreries, etc.... l'industrie du papier occupe, si l'on peut dire une place de choix relativement à son potentiel intrinsèque de pollution des eaux. En effet, elle rejette des lessives riches en glucides, donc hautement fermentescibles.

Une papeterie. « Moyenne » présente une capacité de pollution des eaux par les matières organique fermentescibles (MOF) comparables à celle d'une ville de 500 000 habitants, lorsque, elle rejette à la rivière ses eaux usées sans épuration préalable (Ramade., 2005).

6.5.3. Pollution par les Polychlorobiphényle (PCB)

Ce sont des composés chlorés très stables (résistants au feu et non biodégradables). Ils étaient utilisés dans les transformateurs électriques comme isolants (les anciennes installations encore en fonctionnement en contiennent donc toujours). Ils entraient également dans la composition de vernis, encres, peintures, solvants... Leur combustion peut générer des dioxines et des furanes, substances cancérigènes et mutagènes, Les PCB ont une très faible solubilité dans l'eau et une forte affinité pour les matières en suspension et les lipides. Ils s'accumulent donc dans le milieu naturel et se bio accumulent fortement dans la chaîne alimentaire (par exemple dans la graisse des poissons)(Boucheseicheet *al.*,2002).

6.5.4. Pollution par les hydrocarbures

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) majoritairement issus de la combustion incomplète par exemple de l'essence, des huiles ou du charbon, tiennent une place importante parmi les composés supposés cancérigènes dans les dépôts atmosphériques en zone urbaine. Les concentrations en HAP sont plus élevées dans les eaux de ruissellement(Vialle, 2011).

6.5.5. Pollution bactériologique

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 (Ramade, 2005).

Selon Pier Roy2003, La pollution microbiologique, permet une appréciation globale de la salubrité générale d'une eau, en quantité anormalement élevée peut être indicatrice de difficultés de traitement ou d'un entretien inadéquat du réseau. Parmi ces groupe Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale. Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives.

6.5.6. Les infiltrations de pesticides

Les pesticides appelés également “Produits phytosanitaires”. Ce sont des substances chimiques minérales ou organiques de synthèse utilisées à vaste échelle contre les ravageurs des cultures, les animaux nuisibles et les vecteurs d'affections parasitaires ou microbiologiques de l'homme et des animaux domestiques (Ramade,2005).

6.5.7. Les dérivés chlorés

La chloration de l'eau pourrait donner lieu à la formation de composés halogénés avec effets cancérogènes possibles pour les personnes exposées tout le long de leur vie(Doumont et Libion, 2006).

6.5.8. L'augmentation de la concentration des matières en suspension (MES)

Les particules provenant des sols érodés ou des rues et aires de stationnement sont une composante commune du ruissellement urbain. Une quantité excessive de MES peut nuire à la vie aquatique en affectant la photosynthèse, la respiration, la croissance et la reproduction. Les particules transportent également d'autres polluants qui sont attachés à leurs surfaces, incluant les nutriments, les métaux et les hydrocarbures. Une turbidité élevée due aux sédiments augmente les coûts de traitement pour l'eau potable et réduit la valeur des eaux de surface pour des usages industriels ou récréatifs(Osseyrane, 2006).

6.5.9. Pollution de l'eau par les composés organiques persistants

Les polluants organiques persistants (POP) sont des composés organiques qui, à des degrés divers, résistent à la dégradation photo lytique, biologique et chimique. Les POP sont souvent halogénés et se caractérisent par une faible solubilité dans l'eau et une solubilité élevée dans les lipides, ce qui entraîne leur bioaccumulation dans les tissus adipeux, ce qui leur permet de se déplacer sur de longues distances dans l'atmosphère avant de se déposer (Ritter et *al.*, 1995).

6.6. Conséquence de la pollution

Les océans, mers et rivières subissent des pollutions qui ont des conséquences graves et souvent néfastes sur la faune, la flore, et la qualité de l'eau.

La pollution des écosystèmes aquatiques provoque une multitude de conséquences tant au niveau des diverses biocénoses qu'au niveau de leurs habitats.

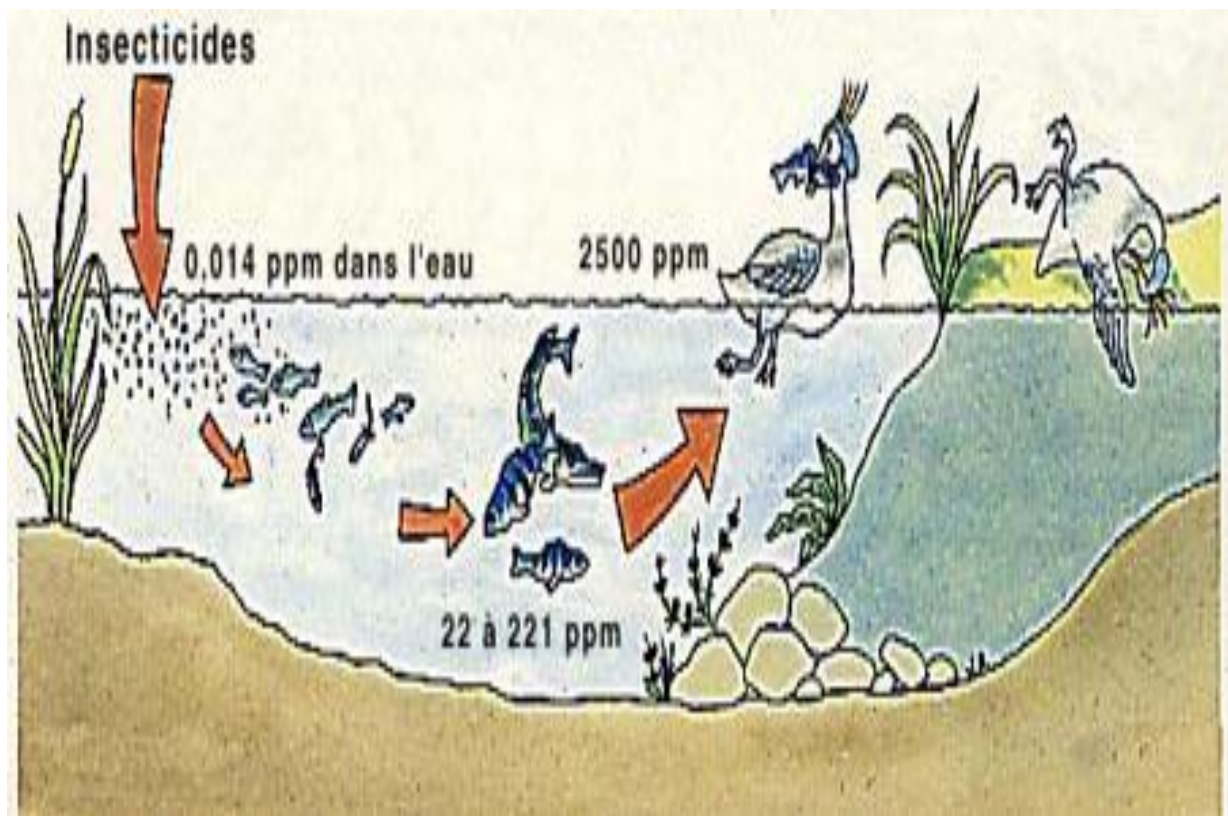
La pollution de l'eau, quelque soit sa nature (organique, chimique ou microbiologique,...) peut avoir des conséquences désastreuses, en se traduisant par des effets très spécifiques dus aux particularités écologiques propres aux milieux aquatiques (Ramade, 2002). En effet, les microorganismes aérobies engendrent une autoépuration des eaux qui se traduit par un épuisement de l'oxygène présent dans l'eau, lequel est indispensable pour la faune aquatique. Cette régression du taux d'oxygène conduit à une asphyxie chez les espèces animales aquatiques, ainsi qu'à la disparition de la faune des eaux propres en aval d'un émissaire d'égout.

Ainsi, l'accumulation des agents polluants dans un cours d'eau, affecte progressivement son équilibre dynamique naturel et conduit à sa pollution, essentiellement si l'agent polluant n'est pas ou peu biodégradable ; le processus d'autoépuration est alors inopérant, les substances s'accumulent dans l'écosystème, intoxiquant les espèces vivantes qui les intègrent.

Les activités de production agricole sont susceptibles d'affecter la qualité des eaux de diverses façons : par lessivage de nitrates, phosphates, pesticides, herbicides etc., contenus en quantité excessive dans les sols ou par contamination microbiologique. Or, l'enrichissement des eaux superficielles en nitrates et phosphates est à même d'entraîner une multiplication excessive de végétaux aquatiques et de déclencher un phénomène d'eutrophisation de cours d'eau, de lacs ou d'étangs (MELGHIT, 2010).

La pollution par les pesticides (Cette terminologie regroupe les familles des insecticides, fongicides, herbicides, molluscicides, et acaricides) a des effets néfastes sur l'environnement. Parmi les très nombreux représentants de ces familles, certains sont des toxiques avérés (par exemple les insecticides organophosphorés, neurotoxiques anti choline stéariques), d'autres sont des mutagènes voire des cancérrogènes qui de plus ont un caractère persistant dans l'environnement (par exemple les insecticides organochlorés).

La problématique des pesticides comme polluants concentrés et entraînés par les eaux de pluie et de ruissellement vers les cours d'eau et les nappes phréatiques est à approfondir car les conséquences peuvent être majeures à la fois sur la santé de l'homme mais également sur la faune et la flore en provoquant des déséquilibres et des accumulations de toxiques tout le long de la chaîne alimentaire, voir figure(5)(botta et Bellon , 2004).



Figure(7): Les conséquences écologiques des insecticides(Carnevale, 2006).

II. L'évaluation de la qualité de l'eau

L'évaluation de la qualité de l'eau est souvent réalisée à l'aide de méthodes « classiques », de mesure d'une série de paramètres physico-chimiques que l'on compare par la suite à des normes ou des critères de qualité éprouvés. Cette approche a montré leur utilité, mais aussi a ces limites afin de mesurer les effets de la pollution de l'eau. Cette approche classique, paramètres physicochimiques peut être complémentée par un suivi biologique qui consiste à utiliser des organismes vivants (indicateurs biologiques), par exemple des microorganismes, des plantes ou des animaux (Ben moussa et *al.*, 2013).

II.1. Les paramètres physico-chimiques

1.1. La température

La température de l'eau joue un rôle important par exemple en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz, de l'oxygène nécessaire à l'équilibre de la vie aquatique ; par ailleurs la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur 2 à 3 fois pour une augmentation de température de 10°C. L'activité métabolique des organismes aquatiques est donc élevée lorsque la température de l'eau accroît (Deviliers, 2005).

Selon Foussard et Etcheber 2011, la température de l'eau est un paramètre qui conditionne la présence des espèces selon leurs thermorésistances. En fonction du degré de perturbation de la température, les variations peuvent avoir une influence sur le déplacement des espèces.

1.2. Potentiel Hydrogène (pH)

Le pH de l'eau est une mesure de l'acidité de l'eau c'est-à-dire de la concentration en ion d'hydrogène (H^+), l'échelle de pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin), la valeur médiane 7 correspond à une solution neutre à 25°C. Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Les pH faibles (eau acide) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique, des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac toxique pour les poissons (Deviliers, 2005).

Selon (Arrignon, 1989) le pH donne le degré d'acidité ou d'alcalinité d'une eau, le pH des cours d'eau avoisine en général la neutralité représenté par un pH de 7, il doit être compris entre 6 et 9 pour permettre la vie aquatique.

Tableau(1): Le pH et la vie aquatique; (Arrignon 1989 in Frank R2002)

PH<5	L'unité inférieure à la survie des espèces
5<PH<9	Tolérance pour la plupart des espèces
6<PH<7.5	Zone optimale pour la reproduction de la plupart des espèces
7.5<PH<8.5	Zone optimale pour le plancton
PH>8.5	Destruction de certaines algues et prolifération des autres
PH>9	l'état de nombreuses espèces

1.3. La conductivité électrique(CE)

La conductivité électrique est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique, la plus part des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs par contre les composés organiques sont de mauvais conducteurs. La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Djannes, 2003).

1.4. La dureté

La dureté de l'eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques excepté celle des métaux alcalins (Na^+ , K^+) et H^+ . Elle est souvent due aux ions Ca^{++} et Mg^{++} . La présence de ces deux cations dans l'eau tend souvent à réduire la toxicité des métaux, la dureté se mesure en mg de CaCO_3 par litre (Devillers, 2005).

1.5. L'oxygène dissous

Les concentrations en oxygène dissous, constituent avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique.

L'oxygène dissous dans les eaux de surface, provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs; tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments. Cette concentration dépend également de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par

l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau (Merabet, 2010).

1.6. L'odeur

Les odeurs sont causées par la présence des substances relativement volatiles dans l'eau.

Ces substances peuvent être inorganiques comme le chlore, les hypochlorites, de soufre ou le sulfure d'hydrogène, des matières organiques en décomposition comme les algues (Boughliba et *al.*, 2010).

1.7. La couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances dissoutes, c'est-à-dire passant à travers un filtre de porosité égale à 0,45 μm . Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelle et apparente sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité. Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. En effet, toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition. Ces substances sont en général en quantité si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse ordinaire. Le sens olfactif peut seul, parfois, les déceler (Rodier et *al.*, 2009).

1.8. La demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une oxydation complète des matières organiques et minérales présentes dans l'eau. Certaines matières dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium (Rodier et *al.*, 2005).

1.9. La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La DBO après n jours d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes présents dans cet échantillon pour l'oxydation biochimique des composés organiques et /ou inorganiques (Frank, 2002).

La DBO est mesurée au bout de 5 jours (=DBO₅), à 20°C (température favorable à l'activité des micro-organismes consommateurs d'O₂) et à l'obscurité (afin d'éviter toute photosynthèse parasite). Deux échantillons sont nécessaires : le premier sert à la mesure de la concentration initiale en O₂, le second à la mesure de la concentration résiduaire en O₂ au bout

de 5 jours. La DBO_5 est la différence entre ces 2 concentrations. Les mesures seront effectuées sur un même volume et le second échantillon sera conservé 5 jours à l'obscurité et à 20°C. Afin de mesurer la totalité de la demande, l' O_2 ne doit pas devenir facteur limitant de l'activité microbienne (Segana , 2001).

II.2. La surveillance biologique

La surveillance biologique permet d'évaluer et de vérifier, de façon synthétique et globale, la qualité des eaux de surface, de suivre l'évolution de l'état de santé d'un cours d'eau à travers le temps et d'évaluer l'effet d'une source de pollution connue sur l'intégrité de l'écosystème. Or, bien que la surveillance biologique apporte des informations complémentaires, l'évaluation des paramètres physicochimiques demeure essentielle (Mireille, 2009).

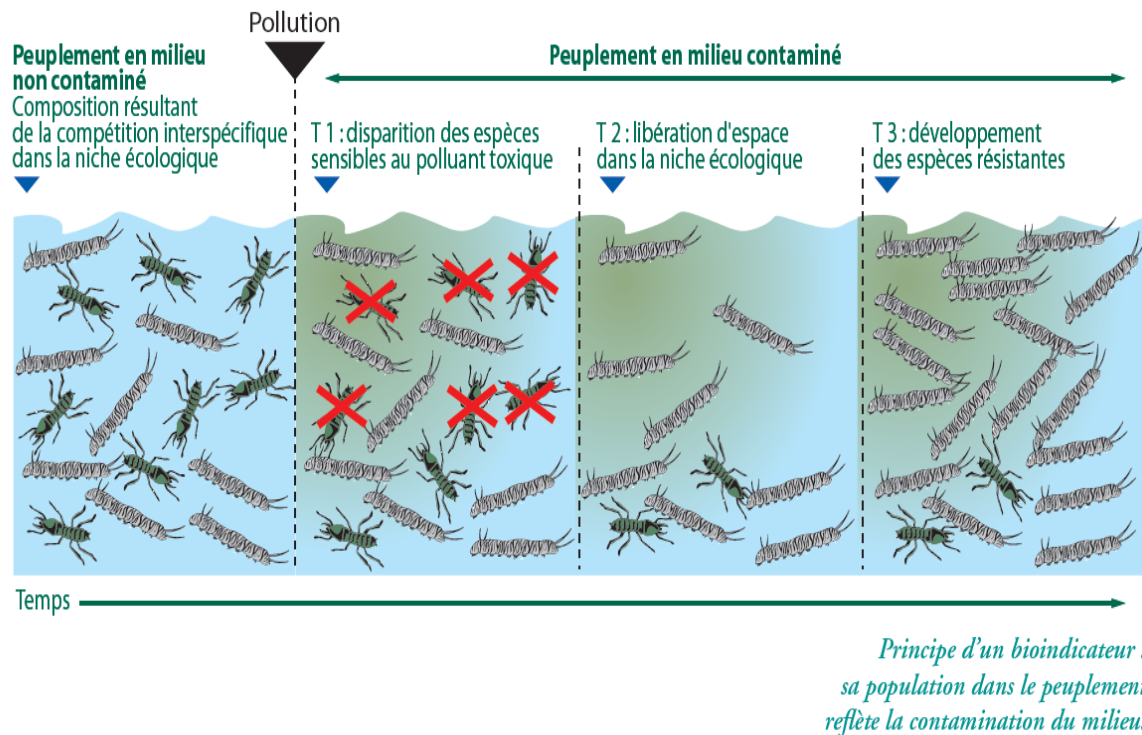
Un bioindicateur peut se définir comme une espèce ou un groupe d'espèces végétales ou animales dont les caractéristiques observées (occurrence , abondance , biomasse , caractéristiques ou « traits » biologiques) fournissent une indication sur le niveau de dégradation du milieu (Reyjol et al,2013).

Selon Van Vlaenderen (2012), les bioindicateurs désigne « la capacité d'organismes ou d'un ensemble d'organismes à révéler par leur présence, leur absence ou leur comportement démographique les caractéristiques et l'évolution du milieu ».

II.2.1. Les paramètres biologiques

Sont le plus souvent associés à des indicateurs biologiques ou bioindicateurs. Parmi les indices les plus couramment utilisés, on peut citer l'indice biotique, maintenant remplacé par l'indice biologique global normalisé (IBGN), l'indice diatomées, l'indice oligochètes, l'indice macroinvertébrés, l'indice poissons, l'indice macrophytes ou l'indice oiseaux. (Melhaui, 2009).

Selon Krejci et al., (2005), toute une série de micro-organismes, de plantes et d'animaux appartenant aux éléments biotiques des cours d'eau sont utilisés en relation avec la protection des eaux comme indicateurs de l'état des eaux.



Figure(8): Les bioindicateurs des peuplements aquatiques, indiquent l'intensité de la pollution par leur présence/absence (Boucheseiche et al, 2002).

Parmi les bioindicateurs on a les macro-invertébrés qui occupent une place de choix et sont à la base de nombreux indices biologiques. Les macroinvertébrés les plus couramment utilisés comme bioindicateurs sont les insectes aquatiques (sous formes larvaires et parfois adultes), les acariens, les mollusques et les crustacés d'eau douce. Ces organismes sont récoltés pour être ensuite identifiés à l'espèce, au genre, à la famille ou à l'ordre selon le type de suivi choisi par l'investigateur. C'est la différence de sensibilité aux perturbations des différents taxons qui sera déterminante; les perturbations étant reliées aux activités humaines (foresterie, agriculture, urbanisation) qui ont lieu sur le bassin versant. L'analyse de la composition des communautés fournit une image d'ensemble de l'intensité des perturbations que subissent les cours d'eau qui est, la plupart du temps, traduite par une valeur obtenue par le calcul de différents indices (Boucheseiche et al, 2002).

Tableaux(2): les macroinvertébrés comme bioindicateurs (Van Vlaederen, 2012).

Répartition géographique	présents dans tous les types de cours d'eau colonisent tous les habitats aquatiques
Utilisation facile	échantillonnage et identification relativement facile taxonomiquement hétérogènes abondants biologie et écologie connue
De bons bioindicateurs	Sédentaires : indicateur de la situation en place Sensibilité variable à la qualité : ✓ de l'eau : température, pH, oxygène,... ✓ de l'habitat : préférences spécifiques en terme de substrat, de conditions hydrologiques des ressources alimentaires : composante intermédiaire de la chaîne alimentaire, ils intègrent l'altération des autres composantes biologiques (flore, microfaune) Sensibilité variable aux polluants

2.2. Les Macroinvertébrés benthiques comme bioindicateurs

Sous le terme de "macroinvertébrés aquatiques" est désigné l'ensemble des insectes, crustacés, mollusques, vers. Les macroinvertébrés étudiés vivent essentiellement sur le fond des cours d'eau, des berges jusqu'au centre du lit. Ils colonisent différents supports (ou substrats) pouvant être aussi bien minéraux (blocs, pierres, graviers, sables ...) qu'organiques (végétaux, branchages, litières, racines d'arbres, vases ...). (Diren, 2007).

a) Les microcrustacés : considérés comme non dangereux, ils sont suspectés de fournir une protection contre la désinfection pour les bactéries dans leur tube digestif. Ils peuvent atteindre une longueur de plusieurs centimètres. Citons *Asellusaquaticus* et *Gammaruspulex*.

b) Les mollusques et les insectes : Peuvent être présents sous forme de larves ou d'œufscas de chironomes pour les insectes (Gauthier, 2002).

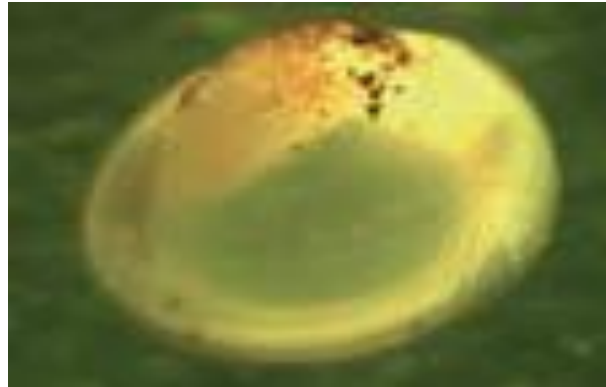


Figure 9: exemple de Mollusque Sphaeriidae (Dreal et *al.*, 2010), Des eaux superficielles pleines de vie, France .

.c) Les insectes : Sous forme de larves, nymphes ou adultes ex : les Ephémères, les libellules, etc....,

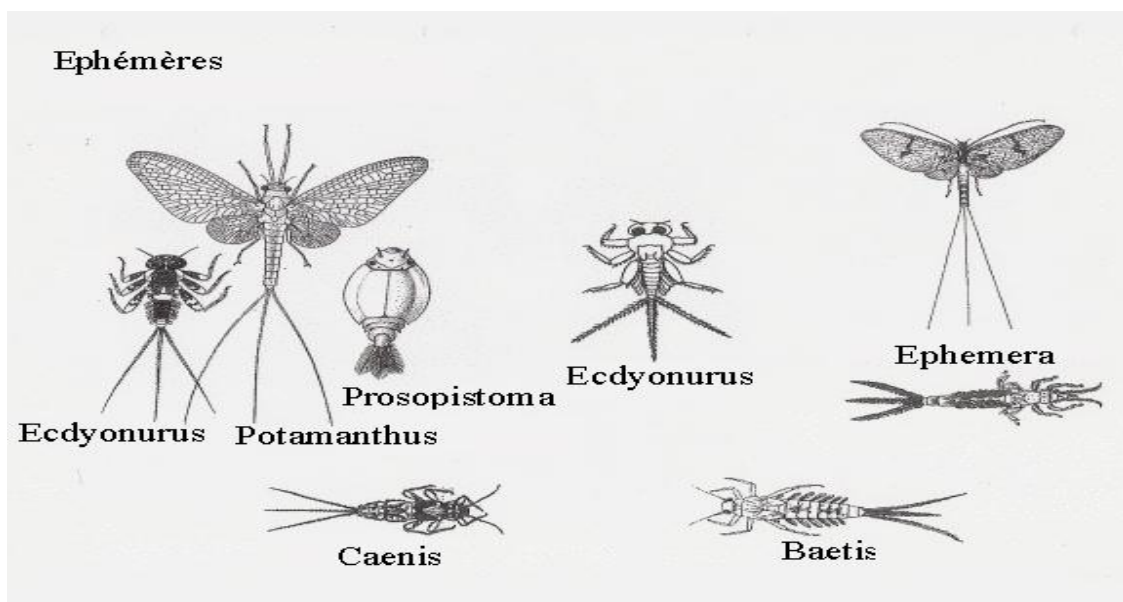


Figure 10: éphémères aquatique des eaux douces (Melhaui, 2009).

d) Autres invertébrés : ex les éponges, les hydroacariens, etc... Une partie au moins de leur cycle de vie est aquatique, ils sont visibles à l'œil nu ($> 0,5$ mm). De bons indicateurs de la qualité de l'eau (Dreal et *al.*, 2010).

Les macroinvertébrés benthiques vivent au fond de l'eau et peuvent être retenus par les filets de maille 0,2 mm de large. Ils sont étroitement liés aux habitats aquatiques, leur abondance et la structure de leurs communautés étant en relation avec l'état physico-chimique du cours d'eau. Ils sont directement influencés par les conditions physiques de leur milieu de vie.

comme la nature du substrat, la forme du lit, la nature et la teneur des détritits ainsi que le couvert végétal. Les variations de la concentration en nutriments et les fluctuations de la production primaire les affectent indirectement. Les macroinvertébrés permettent d'identifier les perturbations passées du milieu et les effets toxiques de ces perturbations qui généralement ne sont pas détectés par les méthodes physico-chimiques (Moisan, 2008).

II.3. Mode de vie et régimes alimentaires des macroinvertébrés

Le principe est le suivant : à un type d'habitat correspond un mode de vie des macroinvertébrés benthiques. Les adaptations morphologiques des macroinvertébrés benthiques permettent de distinguer les modes de déplacement et de fixation dans un environnement aquatique. Les différentes catégories de modes de vie sont, par exemple, les planctoniques, les nageurs, les patineurs, les fixés et les fouisseurs. Ces critères seraient plus robustes que ceux liés aux régimes alimentaires. Les critères des régimes alimentaires englobent les groupes ayant les mêmes fonctions alimentaires et informent sur l'équilibre entre les différentes stratégies alimentaires (moyens d'acquisition de la nourriture et morphologie). Une perturbation due à un stress entraînera une instabilité de la dynamique alimentaire et, de surcroît, un déséquilibre dans les groupes de fonctions alimentaires. Ces critères trophiques se sont substitués aux procédés complexes comme les interactions trophiques, la production et l'accessibilité à la ressource alimentaire (Goaziou, 2004).



Figure 11 : Différents stades de développement des invertébrés (Krejci et *al.*, 2005).

II.4. Avantages de l'utilisation des Macroinvertébrés benthiques (MIB)

Les macroinvertébrés benthiques s'avèrent de bons indicateurs locaux de la santé des écosystèmes aquatiques. Leur préférence en regard des autres espèces biologiques se justifie principalement par les motifs qui suivent :

- Les MIB sont abondants, facilement identifiables et présents dans une diversité de plans d'eau, incluant les cours d'eau.

- Les MIB constituent un groupe très diversifié, comprenant des espèces de divers embranchements phylogénétiques. Ces constats apportent des informations essentielles pour l'interprétation des effets cumulatifs des impacts anthropiques, notamment en raison du large éventail de niveaux trophiques et de tolérance à la pollution qu'ils apportent.
- Les MIB réagissent aux toxiques différemment en fonction de l'espèce, fournissant une réaction graduelle à des degrés d'agressions différents.
- Le caractère sédentaire, additionné au cycle de vie varié, permettent de représenter les conditions locales des milieux d'intérêts, et de livrer une image significative de la qualité de l'habitat au cours du temps (Mireille, 2009).
- 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. 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 moucheron et autres petits insectes qu'ils consomment abondamment tout au long de leur vie. 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 conditions locales. 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 (Touzin, 2008).

II.5. Quelques indices biotiques

II.5.1. L'Indice Biologique Belge (IBB)

L'IBB est une méthode d'évaluation de la qualité de l'eau par l'examen des macroinvertébrés aquatiques benthiques. Il est applicable dans tous les cours d'eau peu profonds de Belgique et spécialement de Basse et Moyenne Belgique et permet principalement d'évaluer l'effet de pollutions organiques et inorganiques et de révéler le rejet de matières toxiques. Cet indice attribue une cote qui est lue dans un tableau à double entrée (Gaëtan, 2008).

Tableau(3): Evaluation de la qualité d'une eau de surface par l'IBB(Gaëtan, 2008).

Une cote de	Indique	par une couleur Une eau
9 à 10	Bleue	Peu ou pas polluée
7 à 8	Verte	Peu polluée
5 à 6	jaune	Polluée
3 à 4	Orange	Très polluée
1 à 2	Rouge	Excessivement polluée
0	Noire	Excessivement polluée et sans macro-invertébrés vivants

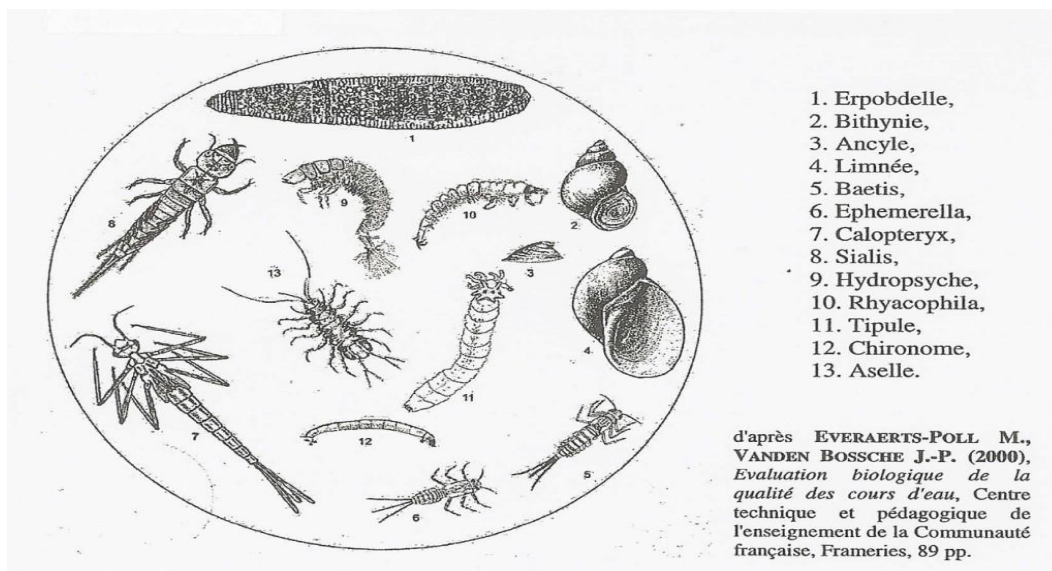


Figure 12: Exemple d'échantillonnage dans une rivière de classe IBB "pollution faible Everaerts". (Vanden Bossche, 2000).

II.5.2. L'Indice biologique global normalisé (IBGN)

Cet indice très utilisé de puis les années 1990, est une mise en œuvre relativement « complexe ». Les échantillons doivent être réalisés au filet « surber » de 1/20^e de m² pour les eaux peu profondes. Huit échantillons doivent être prélevés par station.(Claude et *al.*, 2012).

Ces prélèvements effectués sur le terrain permettent d'avoir une idée de la qualité biologique de l'eau par la présence ou l'absence de groupes indicateurs choisis pour leur sensibilité plus ou moins grande aux pollutions diverses et aux modifications naturelles qui peuvent avoir lieu dans un cours d'eau. Ce premier paramètre est croisé avec l'abondance spécifique de la station (nombre de taxons différents prélevés) qui est un indicateur de la diversité des milieux présents dans la rivière (Berlemont et *al.*, 2008).

Tableau(4): Résultats de l'IBGN associés à une couleur.

Code	couleur	Résultats IBGN : Qualité de l'eau
≥ 17	Bleu	Très bonne
13-16	Vert	Bonne
09-12	Jaune	Moyenne
05-0	Orange	Mauvaise
≤ 4	Rouge	Très mauvaise

Source : (Gaëtan, 2008).

II.5.3. Indice Biologique Diatomique (IBD)

Les diatomées sont des algues brunes unicellulaires pourvues d'un squelette siliceux comportant deux valves emboîtées (frustule). Il en existe des milliers d'espèces dans le monde et elles vivent dans les eaux douces, ou dans les milieux salins (estuaires et eaux de mer).

Leur choix en tant que bioindicateur est apparu comme pertinent puisque les diatomées peuplent les cours d'eau tout au long de l'année, qu'elles réagissent aux perturbations du milieu aquatique et qu'il est possible d'analyser la flore diatomique benthique avec une bonne

fiabilité. Certaines pollutions chimiques, matière organique, composés azotés et phosphorés provoquent un changement des communautés de diatomées dans le tronçon concerné, les espèces sensibles disparaissant au profit d'espèces plus résistantes. L'examen des espèces (nature, nombre et fréquence) permet d'estimer l'état de pollution du cours d'eau au cours des semaines précédant le prélèvement (Rodier J, 2009)

Tableau 5: les classes de qualité d'eau en fonction de la valeur de l'IBD (Rodier, 2009).

IBD	< 5	$5 \leq \text{IBD} < 9$	$9 \leq \text{IOB} < 13$	$13 \leq \text{IOB} < 17$	≥ 17
Qualité de l'eau	Mauvaise	Médiocre	Moyenne	bonne	Très bonne
Code couleur	rouge	orange	Jaune	vert	Bleu

III.1. Présentation de la zone d'étude**1.1. Présentation physique de la zone d'étude**

Le bassin de l'Oued Kbire est situé en grande partie sur le versant méridional du bombement tellien. Il représente à ce titre une zone intermédiaire entre le domaine tellien à très forte influence méditerranéenne au nord et le domaine des hautes plaines à forte influence continentale au sud. Cette entité hydrographique est composée de quatre sous bassins versant.

Il est limité naturellement par :

- ✓ Au Nord Ouest et Est le bassin des côtières Constantinois Est et Centre.
- ✓ Au Sud, le bassin des hauts plateaux constantinois.
- ✓ A l'Ouest les bassins de l'Algérois- Hodna- Soummam.
- ✓ A l'Est le bassin de la Seybouse (Kerdoud S, 2006).

Dans ce bassin, la végétation est influencée par de nombreux facteurs tels que le climat, le relief, la lithologie et l'activité humaine. Ces facteurs permettent en permanence un couvert forestier plus ou moins dense. Le climat varie légèrement du nord au sud, passant d'un domaine subhumide à un domaine semi-aride, mais d'une manière générale c'est le climat méditerranéen qui y règne : humide et tempéré, caractérise par un hiver doux et un été chaud, avec d'assez riches ressources hydriques d'origine différentes (pluie, grêle neige). Généralement la neige fait son apparition sur les massifs de hautes altitudes. Les précipitations constituent le facteur essentiel qui gouverne l'écoulement des cours d'eau. En effet, ils ont un effet direct sur le débit.

La précipitation moyenne inter-annuelle sur le bassin versant l'Oued Elkbir estimée entre 500 à 630 mm (Bouchareb, 2013).



Figure : la zone de Oued Elkbir A Mila

— Le cour de Oued Elkbir



figure: carte de zone de oued elkebir

Figure(13): La présentation des zones d'étude.

Source : Hydraulique de wilaya de Mila.

1.2. Géologie de la zone d'étude

L'histoire géologique du Bassin de l'Oued Elkebir est particulièrement mouvementée et marquée par un empilement d'unités structurales du Nord au Sud.

La carte géologique montre en relief l'existence d'une mosaïque de terrains et de structures plus ou moins complexes dont le résultat se traduit par une grande diversité des ressources souterraines tant sur le plan quantitatif que qualitatif.

En effet, à l'opposition topographique par laquelle se caractérise le bassin, s'ajoute une opposition structurale qui se traduit par un substratum relativement simple au sud formé de vastes étendues sédimentaires d'où émergent des massifs calcaire isolés, et

d'un édifice beaucoup plus complexe au nord constitué de nombreuses séries hétérogènes empilées durant les phases tectoniques successives.(Kerdoud, 2006).

La région d'étude fait partie de l'avant-pays de la chaîne alpine d'Algérie nord orientale.

Elle constitue une zone charnière entre, au Nord, le domaine interne allochtone, caractérisé par des nappes de charriages, à vergence sud, en relation avec une tectonique compressive polyphasée Cénozoïque et au Sud le domaine parautochtone où s'installe le bassin néogène post-nappes constantinois (Marmiet *al.*, 2008).

Les terrains meubles sont constitués principalement de dépôts alluviaux sablo- graveleux dans le lit des oueds et sur plusieurs niveaux de terrasses, de colluvions provenant en grande partie de l'érosion des formations terrigènes et d'éboulements au pied des formations rocheuses(Mebarkiet *al.*, 2008).

1.3. Les caractères climatiques

Les caractéristiques les plus originales de toute la région sont réunies dans le bassin de l'Oued elkbir. Le nord s'avère être une zone humide et pluvieuse et le sud avec un climat semi-aride à aride. Cette opposition trouve son origine dans de multiples causes :

- ✓ Le nord influencé par un climat méditerranéen, le sud par un climat de type continental.
- ✓ La répartition des ensembles montagneux, les contrastes renforçant cette disparité géographique. Dans ce chapitre, on s'intéressera à évaluer trois paramètres climatiques jugés importants:

Les précipitations, les températures et l'évapotranspiration, afin d'expliquer certains facteurs constituant la pollution des eaux (Kerdoud, 2006).Il est caractérisé par une forte variabilité inter-mensuelle et interannuelle de la pluie avec une nette décroissance de pluviosité du Nord (450mm3/an en moyenne) au Sud (320 mm3/an en moyenne) montrent que la précipitation moyenne varie entre 200 et 1120 mm/an. La saison hivernale est la plus pluvieuse avec une moyenne de 104,86 mm/mois au mois de décembre(Merabet, 2010).Par ailleurs, notons que les régimes hydrologiques se calquent dans leurs grandes lignes sur celles des précipitations. On note une augmentation du débit annuel de l'amont vers l'aval. Cependant il faut souligner l'extrême irrégularité des régimes du cours d'eau qui vit au rythme des averses. D'un caractère torrentiel, parfois excessif en automne et en hiver, car les crues peuvent être

violentes et dévastatrices, il est soumis, pendant la saison sèche, à une longue période de maigre. Les débits journaliers de la saison estivale peuvent être nuls mais peuvent fluctuer et augmenter rapidement suite à des orages (Sahli, 2012).

1.3.1. Les précipitations

Les précipitations constituent évidemment, le paramètre climatique essentiel. Leur intensité, leur continuité et leur périodicité sont l'origine même de l'écoulement, de sa localisation et de sa violence.

Dans certaines régions, où le régime des écoulements est fortement lié aux précipitations (Kerdoud, 2006).

1.3.2. La température

Actuellement, si le bassin de l'Oued elkebir possède un réseau d'observation moyennement dense, en revanche, la carence en matière de mesures thermométriques se fait nettement sentir.

La comparaison des températures à l'échelle spatiale paraît difficile, à cause du problème expliqué plus haut (Kerdoud, 2006).

1.3.3. Le 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 l'Oued Kebir sont ceux du Nord-Est qui apportent les pluies et qui sont souvent secs et froids (Melghit, 2010).

1.4. Agriculture

Le bassin du l'Oued el Kebir se caractérise par une agriculture mixte , traditionnelle(irrigation gravitaire) et moderne (irrigation par canaux d'aspersion), tout dépend du type de culture. 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 (Melghit,2010).

III.2. Matériels et méthodes

Dans ce chapitre, nous présentons dans un premier lieu la localisation des stations de prélèvement, la nature des prélèvements ainsi que les méthodes analytiques mises en œuvre sont présentées dans un deuxième lieu.

Notre travail en générale consiste à évaluer la qualité physico-chimique par la mesure de quelque paramètre physico-chimique (température, pH, oxygène dissous et conductivité) et biologique en utilisant la méthode de l'indice biotique selon Tuffery et Verneaux et l'Indice Biotique Globale Normalisé au niveau de l'oued Endja.

Au préalable a eu lieu une étape de choix et localisation des stations de prélèvement en fonction de l'objectif de notre travail.

Une observation de l'ensemble du site, du bord du cours d'eau est réalisée pour définir le plan d'échantillonnage. Cette opération permet de caractériser le site et les différents supports (pierres, sable, végétation aquatique, etc.) qui le composent.

2.1. Choix et localisation des sites de prélèvement

Deux stations ont été sélectionnées sur deux lieux stratégiques en fonction des observations faites sur terrain (rejets, sources de pollution,.....) :



Figure(14): les deux stations d'étude.

Une station (S1): située en amont de l'oued Endja dans machtet Boughardaienne exacte à Saraje commune d'Aresse (agriculture maraîchère).



Figure(15): les sources de pollution pour la station ST1.



Figure(16): Localisation de la station 1.

La deuxième station (S2) : qui se localise en aval de l'oued Endja après le pont et dans machet Taghlissa (source de pollution ou se trouve des agglomérations).



Figure(17): Localisation de la station 2.

2.2. Matériel utilisé

- Contenants de plastique pour les échantillons.
- Boîte de transport pour les échantillons
- Agent de conservation (formol 35%)
- Bottes-culottes ou cuissardes
- microscope électronique
- Les lames
- L'eau de robinet
- Les tamis des diamètres des mailles de 0,5 à 2mm
- pince
- Oxymètre, pH mètre, conductimètre
- Pipette de 2 ml

2.3. Mesures physico-chimiques

La température, le pH, la conductivité électrique et l'oxygène dissous sont mesurés *in situ* après chaque prélèvement en utilisant des appareils portatifs.

2.3.1. La température

La mesure de la température a été effectuée sur terrain en utilisant un pH mètre qui indique la valeur de température. On lit directement les résultats exprimés en degré Celsius (C°).

2.3.2. Le pH

Pour cette détermination, nous utilisons un pH mètre de type HANNA instrument (Hi 8314), la méthode consiste à plonger l'électrode de l'appareil dans l'échantillon, et on lit directement la valeur du pH.

2.3.3. L'oxygène dissous

Sa mesure a été réalisée *in situ*, à l'aide d'un Oxymètre de marque **oxi 330WTW**. La teneur en oxygène dissous s'exprime en mg /l. La concentration en oxygène dissous varie avec la température, la salinité du milieu et la pression atmosphérique.

2.3.4. La conductivité électrique

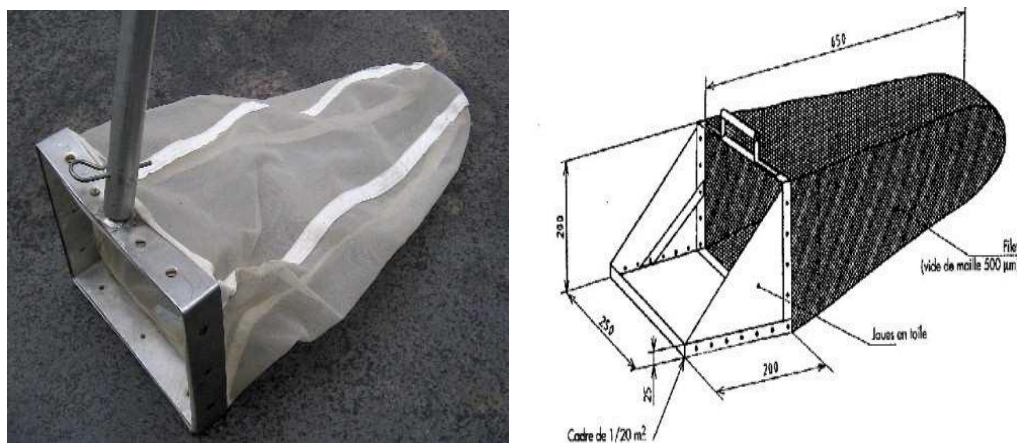
La mesure de la conductivité s'est effectuée *in situ* avec un conductimètre de la marque WTW D812WEI Lheim. La conductivité s'exprime en micro-siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Elle augmente avec la température et la concentration en sels dissous, sa valeur est théoriquement nulle pour l'eau distillée.

2.4. Paramètres biologique

Nous avons effectué des prélèvements de la faune macroinvertébrés pour les deux stations en amont et en aval de l'oued Endja.

2.5. Matériel de prélèvement

Il est souhaitable de se mettre dans l'Oued avec des bottes. Les prélèvements s'effectuent avec un échantillonneur de type « Surber » équipé d'un filet d'ouverture de maille de 500 µm. Mais dans notre cas ou les zones sont difficiles d'accès nous avons utilisé l'échantillonneur avec un manche, donc de type « Haveneau ».



Figure(18) : Les deux types de filet Surber et Haveneau (Diren, 2007).

2.6. Mode de prélèvement

La récolte des macro-invertébrés benthiques a avant tout un caractère qualitatif. Pour cela, tout les micro- habitats susceptibles d'être abriter (micro-biotopes) sont explorés.

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, placer 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 courant, 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 but de l'échantillonnage consiste à rassembler la plus grande diversité faunistique représentative du milieu à étudier. Comme l'échantillonnage au filet n'est pat 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.

2.7. Traitement et conservation des échantillons

Sur le terrain, est ajouté un conservateur (formol à 35%). L'échantillon est homogénéisé pour une bonne conservation des organismes. Cette conservation est un élément indispensable à la détermination. Des étiquettes au crayon permettent de reconnaître chaque échantillon. Les échantillons sont ramenés au Laboratoire pour tri, détermination et analyse.

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. Les organismes recueillis sont transférés dans un ou des récipients en plastiques. 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 35%. 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 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 à 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 à vue et classés suivant les groupes taxonomiques dans des piluliers contenant une solution de formole.

2.8. Détermination des organismes

La détermination des macro-invertébrés a été réalisée à l'aide d'un microscope et un guide d'identification (Guide to Aquatic Invertebrates of the Upper Midwest/2004).

Il est par fois souhaitable d'examiner par un microscope certaines structures morphologiques telles que branchies, mandibules, yeux, soies.

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 ci dessous. 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(6) : Limites de détermination des unités systématiques (D'après Tuffery et Verneaux ,1978).

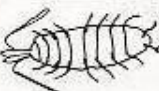
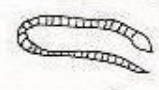
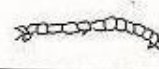
Groupe Taxonomique	Niveau de détermination
Plecoptères	Genre
Trichoptères	Famille
Ephéméroptères	Genre
Odonates	Genre
Coléoptères	Famille
Mollusques	Genre
Crustacés	Famille
Mégaloportes	Genre
Hémiptères	Genre
Plathelminthes	Genre
Hirudinées	Genre
Oligochètes	Famille
Némathelminthes	Présence
Hydocariens	Présence
Diptères	Famille

2.9. Détermination de l'indice biotique

La détermination de l'indice biotique se base sur les deux méthodes Tuffery et Verneaux, et l'IBGN

1).La détermination de l'indice selon le tableau standard de Tuffery et verneaux(1982).è

Figure(19) : Tableau de détermination des pollutions en fonction des indices biotiques.

	groupes faunistiques	nombre d'unités systématiques du groupe	nombre total d'unités systématiques dans le prélèvement				
			1	2 à 5	6 à 10	11 à 15	≥ 16
			indice biotique				
sensibilité décroissante à la pollution organique	1 PLÉCOPTÈRES 	>1	—	7	8	9	10
	ÉPHÉMÉROPTÈRES Ecdyonuridés 	1	5	6	7	8	9
	2 TRICHOPTÈRES à fourreaux 	>1	—	6	7	8	9
		1	5	5	6	7	8
	3 ANCYLIDÉS (Mollusques) 	>2	—	5	6	7	8
	ÉPHÉMÉROPTÈRES sauf Ecdyonuridés 	≤2	3	4	5	6	7
	4 APHELOCHEIRUS (HÉMIPTÈRES) 						
pollution organique	ODONATES 		3	4	5	6	7
	GAMMARIDÉS (Crustacés) 						
	PHYSES (Mollusques) 						
	5 ASELES (Crustacés) 						
pollution organique	SPHAERIDÉS (Mollusques) 		2	3	4	5	—
	SANGSUES 						
	HÉMIPTÈRES (sauf APHELOCHEIRUS) 						
	6 TUBIFEX (Annélides) 		1	2	3	—	—
pollution organique	CHIRONOMES (Diptères) 						
	7 ÉRISTALES (Diptères) 		0	1	1	—	—

— limite de pollution  eaux non polluées  eaux polluées

2). La détermination de l'indice selon l'IBGN:

Figure(20): le tableau utilisé pour le calcul de l'IBGN.

Tableau 3 : valeurs de l'IBGN selon la nature et la variété taxonomique de la macrofaune

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

¹⁾ Taxons représentés par au moins 10 individus — Les autres par au moins 3 individus.

d'après - (1992), Norme française NF T 90-350; détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN), Association française de normalisation (afnor), Paris, 9 pp.

IV. Résultat et discussion

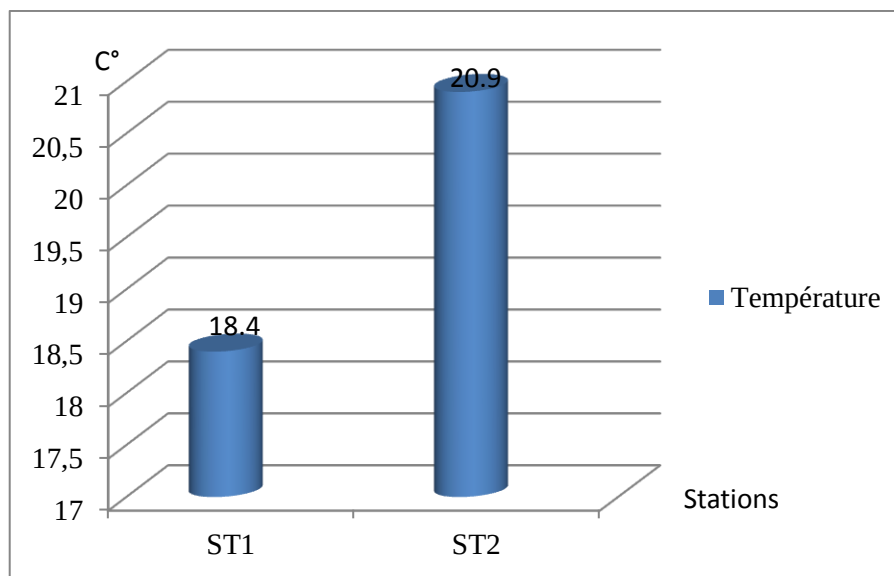
IV.1. Paramètres physico-chimiques des eaux

Tableau(7) : Les variations des paramètres physico-chimiques pour les deux stations.

	ST 1	ST 2
Température	18.4 C°	20.9 C°
Le pH	8.65	8.55
Conductivité	1069 $\mu\text{s/cm}$	1097 $\mu\text{s/cm}$
O₂ dissous	23.5 mg/l	40 mg/l

1.1. La température

La température de l'eau est relativement chaude et varie entre 20,9°C pour la première station et 18,4°C pour la deuxième station.

**Figure(21) :** Les variations des valeurs de la température de l'Oued Endja.

L'analyse de ce paramètre est très importante, car elle conditionne de nombreux paramètres, tels que la conductivité électrique, l'oxygène dissous et le pH, ainsi que les réactions de dégradation et minéralisation de la matière organique. L'élévation de la

température s'accompagne toujours d'une modification des propriétés de l'eau, la densité et la viscosité (Rodier et *al.*, 2005).

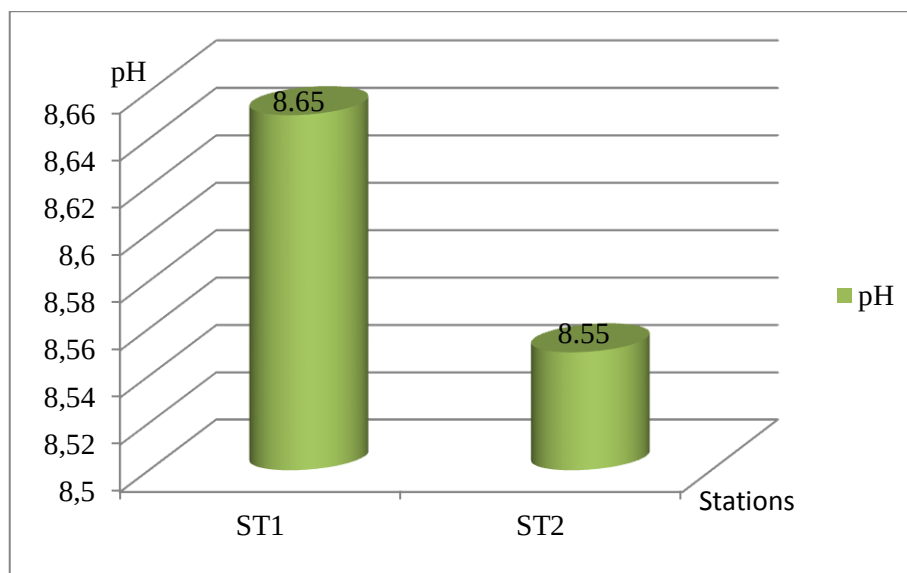
D'après Masson, (1988), nos résultats montrent une température de bonne qualité pour la première station et de qualité normale pour la deuxième station. Se sont des températures saisonnières.

Tableau (8) : Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température (Masson, 1988).

Température	Qualité
$\leq 20\text{ C}^{\circ}$	Normale
$20\text{ C}^{\circ} - 22\text{ C}^{\circ}$	Bonne
$22\text{ C}^{\circ} - 25\text{ C}^{\circ}$	Moyenne
$25\text{ C}^{\circ} - 30\text{ C}^{\circ}$	Médiocre
$\geq 30\text{ C}^{\circ}$	Mauvaise

1.2. Le pH

Le pH est limité entre 8.65 pour la première station et 8.55 pour la deuxième station.



Figure(22) : Variation de pH de l'oued entre les deux stations.

Selon Rodier et *al.*, (2005), le pH 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.

La zone de pH favorable se situe entre 6 et 7,2. Toutefois, cette valeur ne doit pas être séparée de celle des autres paramètres (température, oxygène dissous, salinité, etc.). Et on obtiendra de bons résultats si l'écart varie entre 6,5 et 8,5.

Dans notre cas le pH des eaux de l'oued Endja indique des eaux alcalines pour les deux stations, qui marquent une bonne qualité en amont et de mauvaise qualité en aval.

1.3. La conductivité

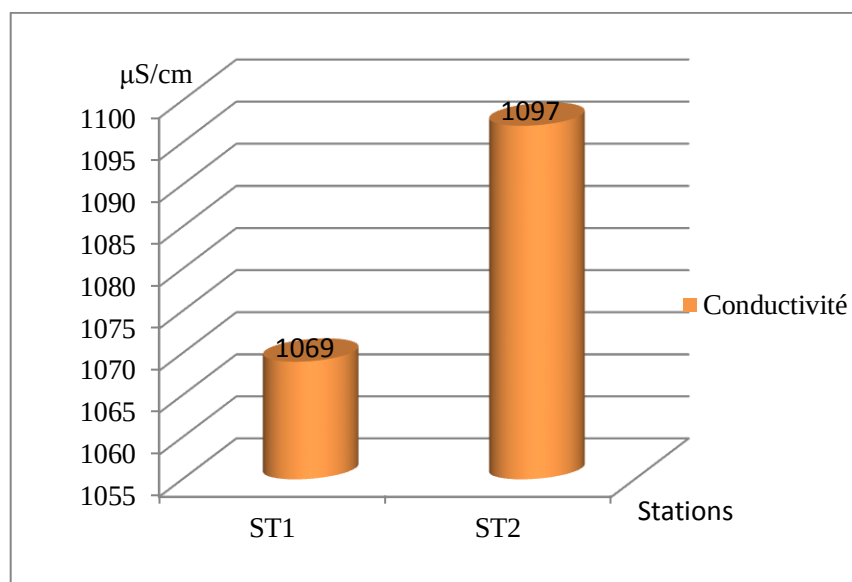


Figure (23) : Variation des valeurs de la conductivité de l'oued Endja.

La valeur de la conductivité électrique enregistrée le long de l'oued est de 1069 $\mu\text{S/cm}$ pour la station amont ST1, puis elle augmente progressivement pour la station aval S2 qui enregistre une valeur de 1097 $\mu\text{S/cm}$.

Plusieurs auteurs (Bremond et Vuichard, 1973 in Djeddi 2007 ; Rodier, 1984) ont défini la conductivité électrique d'une eau comme étant la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques, elle s'exprime en $\mu\text{S/cm}$. La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution.

Les valeurs de conductivité électrique élevées traduisent une minéralisation importante et indiquent ainsi une certaine richesse en sels (Gaujous, 1995) et c'est le cas de nos résultats.

Selon Rodier 2005, il est possible de classer les eaux d'après la conductivité spécifique à 25 °C (CE 25°C) en:

CE 25°C < 250µS/cm : eau non salines,

250 < CE 25°C < 750µS/cm : eau à salinité moyenne,

750 < CE 25°C < 2250µS/cm : eau à forte salinité,

2250 < CE 25°C < 5000µS/cm : eau à très forte salinité,

5000 < CE 25°C < 20000µS/cm : eau à salinité excessive.

D'après cette norme les eaux de l'oued Endja sont des eaux à forte salinité.

1.4. L'oxygène dissous

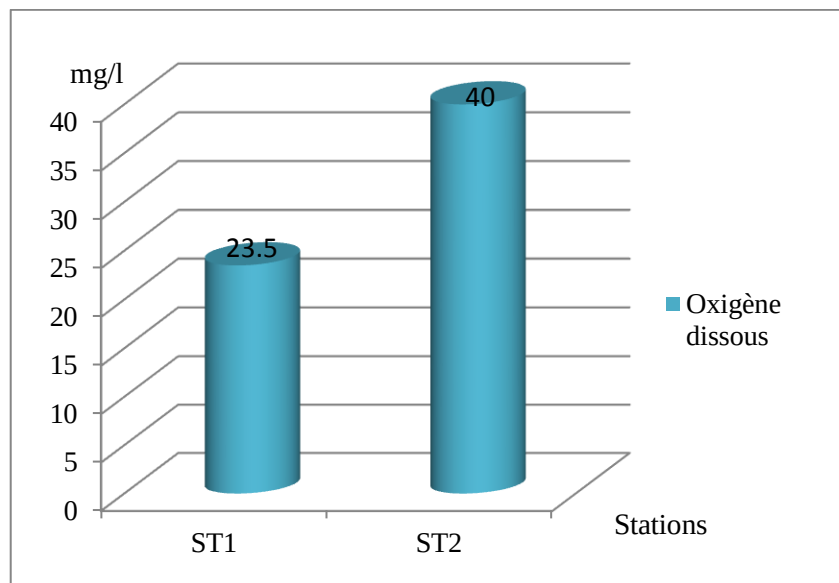


Figure (24) : Variation de l'oxygène dissous de l'oued entre les deux stations.

L'histogramme montre les variations des teneurs en oxygène dissous des deux stations, 23.5 mg/l en amont et 40 mg/l en aval.

L'oxygène 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'autoépuration et de préservation de la vie aquatique (Gaujous, 1995).

Il est l'un des facteurs écologiques importants qui nous permet d'estimer la qualité des eaux.

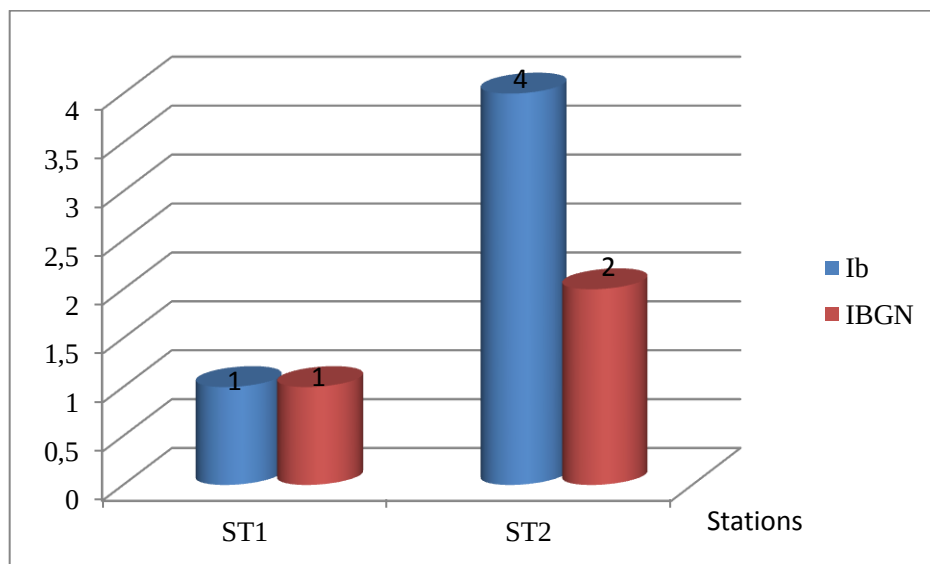
Selon (Oms, 1989), les valeurs de l'oxygène dissous qui indiquent à une bonne qualité des eaux sont de 5 à 7.

Tableau (9): Qualité des eaux en fonction de % de saturation en O₂ (Masson 1988).

O ₂ % de saturation	La qualité
≥ 90	Excellente
70 à 90	Bonne
50 à 70	Passable
≤ 50	Médiocre

Pour notre étude, nous avons marqué des forts teneurs, indiquant une qualité excellente pour les deux stations.

IV.2. Paramètres biologiques



Figure(25) : Variation de l'indice de l'oued entre les deux stations selon Tuffry et Verneau et par l'IBGN.

Après le calcul de l'indice biotique selon la méthode de Tuffry et Verneau qui est très ancienne, nous avons trouvés qu'il est égale à 1 pour la première station qui se situe en amont, puis l'indice augmente en aval pour la deuxième station (Ib = 4). En revanche,

l'indice biotiquereste le même pour la première station et il est de 2 pour la deuxième station, si on le calcul par la méthode de l'IBGN qui est le plus récente et le plus précise.

Tableau(10): Liste des macroinvertébrés récoltés et calcul de l'indice biotique de l'oued Endja selon Tuffry et Verneau et l'IBGN.

Unités systématiques		Zone d'étude	
		ST1	ST2
Ephéméroptère	Baetidae		×
	Calopterygidae		×
Odonate	Gomphidae		×
Diptères	Chironomidae	×	×
Tipulidae			×
Nombre d'unités systématiques		1	5
Indice biotique	Tuffry et Verneaux	1	4
	IBGN	1	2

Nous remarquons la présence des familles les plus résistantes à la pollution (les Chinoromidaes) dans la première station (ST1). Bien que les plus sensibles à la pollution tels que les Ephéméroptères représentés par deux familles (Baetidae et Calopterygidae), sont présents dans la deuxième station (ST2).

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 Syrphidées 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 (Touzin D, 2008).

C'est le même cas dans notre étude puisque nous avons trouvé pour la première station ou l'indice est très faible $Ib=1$, les Chironomidae qui indiquent une mauvaise qualité. Alors que pour la deuxième station, nous remarquons la présence de la famille d'Ephéméroptères qui indique des eaux moyennement polluées (l'indice $Ib=4$).

D'après Amblard C et *al.*, (2008), la présence de bétail ou de zones cultivées en bordure des cours d'eau permet de repérer les rejets diffus, bien connus pour affecter les peuplements de macroinvertébrés. Cela confirme nos résultats concernant la première station, située près des cultures sous serre. Cette station montre un degré très élevé de la pollution organique selon Ben moussa, (2013).

Tableau(11): Résultats de l'IBGN associés à une couleur

IBGN	≥ 17	16 - 13	12 - 9	8 - 5	$4 \leq$
Qualité	Très bonne	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très Mauvaise
Code couleur (cartography)	Bleu	Vert	Jaune	Orangé	Rouge

Source:(Van Overmeiren, 2008).

D'après ce tableau nous concluons que la qualité de l'eau de l'Oued Endja est très mauvaise.

Il convient de faire la synthèse entre les informations sur la consommation d'invertébrés par les poissons et leur abondance et de s'interroger sur les possibilités pour cette faune benthique d'assurer effectivement l'alimentation de la communauté piscicole.

En effet, les différents groupes d'invertébrés benthiques présentent des sensibilités variables aux pollutions : élevée pour les crevettes et les mollusques, intermédiaires pour les annélides et les petits crustacés, faible sinon nulle pour les insectes. Il s'agit également des grands groupes pris en compte dans l'étude de l'alimentation des poissons. Il convient donc de considérer l'importance relative de chacun d'eux dans la chaîne trophique car conditionnant et laissant présager de la fragilité de l'écosystème dans son ensemble face aux menaces des pollutions et de l'eutrophisation (Gnoghossou, 2006).

Nous avons remarqué la présence des poissons dans la station amont(ST1), ce qui explique la faible densité des macroinvertébrés mentionnée par un nombre d'unités systématiques assez faibles.

Conclusion

Pour étudier la qualité écologique des écosystèmes aquatiques, différents compartiments peuvent être explorés comme les diatomées, les macroinvertébrés, les oligochètes, la communauté microbienne, et les poissons. De par leurs caractéristiques intégratrices des perturbations du milieu, ils constituent ce que l'on appelle des indicateurs biologiques ou bioindicateurs.

Les macroinvertébrés benthiques vivants au fond des ruisseaux, rivières, lac ou marais, ce sont principalement des vers, des crustacés, des mollusques et des insectes.

Les communautés des macroinvertébrés sont très sensibles à la variabilité environnementale. Par conséquent, la diversité des espèces présentes et leur abondance peut apporter des indications importantes sur la qualité du milieu aquatique.

L'utilisation de variables biologiques progressivement imposée comme moyen d'apprécier la qualité globale des eaux des écosystèmes aquatiques car elles présentent une complémentarité par rapport aux variables physico – chimiques.

Pour cela, notre travail a porté sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et biologique de l'oued Endja qui est l'une des ressources en eau les plus importantes de la région de Mila.

Les résultats des paramètres physico-chimiques montrent: des températures saisonnières avec une température de bonne qualité pour la première station et de qualité normale pour la deuxième station, des pH alcalins, qui marquent une bonne qualité en amont et de mauvaise qualité en aval, des conductivités électriques élevées indiquant des eaux à forte salinité et des fortes teneurs en oxygène dissous qui marque une qualité médiocre pour les deux stations. ce qui reflète une qualité d'eau affectée par une pollution, probablement, de nature organique.

Les résultats obtenus pour les paramètres biologiques enregistrent la présence des familles les plus résistantes à la pollution (les Chinoromidaes) dans la station amont. Bien que les plus sensibles à la pollution tels que les Ephéméroptères représentés par deux familles (Baetidae et Calopterygidae), sont présents dans la station aval. Ce qui reflète des eaux de mauvaise qualité surtout pour la station amont (présence des cultures sous serres) due probablement à une pollution organique.

Vue nos résultats, on peut dire que les eaux de l'Oued Endja sont affectées par une pollution de nature urbaine, qui a altéré la qualité physico-chimique et biologique de ces eaux.

Références bibliographiques

Amblard C., Lair N., Peiry J., Perrin J-F., Castella E., Piégay H. (2008). Bio-évaluation de la qualité de l'eau : établissement d'un protocole d'échantillonnage simplifié, basé sur la collecte des macroinvertébrés benthiques sur les seuils des rivières à charge de fond graveleuse, audebeauger. 109 p.

Arrignon J 1989 in Frank.,(2002). arrignon J. Amenagement piscicole des eaux douces, Edition Tec et DOC. Analyse des eaux. 56 p.

Aurèle P.,(2009). Géologie, bases pour l'ingénieur. 2ème édition, revue et augmentée, Paris.223 p.

Belabed F., Bouridane M., Merial I.(2004).Contribution à l'estimation des paramètres physico-chimique des eaux de l'oued djendjen wilaya de Jijel. En vue de l'obtention du diplôme d'étude universitaire appliqué (D-E-U-A). 5-6 p.

Ben moussa A.,Chahlaoui A., Rour E., Chahboune M. (2013). Diversité taxonomique et structure de la macrofaune benthique des eaux superficielles de l'oued khoumane. Moulay idriss Zerhoun, Maroc Université Moulay, Maroc.184 p.

Berlemont D., benoît T., florence B., Berliment M., lauters M. (2008). Étude du réseau hydraulique de la station biologique de paimpont. 6 p.

Botta A., Bellon L. (2004).pollution chimiques de l'eaux et santé humaine. Servicede médecine et santé au travail. Commission européenne. 18-19 p.

Bouchareb N. (2013). Transferts et géochimie de lazote. Du phosphore et du silicium des bassines versent d'Oued Kebire -Rhoul, KEBIRouest et Saf-Saf au littoral Université Badji Mokhtar-Annaba. 28 p.

Boucheseiche C., Cremille E., Pelte., Pojer K. (2002). Guide technique n° 7 – Pollution Toxique et écotoxicologie. Agence de l'Eau Artois Picardie. 11p.

Boughliba S., Boudjriou F., Kerbach A., Maghzili R.(2010). Suivi de la qualité des eaux usées et épurées au niveau de laboratoire de la Step de Sidi marouane.8 p.

Bremont., vuichard. (1973)., Les paramètres de la qualité de l'eau. Ed. La documentation Française. Paris.173 p.

Bousseboua H. (2005). Bousseboua H, Elément de microbiologie, 2eme Edition, 18-279 p.

Brouillette D., Ouellet M. (2003). Guide pour l'évaluation de la qualité bactériologique de l'eau en lac, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs. Canada, Québec Montréal. 8-22 p.

Carnevale E., Frei A., Garcia D., Coppel G. (2006). Impacts des activités et des intrants agricoles (engrais, pesticides, déchets, etc.) sur les eaux situées en aval des exploitations. Haute école de gestion de Genève Suisse. 16 p.

Faurie C., Ferra C., Médou P., Dévaux J., Hemptinne J.L. (2012). Ecologie, approche scientifique et pratique, 6^e édition, 354 p.

Coulibaly K. (2005). Etude de la qualité physico-chimique bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako, Université de Bamako, Mali. 19 p.

Detaille J., Ferrari R., Garufo S., Granatorowicz D., Halusiak E., Ledent C., Ledoupe E., Stegen C., Ucyeye H., Warnier L. (2013). L'épuration de l'eau dossier pédagogique. 2 p.

Devillers J., Squilbin., Yourssowsky., Novembre. (2005). Les paramètres physico-chimiques Paris. 1-2P.

Di Benedetto M. (1997). Méthodes spectrométriques d'analyse et de caractérisation. Les métaux lourds. École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne. 49p.

Diren L. (2007). Comparaison de deux pratiques d'échantillonnage des macroinvertébrés aquatiques en rivière, (agitation et récolte du support). France. 5– 6 p.

Djeddi H. (2007). Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Université Mentouri Constantine. 98-105 p.

Djennas N., Mecharbet S., Mimeche S. (2003). Contribution à l'étude de la pollution des eaux d'Oued Mouttas, DUEA en biologie, univ Jijel. 32 p.

Doumont D., Libion F. (2006). Impact différents polluants quels effets à court, moyen et long terme, En collaboration et pour le cabinet de la Ministre de l'Enfance, Faculté de Médecine, Université Catholique de Louvain France. 20 p.

Dreal L. (2011). Des eaux superficielles pleines de vie. Laboratoire d'hydrobiologie. France. 2 p.

Foussard., Etcheber. (2011). Proposition d'une stratégie de surveillance des paramètres physico-chimique pour les entières de la saine, se la loire et de la gironde Université. Bordeaux. France. 5 p.

Frank R. 2002. Analyse des eaux. Edition, Tec et DOC, 18-188 p.

Gaëtan V., (2008). « Comparaison de la potentialité et de la vulnérabilité de plusieurs sources dans le bassin du Viroin » en vue de l'obtention du grade académique de Master en Sciences et Gestion de l'Environnement Université Libre de Bruxelles. 45 p.

Galax E., Landry Y. (2009). La gouvernance de la biodiversité marine et côtière dans le golfe de guinée. Diplôme, Division des Affaires Juridiques et des Traités. Ministère des Relations Extérieures. Cameroun. 7 p.

Gaujous D. (1995). La pollution des milieux aquatiques ; aide mémoire. Ed. Techniques et documentations. Lavoisier. Paris, 220p.

Gauthier F. (2002). Biofilmes et qualité biologique de l'eau potable au cours de sa distribution. Université de Bicardie. 19-49 p.

Gisèle B. (2007). Pollution des eaux des rivières et impact sur les populations riveraines. Université de Dschang, Cameroun, en gestion de l'eau. 6-117 p.

Gnossou P. (2006). La faune benthique d'une lagune côtière africaine (le lac Nokoué au Bénin, diversité, abondance, variation, temporelles et spatiales. l'Institut National Polytechnique de Toulouse. 128,132 p.

Goaziou Y. (2004). Méthodes de validation de l'intégrité biotique du milieu aquatique basses sur les macroinvertébrés benthiques – rapport de stage Ministère de l'Environnement Québec. Canada. 4-5 p.

Kerdoud S. (2006). Le bassin versant de Beni Haroun eau et pollution. Présenté pour l'obtention du Diplôme de magister ; Université Mentouri- Constantine. 7-31 p

Krejciv V., Frutiger A., Kreikenbaum S., Rossi L. (2005). Impact des rejets pluviaux urbains sur les milieux Récepteurs, Suisse. 2 p.

Laurent F., Dupont N. (2011). L'eau Dans Le Milieu. Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage des Conditions Initiales à l'Identique : <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/.7p>.

Lothaire Z. (2000). Pollution et épuration des eaux. Texte de la 287e conférence de l'Université de tous les savoirs donnée le 13 octobre 2000. 11 p.

Madoui F., Sahraoui M. (2011). Etude de l'impact des caractères physico-chimiques sur la communauté algale des cours d'eaux de la région d'oued Athmenia. pp 11.

Marami R., Kacimi M., Boularak M. (2008). Les mouvements de terrain dans la region de Mila (Algérie nord-orientale) : impact sur les infrastructures Université de Constantine, Algérie. 51 p.

Marchand M., Tissier C., Tixier C., Tronczynski V. (2004). Les contaminants chimiques dans la Directive Cadre sur l'Eau, centreifremer de nantes. 5 p.

Masson J. P.(1988). Suivi de la qualité des eaux superficielles : l'expérience française..Palazzo dei Congressi. 99-100 p.

Mebarki A., Benabbas C., Grecu F. (2008).le système « Beni -Haroun » (Oued kebir - Rhumel, Algeria): aménagements hydraulique et contraintes morpho-geologiques Algérie. 41 p.

Melghit M.(2010). Qualité physico-chimique, pollution organique et métalliquedes compartiments Eau / Sédiments de l'Oued Rhumel,et des barrages Hammam Grouz et Beni Haroun, Mémoire ,diplôme de : Magistère en Ecologie ,Université Mentouri de Constantine. 42 p.

Melhaoui M. (2009). Echantillonnage et étude des macro-invertébrés de la Moulouya, Projet UICN Med/ABHM Moulouya – Maroc. 17 p.

Merabet S. (2010).Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux brutes et distribuées du barrage réservoir de Beni Haroun. Université mentouri de Constantine. 9 p.

Mireille D. (2009).Le suivi de l'intégrité éco systémique sur le territoire québécois : emplacement et avancement sur l'échiquier environnemental international. Université de Sherbrooke. Canada. 22-23 p.

Moisan J. (2008). Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec Cours d'eau peu profonds à substrat grossier. pp2-11

Molénat J., Dorioz J., Gascuel C., Gruau G. (2011). Les pollutions de l'eau dans les bassins versants agricoles : natures, sources et mécanismes de transfert. <http://agro-transfert-bretagne.univ-rennes1.fr/TerritEau/Connaissances/Polluantsdeleau>. 9p.

Osseyrane M. (2006). Stratégies d'aménagement, principes de conception et pratiques de gestion optimales pour les réseaux de drainage en milieu urbain. Guide de gestion des eaux pluviales. Montréal, Canada. 11– 12 p.

Pier Roy M. (2013). Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Direction de la santé environnementale et de la toxicologie. Institut national de santé publique du Québec. Canada. 12 p.

Ramade F. (2002). Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement, Dunod, Paris. 53 p.

Ramade F. (2005). Éléments d'écologie. Écologie appliquée. Éditions, dunod, paris. 301-317p.

Raven P.H., Berg L.R., Hassanzahl D.M. (2009). Américaine par marie pascale la ceannehancock Guy lempriere, 6édition, 97-98P.

Raymond D. Janvier.(1990). Le traitement des eaux. 2eme édition, revue et enrichie, Paris. 6 p.

Reyjol Y., Spyrtos V., Laurent B. (2013). Bioindication : des outils pour évaluer l'état écologique des milieux aquatiques. France. 6 p.

Ritter L., Solomon K., Forget J., Stemmeroff M., Leary C. (1995). Les Polluants Organiques Persistants. Le Programme international sur la sécurité des substances chimiques dans le cadre du et Programme interorganisations de gestion écologiquement rationnelle des produits chimiques Canada. 56p.

Rodier J. (1984). Analyse de l'eau: Eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. Ed, Dunod, Bordas. Paris. 7eme edition, 1365p.

Rodier J., Bazin C., Bourtin J.P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L. (2005). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed. Dunod, Paris. 8eme edition, 1383p.

Rodier J., Legube B., Merlet N. (2009). L'analyse de L'eau. 9e Edition, Dunod, Paris. 33-35p.

RodolpheV. (2012). Icroflore et macroinvertébrés de nos rivières, un indicateur du bon état, Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie d'Île-de-France. 9– 23 p.

Sahli L. (2012). Etude du comportement de quelques espèces floristiques et faunistiques des écosystèmes aquatiques vis-à-vis des éléments traces métalliques par des bioessais Présentée. Université Mentouri de Constantine. 34 p.

Segana J. (2001). Une ressource indispensable: l'eau, quelques documents complémentaires. 08 p.

TouatiM. (2002). Consommation D'eau par Les Secteurs Industriels. Étude conduite par Planiste France pour le compte du Ministère de l'Écologie et du Développement durable Direction des Études et de l'Évaluation Environnementale Sous-directions des Politiques Environnementales. 97 p.

Touzin D.(2008). Utilisation des macroinvertébrés benthiques pour évaluer la dégradation de la qualité de l'eau des rivières au Québec. En collaboration avec Michèle Roy, agr.-entom. Ph. D. 28 février 2008. 11-32 p.

Vaillant J.R. (1974). Perfectionnements et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires, eaux usée urbaines, eaux résiduaires industrielles. Ed. Eyrolles.21-22 p.

Présente par : BOUHANNECHE Fatima
HAMMADA Louans

Promoteur : DJADDI Hamssa.

RESUME

L'objectif de notre travail est d'évaluer la qualité des eaux de l'Oued Endja, par des paramètres physico-chimiques (la température, le pH, la conductivité et l'oxygène dissous) et biologiques basées sur deux méthodes: la première méthode française est celle des « indices biotiques » proposée en 1967 par Tuffry et Verneaux et inspirée des travaux anglais, et la deuxième est celle de l'Indice Biotique Globale Normalisé (IBGN) 1992.

Les analyses physico-chimiques montrent des températures saisonnières, peut élever enregistrées pour les deux stations de prélèvement, avec un pH alcalins, une conductivité électrique indiquant des eaux à forte salinité, ainsi que des fortes teneurs en oxygène dissous.

L'analyse de la faune macroinvertébrés benthiques et le calcul de l'indice biotique selon les deux méthodes Tuffry et verneaux, et l'IBGN montre une pollution évidente pour les eaux de l'oued Endja.

Après cette étude nous concluons que les eaux de Oued Endja sont polluées, et en amont beaucoup plus que l'aval.

Les mots clés: Eau, Pollution, Macro-invertébré, Indice biotique, Qualité biologique.

الملخص

الهدف من دراستنا هو تقييم نوعية مياه واد النجاء، من خلال الخصائص الفيزيوكيميائية (درجة الحرارة، درجة الحموضة، الموصلية والأوكسجين المذاب) والبيولوجية بناء على طريقتين: الأولى فرنسية وهي " المؤشرات الحيوية " المقترحة في عام 1967 من قبل Tuffry et Verneaux و الموحات من أعمال إنجليزية، والثانية هي المؤشر الحيوي الإجمالي الموحد 1992 (IBGN).

أظهرت التحاليل الفيزيوكيميائية درجات حرارة موسمية قد سجلت في كل من محطتي أخذ العينات مع درجة حموضة قلوية، توصيل كهربائي يشير إلى مياه ذات ملوحة عالية و تشبع بكمية الأكسجين المذاب في الماء. وتبين تحاليل اللافقاريات المائية macroinvertebrate وحساب المؤشر الحيوي على طريقتين و Tuffry Verneaux و IBGN تلوث واضح لمياه واد النجاء. بعد هذه الدراسة نستنتج أن مياه واد النجاء ملوثة و في المنبع أكثر منه فيا لمصب. **الكلمات المفتاحية:** المؤشر الحيوي، التلوث، macroinvertébrés، الماء، النوعية البيولوجية.

Summary:

The objective of our study was to evaluate the water quality of the Oued Endja, by physico-chemical parameters (temperature, pH, conductivity and dissolved oxygen) and biological based on two methods: the first French method is the " biotic indices " proposed in 1967 by Tuffry and Verneaux English and inspired the English works, and the second is that of biotic Index Global Standardized (IBGN) 1992.

The physico-chemical analyzes showed seasonal temperatures recorded for the two sampling stations, with an alkaline pH, electrical conductivity indicating to a high salinity of the waters, and High levels for dissolved oxygen.

The analysis of benthic macroinvertebrate fauna and the calculated the biotic index by the two methods and Tuffry and Verneaux, and IBGN shows an obvious pollution to waters of the Oued Endja .

After this study we conclude that the waters of Oued Endja are polluted and upstream more than downstream.

Keywords: Water, Pollution, Macroinvertebrates, Indic biotic, Quality biology.