



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature
et de la vie
Département des sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques

Référence / 2018

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté et soutenu par :
AZZOUZ Belkacem

Le :mercredi 30 juin 2021

Qualité physico-chimique et biologique des oueds du Nord d'Afrique

Jury :

M. GUEMAZ Fateh	MAA Université de Biskra	Président
Mme. BEBBA Nadjat	MCB Université de Biskra	Rapporteur
Mme. BENAMEUR Nassima	MCB Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2020 - 2021

Remerciements

Ce travail ne peut pas être ce qu'il est, sans l'aide de Dieu de la connaissance qu'il m'a donné la force d'accomplir.

Tout d'abord, j'exprime mes profonds remerciements et ma vitalité de reconnaissance à mon mentor, Dr. Najat BEBBA, qui a soutenu la production de ce travail avec d'excellents conseils et directives scientifiques et un suivi continu pour mon succès.

Je remercie les membres du jury qui ont accepté de travailler en approuvant et en évaluant ce travail.

Je remercie encore tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, même avec des mots de motivation, à la réalisation de ce modeste travail. Je devrai remercier tous les pionniers de mon estimé collège, depuis le personnel de direction et les professeurs et du haut de la pyramide jusqu'à la fin.

En fin de compte, ils ont accepté ma plus haute considération et mon plus grand respect.

Dédicace

Je dédie cet humble travail :

A mes frères Mohamed et Saïd

pour toute ma famille

*A tous mes amis (Ghani Zaïani - Abd el Moumen Elille - Youssef Derrar -
Meftah Chalagha - Messaoud Wuahab - Zouhair Aouisi - Sayeh Mehenni
Mounir Mahboub - Saïd djaïleh - Lazhar Houili - Salah Abbasi - Amin
Chagra - Yassin Barb, Yassine Senina) et mes sœurs Lemguedrez Aya, Fllali
Souhaïla et Hani Iman Nour El Yakin.*

à tous mes amis

J'exprime mes sincères remerciements et ma gratitude à

*Leurs encouragements et leur soutien constants, sans lesquels je n'aurais pas
pu terminer mes études.*

Table des matières

Liste des tableaux	I
Liste des figures	II
Liste des abréviations	III
Introduction générale	1
Partie 1 : Synthèse bibliographique	3

Chapitre 01 : Généralités sur les Oueds

1.1. Introduction	3
1.2. Eaux des surfaces	3
1.3. Types des eaux de surface	3
1.3.1. Eaux lotiques	3
1.3.2. Eaux lentiques	3
1.3.3. Eaux artificielles	3
1.4. Cours d'eau	4
1.4.1. Oued :	4
1.4.2. Cours d'eau.....	4
1.5. Termes principaux	4
1.5.1. Canal.....	4
1.5.2. Avant et amont	4
1.5.3. Rives gauche et droite	4
1.5.4. Vue transversale d'un cours d'eau (Oued).....	5
1.5.5. Vue longitudinale d'un cours d'eau (Oued)	6
1.6. Qualité de l'eau.....	7
1.6.1. Qualité organoleptique.....	7
1.6.2. Qualité physico-chimique.....	8
1.6.3. Qualité biologique	12
Partie 2 : Partie expérimentale	14

Chapitre 02 : Matériel et méthodes

2.1. Objectif et démarche pratique	14
2.2. Matériel et méthodes	14
2.3. Régions d'étude	14
2.4. Choix et description des stations d'études.....	16
2.5. L'échantillonnage	16

2.6. Matériel utilisés	17
2.7. Etude de la qualité physico-chimique des eaux	18
2.7.1. Paramètres mésologiques	18
2.7.2. Paramètres chimiques	18
2.8. Etude de la qualité biologique.....	19
2.8.1. Technique d'échantillonnage	19
2.8.2. Pré-tri et conservation des échantillons.....	20
2.8.3. Tri et Identification des macro-invertébrés benthiques au laboratoire	20
2.9. Analyse des données	21
2.9.1. Indices Ecologiques	21
2.9.1. Indices Biologiques	23
2.9.2. Indice d'Ephéméroptères Trichoptères et Odonates(ETO).....	24
2.9.3. Indice de racleur/filtreur-collecteur (Rc/FC)	24
2.9.4. Pourcentage des dominants.....	24
2.10. Méthode BMWP	24
2.11. Méthode IBGN.....	25
Chapitre 03 : Résultats et discussion	27
3.1. Etude analytique et comparative des résultats	26
Discussion	36
Conclusion	38
Références Bibliographiques.....	40
Résumé.....	44

Liste des tableaux

Tableau 01: Classification des eaux selon la conductivité	9
Tableau 02: Classes de turbidités usuelles (NTU, néphélobimétrie turbidity unity)	9
Tableau 03: Relation entre dureté de l'eau et concentration équivalente en CaCO ₃	11
Tableau 04 : Gamme de qualité IBGN	13
Tableau 05 : Comparaison des méthodes utilisées dans différentes oueds en Algérie à celles d'autres régions du Maghreb et Tunisie.....	16
Tableau 06 : Qualité de l'eau en fonction de l'indice IBMWP.	25
Tableau 07 : Limites de classes de la grille de la qualité de l'IBGN	26
Tableau 08 : Paramètres physicochimiques des oueds en Algérie ,Tunisie et Maroc	26
Tableau 09 : Extrait de la grille générale de la qualité physico-chimique utilisée pour la classification des eaux des oueds	Error! Bookmark not defined.
Tableau 10 : Comparaison de la richesse spécifique (par famille) des Macro invertébrés des Oueds d'Algérie à celles d'autres régions du Maghreb.....	30

Liste des figures

Figure 01 : Coupe transversale d'un cours d'eau	5
Figure 02 : Berge d'un cours d'eau	6
Figure 03 : Concept de corridor d'un cours d'eau	7
Figure 04 : Sites d'échantillonnages de l'oued Djedir (Djelfa).	14
Figure 05 : Pollution par les déchets organiques au niveau d'Eloueslatia dans l'oued Maarouf.	15
Figure 06 : Oued Khoumane au voisinage de La ville de Moulay Idrisse Zerhounne	15
Figure 07 : Un filet de Havneau (Khadraoui et Smail, 2018).	21
Figure 08 : Récupération des échantillons dans un bac (Khadraoui et Smail, 2018).	21

Liste des abréviations

BMWP: Biological Monitoring Working Party

CE : Conductivité Electrique

DBO5 : Demande Biochimique en Oxygène

ETO : L'Indice d'Ephéméroptères Trichoptères et Odonates

IB : Indice Biotique

IBGN: Indice Biologique Globale Normalisé

IBG-RCS : l'Indice Biologique Global des Réseaux de Contrôle et de Surveillance

MES : Matières En Suspension

mHBI : L'indice Biotique de Hilsenhoff modifié

NTU : Néphélométrie turbidity unity

OD : Oxygène Dissous

Rc/FC : L'indice de racleur/filtreur-collecteur

RS : Résidu Sec

TA : Titre Alcalimétrique

TAC : Titre Alcalimétrique Complet

TH : Dureté Totale

Introduction générale

Introduction générale

La qualité des eaux dans le monde a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets industriels non contrôlés et l'utilisation intensive des engrais chimiques en agriculture. Ces derniers induisant une modification chimique de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités (Rouabhia *et al.*, 2004 ; Rouabhia *et al.*, 2010). De nombreux travaux se sont aussi focalisés sur l'étude des différents effets des rejets industriels et urbains sur l'évolution de la qualité des eaux de surface et la pollution des écosystèmes aquatiques continentaux (Djabri *et al.*, 1996 ; Walling *et al.*, 2001).

En effet, l'eau destinée à la consommation humaine ne présente qu'une petite portion égale à moins de 1% des eaux du globe terrestre. Cet élément vital principalement trouvé dans les rivières et les cours d'eau avec un pourcentage de 0,006% est d'une importance indéniable et obligatoire à la vie des écosystèmes mondiaux (Malmqvist et Rundle, 2002).

Par conséquent, il est indispensable de pouvoir détecter la qualité des eaux des oueds, suivre l'évolution de cette qualité au cours du temps, afin de prévoir et prévenir ses retentissements sur la santé et l'environnement. Les méthodes et techniques pour diagnostiquer cette qualité doivent être efficaces, rapides et fiables.

Les méthodes d'analyse de la qualité de l'eau incluent la caractérisation des paramètres physico-chimiques et biologiques. Les paramètres physiques incluent la température, la vitesse du courant et la conductivité (Nasseh *et al.*, 1996 ; Markovics *et al.*, 2010). Les paramètres chimiques comprennent le pH, le taux des minéraux et métaux (Boughriba, 2006). Tandis que l'analyse biologique consiste à l'utilisation d'organismes aquatiques comme témoins de la capacité de l'eau à maintenir et entretenir la vie. Les êtres vivants sont en effet des réactifs infiniment complexes capables de détecter un bien plus grand nombre d'anomalies qu'un simple réactif chimique (Rodier, 2009).

Les Macro invertébrés benthiques sont des organismes animaux visibles à l'œil nu tels que les insectes, les mollusques, les crustacés et les vers qui habitent le fond des cours d'eau et des lacs (Tachet *et al.*, 2006). Ils constituent un important maillon de la chaîne alimentaire des milieux aquatiques, car ils sont une source de nourriture primaire pour plusieurs espèces de poissons et d'oiseaux (Barbour *et al.*, 1996 ; Tachet *et al.*, 2006). De plus, les macro-

invertébrés participent activement dans la transformation de la matière organique (décomposition des feuilles, bois,...).

Les macro invertébrés sont de bons bio indicateurs en raison de leur sédentarité, leur grande diversité et leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat (Moisan *et al.*, 2008). et reflètent particulièrement bien l'état écologique du cours d'eau en réagissant très vite aux changements survenant dans leur environnement.

Notre objectif est de comparer la qualité physico-chimique et biologique des eaux des Oueds situés dans différentes régions de l'Algérie, du Maroc et de la Tunisie.

Ainsi, nous avons suivi la démarche suivante :

- ✓ Le premier chapitre présente quelques données bibliographiques sur les oueds ainsi que les méthodes utilisées pour déterminer la qualité de leurs eaux.
- ✓ Le deuxième chapitre consiste à une synthèse analytique de la méthodologie effectuée dans 28 articles scientifiques dont les auteurs ont intéressé par ce genre d'étude à l'échelle maghrébin.
- ✓ Le troisième chapitre représente l'étude analytique et comparative des résultats de ces articles ainsi que nos propositions et discussion pour enrichir les informations de ces genres d'étude.
- ✓ Le travail a été finalisé par une conclusion générale.

Partie 1 : Synthèse bibliographique

Chapitre 01 : Généralités sur les Oueds

1.1. Introduction

Le rejet des eaux usées dans les oueds constitue un problème qui se traduit par un déséquilibre du milieu écologique d'une part et d'autre part par la perte de ces eaux sans récupération. Ces eaux usées ont une part importante dans la dégradation du milieu récepteur et risquent de constituer à l'avenir la cause essentielle de la pénurie d'eau et des problèmes de santé publique (Ghadbane, 2003).

1.2. Eaux des surfaces

Les principales sources d'eau potable sont les eaux de surfaces. Ces eaux s'avèrent souvent impropres à la consommation en raison de la pollution générée par nos activités urbaines, industrielles et agricoles. En effet, la qualité des eaux de surface varie selon les régions et les périodes de l'année. La nature et l'intensité des activités ne permettent pas toujours au cours d'eau de diluer ou de neutraliser la pollution à un niveau acceptable, si bien que l'eau par rapport aux sources de pollution est aussi déterminant pour la qualité de l'eau. Il convient ainsi de situer la prise d'eau en amont d'une source importante de pollution (comme une ville ou une zone agricole) et de protéger cette prise d'eau en interdisant l'émission de contaminants aux alentours dans une zone d'une étendue respectable (Kouidri, 2006).

1.3. Types des eaux de surface

Trois types principaux d'eaux de surface peuvent être distingués (site web 01):

1.3.1. Les eaux lotiques

Sont les masses d'eau qui vont toujours dans le même sens que les rivières, les sources, les ruisseaux et autres cours d'eau. Si les débits d'eau sont puissants avec un courant fort, les eaux sont rhéophiles (rapides).

1.3.2. Les eaux lenticques

Appartiennent à l'eau intérieure calmes ou stagnantes, des eaux continentales, tels que Les lacs, Les lagunes, Les étangs, Les zones humides et marécages.

1.3.3. Les eaux artificielles

Qui définissent les masses d'eau de surface qui n'ont pas été modifiées par des actions anthropiques

1.4. Les Cours d'eau

Il existe un grand nombre de mots pour désigner les différents types de cours d'eau, notre étude est basée sur les oueds :

1.4.1. Oued :

Terme origine arabe. Désignant un cours d'eau temporaire dans les régions aride ou semi-arides à un régime hydrologique très irrégulier. Surtout présent dans les régions endoréiques, il s'anime lors des rares et fortes précipitations. Le plus souvent à sec, il peut connaître des crues spectaculaires, charriant d'énormes quantités de boue, qui provoquent parfois des changements de lit, c'est pourquoi on dit d'un oued qu'il roule plus qu'il ne s'écoule (Verniers, 1990 ; Tachet *et al.*, 2006).

A plus petite échelle, il existe des oueds dans les régions méditerranéennes du sud de la France connus sous le nom de <rivière cévenole> ou en Espagne de <ramblas>. De même le terme arroyo, lorsqu'utilisé selon une acception analogue à un oued, désigne un cours d'eau et plus particulièrement un ruisseau temporaire qui se remplit lorsqu'il pleut (Verniers, 1990).

1.4.2. Cours d'eau

Tout chenal dans lequel s'écoule un flux d'eau continu ou temporaire. Il est un terme général pour désigner un oued, un fleuve, une rivière, un ruisseau, un torrent. Au Québec, le cours d'eau a une définition juridique (Verniers, 1990).

1.5. Termes principaux

1.5.1. Canal

Un chenal artificiel creusé par l'homme et utilisé soit pour la navigation ou le flottage, soit pour l'irrigation ou l'assèchement de certaines régions. Les canaux suivent en général de longues lignes droites (Verniers, 1990).

1.5.2. Avant et amont

L'amont (vers la montagne) est la partie la plus élevée du cours d'eau du point de vue de l'observateur et l'aval (vers la vallée) est la partie la plus basse (Verniers, 1990).

1.5.3. Rives gauche et droite

La rive gauche et la rive droite d'un cours d'eau sont identifiées par un observateur se déplaçant dans le sens d'écoulement de l'eau, de l'amont vers l'aval (Verniers, 1990).

1.5.4. Vue transversale d'un cours d'eau (Oued)

1.5.4.1. Lit d'un oued

Le niveau d'eau et l'espace occupé par le cours d'eau varie en fonction de son débit. Un cours d'eau analysée selon sa coupe transversale (figure.1) présent une section principale occupée par les écoulements normaux (appelé lit mineur) et une plaine d'inondation occupée lorsque le cours d'eau est en crue (Verniers, 1995).

1.5.4.2. Lit mineur

Lit du cours d'eau en écoulement normal.

1.5.4.3. Lit majeur

Lit qu'occupe le cours d'eau lors des crues, incluant les zones inondées.

1.5.4.4. Lit d'étiage ou chenal d'étiage

Partie du cours d'eau occupé lors des étiages.

1.5.4.5. Plaine d'inondation

Zone de terrain inondée lors du chenal du cours d'eau lorsque le cours d'eau est en crue.

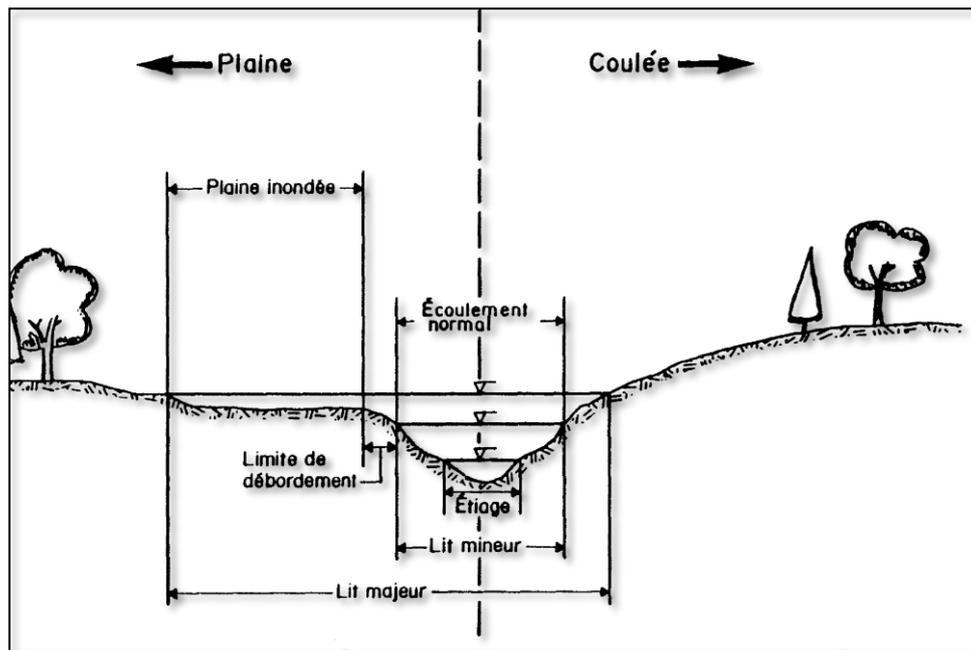


Figure 1. Coupe transversale d'un cours d'eau (Verniers, 1995).

La berge

La berge est la portion de terrain qui limite tout cours d'eau et elle est subdivisée en deux parties (figure. 2).

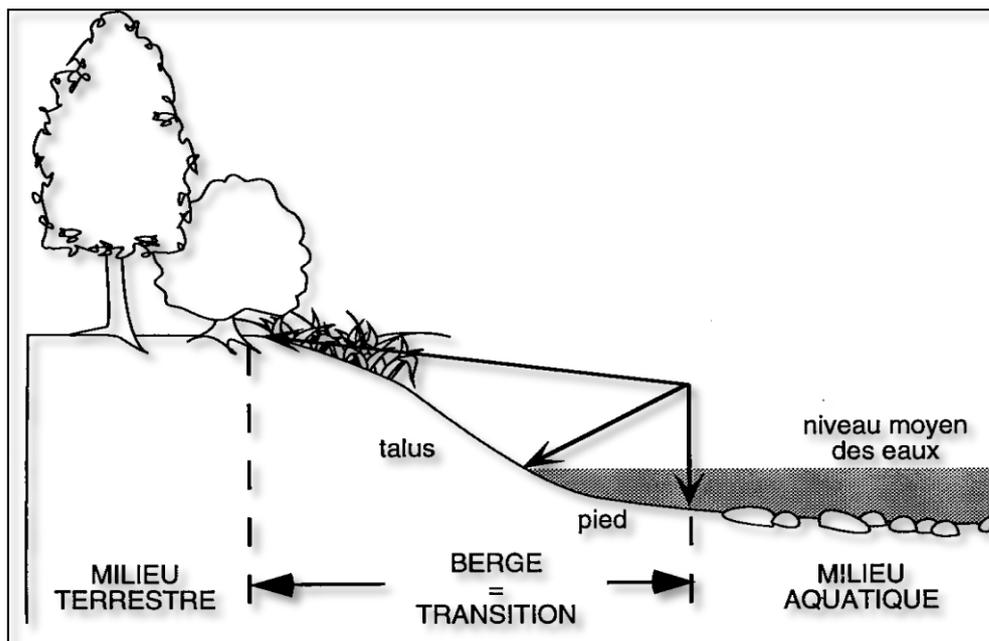


Figure 2. La berge d'un cours d'eau (Verniers, 1995).

Talus : proprement dit, qui n'est qu'occasionnellement en contact avec le courant et qui est situé au dessus du niveau moyen des eaux.

Pied de talus : la zone du talus soumise à l'action quasi permanente du courant et qui est située sous le niveau moyen des eaux.

La limite inférieure de la berge est le point le plus bas du pied (fond du lit) ; la limite supérieure étant le point le plus haut du talus au-delà duquel on considère la plaine alluviale. Ces limites déterminent ce que l'on appelle le lit mineur du cours d'eau. La berge, c'est aussi la zone de transition entre le milieu aquatique et le milieu terrestre. De par cette situation, elle possède une grande valeur écologique. En effet, la constitution d'une lisière augmente la gamme des micro-habitats favorisant de ce fait la diversité et les espèces végétales et animales.

1.5.5. Vue longitudinale d'un cours d'eau (Oued)

L'espace longitudinal et latéral qu'occupe un cours d'eau et ses composantes (chenal principal et plaine d'inondation) est appelé "corridor du cours d'eau" (figure. 3). La figure présente aussi les principaux termes utilisés (Verniers, 1995).

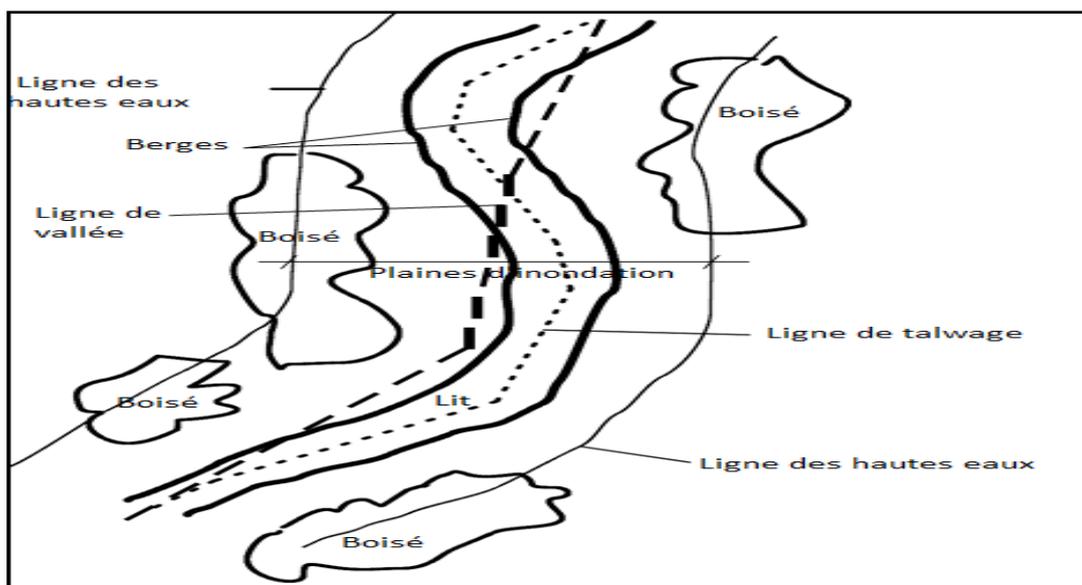


Figure 03. Concept de corridor d'un cours d'eau (Verniers, 1995).

1.6. Qualité de l'eau

1.6.1. Qualité organoleptique

Les facteurs organoleptiques (couleur, saveur, turbidité et odeur) constituent souvent les facteurs d'alerte pour une pollution sans présenter à coup sûr un risque pour la santé.

1.6.1.1. Couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité (Rodier, 2005).

1.6.1.2. Odeur

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme :

- l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.
- La qualité de cette sensation particulière est provoquée par chacune de ces substances (Rodier, 2005).

1.6.1.3. Gout et saveur

- Le gout peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lors de la boisson est dans la bouche.

- La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs (Rodier, 2005).

1.6.2. Qualité physico-chimique

1.6.2.1. Qualité physique

a) Température

C'est un facteur important pour l'activité biologique, il influence la solubilité de l'oxygène du milieu récepteur, donc son pouvoir auto épurateur. La température de l'eau dépend d'une série de facteurs (Benallou, 2004).

- Situation géographique, la saison
- La profondeur (la température des profondeurs est généralement plus faible qu'en surface)
- La couleur de l'eau (une eau sombre absorbe plus fortement la chaleur).
- Le volume de l'eau (plus le volume est élevé moins importantes sont les fluctuations de température), (Mahamat et Eskri, 2010).

b) Potentiel hydrogène

Le PH de l'eau mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établissant les différentes formes de l'acidité carbonique, et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates (Makhoukh, 2011).

c) Conductivité électrique

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. L'unité de mesure de la conductivité est siemens/cm (S/cm) : $1S/m = 10^4 \mu S/cm = 10^3 S/m$. La minéralisation de l'eau (teneur globale en espèces minérales) peut entraîner selon les cas, un goût salé (selon la nature des sels présents), une concentration de la corrosion, et les dépôts dans les tuyauteries (entartrage), (Joel, 2003).

Tableau 1. Classification des eaux selon la conductivité (Sari, 2014).

Type d'eaux	Conductivité (μ /s)	Résistivité (Ω .m)
Eau pure	<23	>30000
Eau douce	100 à 200	5000 à 10000
Eau de minéralisation moyenne	250 à 500	2000 à 40000
Eau très minéralisée	1000 à 2500	400 à 1000

d) Turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser informations visuelles sur l'eau, La turbidité de l'eau a pour origine la présence de matières en suspension (argile, limons, particules fibreuses ou organique, micro-organismes...), étant souvent lié de phénomènes pluviométriques dans les eaux superficielles et dans certaines eaux souterraines (nappes peu profondes). La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre. Et exprimées en unités et correspondent à une mesure optique de passage de lumière. D'autres unités comparables sont employées, l'unité néphalométrique de turbidité ou NTU (Joel, 2003).

Tableau 2. Classes de turbidités usuelles (NTU, néphélométrique turbidity unity) (Joel, 2003).

NTU <5	Eau claire
5 < NTU <30	Eau légèrement trouble
NTU > 500	Eau trouble

e) L'oxygène dissous

L'oxygène est l'un des paramètres particulièrement utile pour l'eau et constitue un excellent indicateur de sa qualité. C'est un des paramètres les plus sensibles à la pollution sa

valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de l'autoépuration d'un cours d'eau (Kahoul et Touhami, 2014).

f) Salinité

C'est la masse de sels (composés ioniques) dissous dans 1L d'eau. Elle s'exprime en g par Kg d'eau. Un composé ionique ou solide ionique cristallin est constitué de cations (ions chargés positivement) et d'anion (ion chargés négativement) régulièrement disposés dans l'espace. Globalement, un cristal ionique est électriquement neutre. Chaque solide ionique cristallin possède une formule statistique qui indique la nature et la proportion des ions présents sans en mentionner (Gaujous, 1995).

g) Matière en suspension

Les matières en suspension contenues dans les eaux résiduaires constituant un paramètre important qui marque généralement le degré de pollution. Ce sont des matières qui ne sont ni colloïdales, ni soluble et elles-peuvent être organique ou minérales. La présence des matières en suspension, diminue la concentration en oxygène dissous, ce qui rend les activités des micro-organismes faibles et par conséquent diminution du phénomène d'autoépuration (Felfou et Hadj, 1999).

h) Résidu sec (RS)

Le résidu sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux). Suivant le domaine d'origine de l'eau cette teneur peut varier de moins de 100mg/l (eaux provenant de massifs cristallins) à plus de 100mg/l (Khelifa et Lazali, 2015).

1.6.2.2. Qualité chimique

a. Chlorures (CL)

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux (Makhoukh, 2011).

b. Dureté totale (TH)

La dureté de l'eau est due à la présence de calcium et dans une moindre mesure, de magnésium. On l'exprime généralement en quantité équivalente de carbonate de calcium.

Tableau 3. Relation entre dureté de l'eau et concentration équivalente en CaCO_3 (Hawa, 2001).

Dureté de l'eau	Concentration en mg/l
Eau douce	0 à 60
Eau moyennement douce	60 à 120
Eau dure	120 à 180
Eau très dure	Plus de 180

Une dureté supérieure 200 mg/l peut provoquer l'entartrage CaCO_3 (excès calcaire) du système de distribution et entraîner une consommation excessive de savon avec formation d'écume. La concentration du calcium dans l'eau de consommation n'est pas généralement élevée par rapport au besoin journalier (2 g/j) (Hawa, 2001).

c. Titre alcalimétrique (TA)

La teneur en hydroxyde (OH), est la moitié de la teneur en carbonate CO_3^{2-} et un tiers environ des phosphates présents (Menad et Metadjer, 2012).

d. Titre alcalimétrique complet (TAC)

Il correspond à la teneur en ions OH, CO_3^{2-} et HCO_3^- pour des PH inférieur, à 8.3, la teneur en ions OH⁻ et CO_3^{2-} est négligeable (TA=0), dans ce cas la mesure de TAC correspondant au dosage des bicarbonates seuls (Menad et Metadjer, 2012).

e. Magnésium (Mg^{2+})

Le magnésium est plus abondant après le calcium par rapport au sodium et au potassium. Le magnésium peut avoir deux gains : Les calcaires dolomitiques qui libèrent le magnésium par dissolution, en présence du gaz carbonique. La dissolution du MgSO_4 des terrains gypseux du Trias situés au Sud (Sahraoui, 2015).

f. Calcium (Ca²⁺)

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement réparti dans la nature et en particulier dans les roches calcaire sous forme de carbonates. Est un composant majeur de la dureté totale de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Il existe surtout à l'état d'hydrogencarbonates et en quantité moindre, forme de sulfates, chlorure ect. Les eaux de bonne qualité renferment de 250 à 350 mg/l eaux qui dépassent les 500mg/l présente de sérieux inconvénient pour les usages domestique et pour l'alimentation des chaudières (Khelifa et Lazali , 2015).

g. Demande biochimique en oxygène (DBO5)

Le DBO5 est la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes présents dans un milieu pour oxyder (dégrader) les substances organiques contenues dans un échantillon d'eau maintenu dans l'obscurité, pendant 5 jours. Ce paramètre constitue un bon indicateur de la teneur en matière organique biodégradable d'une eau naturelle polluée ou d'une eau résiduaire. Deux échantillons sont nécessaires : le premier sert à la mesure de la concentration initiale en oxygène, le second à la mesure de la concentration résiduaire en oxygène au bout de 5 jours. La DBO5 est la différence entre ces 2 concentrations. Plus la différence est grande et plus le milieu est demandeur en oxygène et donc mal équilibré car les déchets à transformer sont trop importants (Khelifa et Lazali, 2015).

1.6.3. Qualité biologique

L'approche biologique se base sur l'utilisation des indices biotiques qui combinent une mesure quantitative de diversité à une mesure qualitative basée sur la présence ou l'absence des taxons sensibles à la pollution (Hilsenhoff, 1988 ; Bode *et al.*, 1991). Parmi les indices biotiques, l'Indice Biologique Global des Réseaux de Contrôle et de Surveillance (IBG-RCS) est une méthode utilisée en écologie appliquée afin de déterminer la qualité biologique d'un cours d'eau se basant sur l'étude de sa communauté.

1.6.3.1. Indice Biologique

Les méthodes biologiques tentent d'apprécier les effets de la pollution sur les organismes aquatiques plutôt que d'en déterminer les causes. Les peuplements aquatiques intégrant de façon permanent les conditions du milieu, donnent une image synthétique de la qualité générale du cours d'eau (Bouchelouche *et al.*, 2013).

a. Généralités sur IBGN

L'IBGN est un indice biologique du compartiment des invertébrés benthiques. Il s'applique aux cours d'eau dont la profondeur n'excède pas 1 m. Son protocole d'échantillonnage et sa détermination font l'objet d'une norme nationale française. L'IBGN évalue l'aptitude d'un milieu à héberger des êtres vivants en prenant en compte à la fois la richesse et la diversité des macro-invertébrés benthiques mais également la représentativité des habitats présents sur la station. Il permet d'attribuer une note de qualité biologique du milieu qui intègre l'influence de la qualité physico-chimique de l'eau et l'influence des caractéristiques morphologiques et hydrauliques du cours d'eau. Cette note varie de 0 (très mauvaise qualité) à 20 (excellente qualité) (Archambault et Dumont, 2010).

Pour une représentation cartographique des résultats, chaque tronçon du cours d'eau est affecté d'une couleur suivant la valeur de l'IBGN (tableau. 4).

Tableau 4. Gamme de qualité IBGN (Archambault et Dumont, 2010).

IBGN	≥ 17	16 -13	12 - 9	8 -5	≤ 4
Qualité	Très bonne	Bonne	moyen	Médiocre	mauvaise
Couleur	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge

Partie 2 : Partie expérimentale

Chapitre 02 : Matériel et méthodes

2.1. Objectif et démarche pratique

Notre étude a été menée sur la détermination de la qualité physico-chimique et la qualité biologique de l'eau de différents oueds pour déterminer la nature et l'impact de la pollution sur la qualité de leurs eaux.

2.2. Matériel et méthodes

La plus part des études ont utilisés le même matériel et méthodes.

2.3. Régions d'étude

Cette étude a été conduite dans différents Oueds, situés dans différentes régions de l'Algérie ; la région Nord-Est : Oued kebir (El Tarf) (Chaib et Samraoui, 2011), Oued El Abiod (Biskra) (Hafiane, *et al.*, 2013), Oued sybouse (Reggam *et al.*, 2015) ; la région Nord-centre : Oued Harrach (Bouchelouche *et al.*, 2013) (wilayates de Blida et d'Alge), Oued Djedir (Djelfa) (Sellam *et al.*, 2019), Oued Beni Azza (Blida) (Bengherbia *et al.*, 2014), Oued El Harrach (Mebarki *et al.*, 2013), Oued Djemaa (Blida) (Ouahchia *et al.*, 2019).



Figure 4. Sites d'échantillonnages de l'oued Djedir (Djelfa).

Ensuite il y a des Oueds de la Tunisie, dans la Tunisie septentrionale tels Oued Meliane (Ben Lamine *et al.*, 2011), et Oued Tinja (Ben Garali *et al.*, 2008), et dans la Tunisie centrale tel Oued Maarouf (Lahmar et Larue, 2016), Oued Medjerda (Abidi *et al.*, 2015).



Figure 05. La pollution par les déchets organiques au niveau d'Eloueslatia dans l'oued Maarouf.

Enfin il y'a des Oueds au le Maroc : Oued Beht (Nord-Ouest du Maroc) (Lamhasni et *al.*, 2017), Oued Khoumane au voisinage de La ville de Moulay Idrisse Zerhoune (Meknès) (Ben Moussa *et al.*, 2014), Oued Grou (Rabat) (Arifi *et al.*, 2018), Oued Merzeg (Casablanca) (Mounjid *et al.*, 2013), Oued Moulouya (Maroc oriental) (El Hmaidi *et al.*, 2020), Oued Za (Maroc oriental) (Fagrouch *et al.*, 2011), Oued Hassar (Casablanca) (Nahli *et al.*, 2018) et Oued Boufekrane (Meknès) (Lamrani *et al.*, 2012).



Figure 06 : Oued Khoumane au voisinage de La ville de Moulay Idrisse Zerhoune (Meknès) (site web 02).

2.4. Choix et description des stations d'études

Dans ce genre des études, une prospection préliminaire est nécessaire dans le but de choisir et de définir les sites d'échantillonnage. Ce choix s'effectue selon les caractéristiques bioclimatiques comme Oued Sahel et Oued Djedir (Sellam *et al.*, 2016), Oued El Abiod (Hafiane *et al.*, 2013), Oued El Harrach (Mebarki *et al.*, 2013), Oued sybouse (Reggam *et al.*, 2015), Oued Za (Maroc oriental) (Fagrouch *et al.*, 2011), ou selon leur bonne accessibilité même en hiver, et de leur localisation en amont ou en aval des rejets urbains ou agricoles dans l'oued Kebir-Est (Nord-Est algérien) (Chaib *et Samraoui*, 2011), Oued Beni Azza (Blida) (Bengherbia *et al.*, 2014), Oued Merzeg (Casablanca) (Mounjid *et al.*, 2013), Oued Moulouya (Maroc oriental) (El Hmaidi *et al.*, 2020), Oued Boufekrane (Meknès) (Lamrani *et al.*, 2012), Oued Tinja (Ben Garali *et al.* 2008), Oued Meliane (Ben Lamine *et al.*, 2011), Oued Maarouf (Lahmar et Larue, 2016), ou selon leurs l'éloignement par rapport à la source, sources de pollution et aussi la diversité écologique comme Oued Medjerda (Abidi *et al.*, 2015) et Oued Abdi (Beba *et al.*, 2015).

2.5. L'échantillonnage

Tableau 5. Comparaison des méthodes utilisées dans différentes oueds en Algérie à celles d'autres régions du Maghreb et Tunisie.

Paramètres	Unité	Méthodes de mesures	Références
pH		pH mètre (pH-mètre de type WTW HI 991003)	Oued El Harrach (Mebarki <i>et al.</i> , 2013), Oueds Moulouya (El Hmaidi <i>et al.</i> , 2020), Oued Boufekrane (Lamrani <i>et al.</i> , 2012), Oued Maarouf (Lahmari et Larue, 2016). Oued Za (Maroc oriental) (Fagrouch <i>et al.</i> , 2011).
Température	(C °)	Thermomètre numérique	Oued sybouse (Reggam <i>et al.</i> , 2015), oued El Harrach (Mebarki <i>et al.</i> , 2013), oued Kebir-Est (Chaib <i>et Samraoui</i> , 2011), Oued Merzeg (Mounjid <i>et al.</i> , 2013), Oued
Orthophosphates	(mg / l)	AFNOR NF T90-023 sur un échantillon filtre, par méthode colorimétrique	
Oxygène	(mg	Oxymètre de type WTW	

dissous	O ₂ /L)	Oxi 315i/SET	Moulouya(El Hmaidi <i>et al.</i> , 2020), Oued Khoumane (Ben Moussa <i>et al.</i> , 2013), Oued Boufekrane (Lamrani <i>et al.</i> , 2012), Oued Maarouf (K. Lahmari et J.P. Larue, 2016) Oued Meliane(Ben Lamine <i>et al.</i> , 2011), Oued Medjerda (Abidi <i>et al.</i> , 2015), Oued Tinja(Ben Garali <i>et al.</i> , 2008) , Oued Za (Maroc oriental) (Fagrouch <i>et al.</i> , 2011). Oued Beni Azza (Blida) (Bengherbia <i>et al.</i> , 2014)
Conductivité	(μs/cm) a 20 °C	Conductimètre de type WTW LF 330	
NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , PO ₄ ⁻³ , DCO, MO, Cl ⁻ , Mg ²⁺	(mg/l)	Dosage colorimétrique par spectrophotomètre (Hachrd, 2000).	
DBO5	(mg d'O ₂ /l)	DBO meter (Oxi Top WTW)	
Matières en Suspension (MES)	(mg/l)	Méthode de centrifugation (Hettick Zentrifugen) ou soit par Filtration sur membrane millipore (0,45 μm), passage à l'étuve et pesées (Afnor nft90-105)	

Des échantillons ont été prélevés pendant la période spécifiée pour chaque étude. (Tuffery, 1980) a montré que la nature physico-chimique des eaux et les caractéristiques mésologiques des cours d'eau expliqueraient la présence ou l'absence de certaines espèces animales ou végétales et conditionneraient leur développement.

2.6. Matériel utilisés

Le matériel expérimentale utilisé dans le travail est composé des eaux des oueds étudiés prélevé dans des bouteilles d'une capacité d'un litre, en plastique étiquetées (date de sortie et site concerné) dans laquelle on ajoute le formaldéhyde (5%) pour la conservation des échantillons, à basse température (+4°C) dans une glacière.

2.7. Etude de la qualité physico-chimique des eaux

Selon (Rodier, 1978), l'étude physico-chimique des eaux a porté sur la détermination du pH, de la température (°C), de la conductivité (C.E), des chlorures (Cl^-), des nitrates (NO_3^{2-}), des nitrites (NO_2^-), des sulfates (SO_4^{2-}), des ortho phosphates (PO_4^{3-}) et de l'oxygène dissous (O_2). Le suivi des paramètres physico-chimiques est effectué selon la technique de (Rodier *et al.*, 1996). Ces paramètres sont mentionnés dans le (tableau.5).

2.7.1. Paramètres mésologiques

Vitesse de courant : L'estimation de la vitesse du courant en utilisant un flotteur et un chronomètre. Le flotteur est posé dans le courant au milieu du cours d'eau et une mesure de temps t est prise pour parcourir une distance (d). La vitesse du courant est donc :

$$V = d/t \text{ (m} \cdot \text{s-1)}$$

Section mouillée : L'estimation de la section mouillée se fait par la mesure de la largeur moyenne L et de la profondeur moyenne P . On peut calculer la section d'une manière approximative de la façon suivante :

$$S = L \times P$$

Débit : Le débit est donc calculé par la formule :

$$Q = S \times V \text{ (m}^3 \cdot \text{s-1)}$$

2.7.2. Paramètres chimiques

2.7.2.1. Mesure des matières en suspension

Pour les mesures des matières en suspension contenues dans l'eau des oueds (comme l'étude de l'oued Méssida (Khedimallah et Saidi, 2009), ils sont utilisées la méthode par filtration. L'eau est filtrée et le poids des matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle. On fait passer 100ml d'eau de l'oued sur le disque de filtration en utilisant la pompe à vide ; puis sécher le papier filtre 150 à C° avant de passer au dessiccateur. Le filtre est séché et pesé avant et après, la différence de poids permet de connaître le poids sec total de matières en suspension dans le volume filtré correspondant.

La teneur de l'eau des matières en suspension en mg/l est donnée par l'expression :

$$\frac{(M1) - (M0) \times 1000}{V}$$

M0 : Masse du disque filtrant sans MES (mg)

M1 : Masse du disque filtrant après filtration de l'échantillon (mg)

V: Volume d'eau utilisée.

2.7.2.2. Dosage des ions nitrates (NO_3^-)

La méthode dite au salicylate de sodium indiquée par (Rodier, 1978), qui est applicable à une solution dont la teneur en nitrates est supérieure à 50 $\mu\text{g/l}$. dans cette méthode, les ions nitrates réagissent avec le salicylate de sodium en développant une coloration jaune susceptible d'un dosage colorimétrique.

L'intensité de la coloration est mesurée par le spectrophotomètre à la longueur d'onde de 420 nm d'absorption maximale.

2.7.2.3. Dosage des phosphates (PO_4^{3-})

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les ortho phosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue susceptible d'un dosage colorimétrique. C'est une méthode adaptée aux teneurs en phosphore supérieurs à 10 $\mu\text{g/l}$ (Rodier, 1978).

L'intensité de la coloration est mesurée par un spectrophotomètre à la longueur d'onde de 690 nm d'absorption maximale.

2.8. Etude de la qualité biologique

2.8.1. Technique d'échantillonnage

Au début de notre étude, une prospection préliminaire a été réalisée le long de l'oued pour choisir et définir les sites d'échantillonnage. Au moment de chaque campagne de prélèvement, la date, le numéro, les caractéristiques de chaque station et les différents supports (micro-habitats) qui le composent (pierres, sable, végétation aquatique, etc.) ont été notés avec soin. Pour l'étude quantitative, les Macro-invertébrés benthiques des oueds ont été prélevés selon une fréquence mensuelle, à l'aide un échantillonneur de type « Surber » Oued Harrach (Bouchelouche *et al.*, 2013) , Oued Khoumane (Ben moussa *et al.*, 2014), Oued Abiod ((Hafiane *et al.*, 2013), Oued Beht (Lamhasni *et al.*, 2017) Oued Hassar (Nahli *et al.*,

2018) , Oued Grou (Arifi *et al.*, 2018), dans les milieux lotiques équipé d'un filet d'ouverture de maille de 500 µm et pourvu d'une base de surface de 1/20 m². L'échantillonneur de type troubleau « havneau » a été utilisé pour l'étude qualitative dans les milieux lenticules (Chahlaoui, 1996), comme l'oued Oued Djedir (Djelfa) qui l'utilise ce type de filet.

2.8.2. Pré-tri et conservation des échantillons

Sur le terrain, les organismes capturés, sont déposés dans une bassine blanche avec de l'eau pour faciliter leur mobilité ainsi leur capture et aussi afin d'éliminer les éléments les plus grossiers (vases, pierres, galets, fragments du bois et feuilles des végétaux). Le pré-tri est une opération importante, elle permet de limiter les risques de détérioration de la faune et de réduire le volume d'échantillon à fixer et donc celui du récipient. A l'aide des pinces entomologiques, nous avons procédé à introduire délicatement ces organismes dans des récipients en plastiques contenant du formol 10 % et ceci pour les fixer (Tachet *et al.*, 2006).

Chaque échantillon conservé dans un récipient adapté est ramené au laboratoire pour tri, détermination et analyse.

2.8.3. Tri et Identification des macro-invertébrés benthiques au laboratoire

Au laboratoire, les échantillons conservés dans des récipients étiquetés par station sont rincés abondamment à l'eau claire sur une série de tamis de mailles de taille décroissante (5 à 0,2 mm) afin d'éliminer au maximum le substrat fin restant et les éléments grossiers (graviers, plantes, feuilles...) (Haouchine, 2011 ; Karrouch, 2010). Le contenu des tamis est ensuite versé dans une bassine puis transvasé dans des béciers de 50cc pour les trier et les identifier. En manipulant délicatement les organismes, à l'aide de pinces fines dans des boîtes de pétri, le tri et l'identification est faite sous la loupe binoculaire. Ce même outil ainsi qu'un microscope optique ont servi à la détermination et au comptage des organismes (nombre total de taxons recensés, nombre d'individus par taxon). Après cette identification, ces organismes sont transvasés délicatement, à l'aide des pinces entomologiques, dans des récipients contenant de l'alcool à 85% (Oualad *et al.*, 2009), À l'exception de certains macro-invertébrés déterminés jusqu'à l'espèce, les autres individus (en raison des difficultés de détermination qu'ils présentaient pour nous) ont été identifiés au niveau du genre. Les organismes pris en considération se trouvent sous forme larvaire, nymphe, imago et adulte. Les fourreaux et/ou coquilles vides ne sont pas comptabilisés. La détermination des spécimens récoltés est réalisée en faisant appel à des ouvrages, collections et clés de détermination des macro-invertébrés

(Poisson, 1957 ; Clergue *et al.*, 1991 ; Dakki, 1992 ; Dommage et Atlas, 1994 ; Martin et Ait Boughrou, 2012).

Une détermination de l'ordre, de la famille ou du genre en fonction de la difficulté pratique de l'identification, est effectuée sous une loupe binoculaire, par fraction successives dans des boîtes de Pétri à fond quadrillé. D'après (Lounaci, 2005), la détermination jusqu'à l'espèce des larves d'insectes aquatiques est impossible pour beaucoup d'espèces sans un suivi pendant au moins une année.



Figure 8. Un filet de Havneau (Khadraoui et Smail, 2018).



Figure 7. Récupération des échantillons dans un bac (Khadraoui et Smail, 2018).

2.9. Analyse des données

2.9.1. Les indices Ecologique

La richesse taxonomique, ou nombre de taxons distincts utilisés dans l'ensemble des indices biologiques, est établie à partir d'un niveau d'identification au genre, à la famille ou plus. Cette catégorie, qui reflète la diversité d'un échantillon (Resh *et al.*, 1995) Apparaît comme un bon indicateur de la capacité d'un écosystème à soutenir une variété de taxons.

2.9.1.1. L'indice de diversité de Shannon-Wiener

L'indice de diversité de Shannon-Wiener, qui permet d'apprécier la diversité d'un peuplement, est une quantité positive prenant sa valeur maximale quand un seul élément (espèce par exemple) est présenté en plus d'un exemplaire (individu) et sa valeur minimale

quand tous les éléments ont la même fréquence. Les espèces rares ont un poids beaucoup plus faible que les plus communes. Cet indice a pour formule :

$$H = - \sum_{i=1}^s (P_i) (\log_2 P_i)$$

Avec s = nombre total d'espèces de l'échantillon, p_i = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce se calcule ainsi :

$$P_i = n_i / n$$

n_i = nombre total d'individus de l'espèce de rang.

n = nombre total d'individus de l'échantillon

2.9.1.2. L'indice d'équitabilité

L'indice d'équitabilité ou « evenness » (indice de Pielou) correspond au rapport de l'indice de diversité H sur la valeur maximale de H en cas d'équirépartition, laquelle correspond au cas où toutes les espèces sont représentées chacune par le même nombre d'individus.

Dans ce cas :

$$H_{\max} = \log_2(S)$$

D'où :

$$E = H / H_{\max}$$

S = le nombre total d'espèces échantillonnées,

H = l'indice de Shannon-Wiener.

2.9.1.3. L'indice de Simpson

L'indice de Simpson (D) permet de mesurer la dominance dans une communauté benthique. Dans notre cas, la dominance calculée est celle de l'échantillon qui est lui-même le reflet de la communauté des macro-invertébrés des sites étudiés. Cet indice est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s (P_i)^2$$

Avec S = nombre total d'espèces, p_i = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce se calcule ainsi :

$$P_i = n_i / n$$

n_i = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon.

n = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

La dominance quasi absolue d'une seule espèce est exprimée par un indice proche de 1. Si les espèces sont nombreuses et ont toutes le même poids dans l'échantillon (équirépartition), l'indice s'approche de 0.

2.9.1. Indices Biologiques

2.9.1.1. L'indice biotique (IB)

L'indice biotique (IB) a été déterminé grâce au tableau à double entrée de (Tuffery et Verneaux, 1968).

L'indice biotique ainsi obtenu varie de 0 à 10. Plus il est élevé, plus les espèces sensibles à la pollution organique sont présentes dans les eaux étudiées et plus le nombre d'unités systématiques est important.

2.9.1.2. L'indice biotique de Hilsenhoff modifié (mHBI)

L'indice biotique de Hilsenhoff modifié (mHBI) (Modified Hilsenhoff Biotic Index): Plusieurs états, y compris le Kentucky, ont employé le mHBI pour évaluer d'autres impacts que l'enrichissement organique et ils ont prouvé que le mHBI est une valeur métrique. Une valeur croissante de mHBI indique la qualité de l'eau décroissante. Cet indice est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$mHBI = (\sum n_i \cdot a_i) / n$$

Avec:

n_i = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon.

a_i = valeur de tolérance d'espèce au rang « i »;

n = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

A partir de notre étude, nous avons constaté qu'il existe deux façons d'étudier la qualité.

2.9.2. L'indice d'Ephéméroptères Trichoptères et Odonates(ETO)

L'indice d'Ephéméroptères, Trichoptères et Odonates(ETO) représente la richesse taxonomique de ces trois groupes (Gerritsen *et al.*, 1998). L'indice d'ETO égal au nombre total des familles représentées par ces trois groupes dans les échantillons Ephéméroptères, Trichoptères et Odonates sont considérés sensibles à la pollution.

2.9.3. L'indice de racleur/filtreur-collecteur (Rc/FC)

L'indice de racleur/filtreur-collecteur (Rc/FC) est calculé en divisant le nombre total d'individus classifiés comme des racleurs par le nombre total d'individus classifiés en tant que filtreurs collecteurs dans l'échantillon.

2.9.4. Le pourcentage des dominants

Cet indice est une évaluation des taxons les plus dominants (famille ou genre) dans l'échantillon. L'indice est calculé en ajoutant d'abord les deux familles dominantes principales et en le divisant ensuite par le nombre total d'organismes, et en multipliant ce rapport par 100 pour obtenir le pourcentage.

2.10. La méthode BMWP

Le pointage BMWP (Biological Monitoring Working Party) (Armitage *et al.*, 1983) est utilisé de préférence dans les cours d'eau à faciès lotique. chaque famille collectée, selon sa tolérance à la pollution (Barbour *et al.*, 1999; Mandaville, 2002), correspond un pointage qui est une note de 1 à 10. Le pointage BMWP est la somme des pointages des familles présentes dans l'échantillon. Les pointages varient entre 0 et 250 : plus ils sont élevés, moins le milieu est pollué. A partir de la liste obtenue, il est possible de calculer le pointage BMWP qui est comparé au score obtenu par l'échantillonnage.

Un pointage ASPT (Average Score Per Taxon) peut être calculé en divisant le pointage BMWP par le nombre total de taxons récoltés ayant un score (Friedrich *et al.*, 1996). Ce pointage varie entre 0 et 7.

Tableau 6. Qualité de l'eau en fonction de l'indice IBMWP.

Classe	Qualité de l'eau	Score
I	très bonne	>81
II	Bonne	50-80
III	Modérée	29-49
IV	déficiente	12-28
V	Mauvaise	<12

2.11. La méthode IBGN

Selon (Genin *et al.*, 2003) : Le principe de cette méthode repose sur le prélèvement de la macrofaune benthique au niveau d'une station, selon un mode d'échantillonnage standardisé, tenant compte des différents types d'habitats.

L'indice IBGN est basé sur les communautés de macro-invertébrés benthiques.

Ces derniers sont placés relativement haut dans l'échelle de la complexité des organismes aquatiques. De plus, leurs modes nutritionnels sont diversifiés ce qui leur permet une colonisation de tous les types d'habitats. Leur pouvoir intégrateur des dysfonctionnements du milieu aquatique est donc très fort. Ces considérations font de l'IBGN l'indice le plus globalisant de l'écosystème aquatique d'eau douce. Il révélera donc une qualité générale du cours d'eau en intégrant le potentiel habitat.

D'après l' (Afnor, 1992), les notes IBGN comprises entre 1 et 20, peuvent être attribuées à cinq classes de qualité biologique. Si l'IBGN est égal ou supérieur à 17, l'eau et l'habitat sont de très bonne qualité, entre 16 et 13, ils sont de bonne qualité, entre 12 et 9, la qualité est moyenne, entre 8 et 5, la qualité est médiocre, et enfin inférieur à 4, la qualité est mauvaise.

Tableau 7. Limites de classes de la grille de la qualité de l'IBGN.

Note IBGN	Couleur associée	Niveau de qualité	Signe
> 17	Bleu	Très bonne	▲
entre 16 et 13	Vert	Bonne	●
entre 12 et 9	Jaune	Moyenne	◆
entre 8 et 5	Marron	Médiocre	■
< 4	Rouge	Mauvaise	▼

Les organismes sont déterminés à l'aide de la clef d'identification (Bouchard, 2004 ; Chaumeton *et al.*, 2002 ; Tachet *et al.*, 2000).

Chapitre 03 : Résultats et discussion

3.1. L'étude analytique et comparative des résultats

Tableau 8 . paramètres physicochimiques des oueds en Algérie ,Tunisie et Maroc.

	Les paramètres les oueds	Nbr des stations	pH	T °c	OD mg/l	CE μ S/cm	NO ₃ ⁻ mg / l	NO ₂ ⁻ mg / l	PO ₄ ⁻³ mg / l	Cl ⁻ mg / l	Mg ⁺ mg/l	NH ₄ ⁺ mg / l	SO ₄ ⁻² mg / l	ME S	DB O5
Algérie	Oued El Harrach (Mebarki <i>et al.</i> , 2013)	05	8.19	18.68	9.59	946,184	1.491	0.034	0.167	104.93	33.20	0.089	169.26	-	-
	Oued Beni Azza (Blida) (Bengherbia <i>et al.</i> , 2014)	04	7,79	21.55	-	-	0,65	0,435	12,008	-	-	76	-	686	189
	Oued sybouse (Reggam <i>et al.</i> , 2015)	05	8.33	18,76	1.31	1000	49,82	-	14,85	1581,57		4,84	450	290,5	-
	Oued kebir (Chaib et Samraoui, 2011)	23	7.1	9.12	53.73	376,36	13.8	0.52	0.73	116.3	26.4	0.62	98.7	-	-
Tunisie	Oued Meliane (Ben Lamine <i>et al.</i> , 2011)	22	7.54	24,92	8,84	-	18 ,27	4,64	0,21	-	-	1,15	-	-	-
	Oued Tinja (Ben Garali <i>et al.</i> , 2008)	02	7.5	20	8,7	-	0,045	1,123	0,25	0,37	0,05	0,16	0,29	94.75	-
	Oued Maarouf (Lahmar <i>et Larue</i> , 2016)	07	7.67	38.58	-	539,14	0.006	-	0.0006	0.46	5.10		0.41	-	-
	Oued Medjerda (Abidi <i>et al.</i> , 2015).	07	-	20	8,92	2714.735	34.39	-	-	-	-	-	-	-	39
Maroc	Oued Merzeg (Mounjid <i>et al.</i> , 2013)	07	7.25	22.03	2,27	3890	7.105	7.76	2.01	475.71	-	22.58	43.04	-	52.58

Oued Moulouya (Maroc oriental) (El Hmaidi <i>et al.</i> , 2020)	10	8,11	26,3	9,8	1241	102,95	–	2,79	–	–	4,07	188.30	–	39,55
Oued Za (Maroc oriental) (Fagrouch <i>et al.</i> , 2011)	03	8.08	22.61	10.18	1515.5	5.006	0.12	0.573	–	–	0.53	–	110.33	223.63
Oued Boufekrane (Lamrani <i>et al.</i> , 2012)	06	7.11	18.78	4.21	811.33	5.926	1.39	3.873	88.215	–	–	12.79	–	–

Tableau 9. Extrait de la grille générale de la qualité physico-chimique utilisée pour la classification des eaux des oueds (Errochdi *et al.*, 2012).

Classes de qualité	Classe 1 Excellente	Classe 2 Bonne	Classe 3 Moyenne	Classe 4 Mauvaise	Classe 5 très Mauvaise
Indices pondéré	100-80	80-60	60-40	40-20	20-0
pH	<6,5	6.5-8 ,5	5,5-9	5,5-9	>9,5
Température	< 20	22-25	22-25	25-28	> 28
O ₂ dissous	>7	7-5	5-3	3-1	<1
Ammonium	≤0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-8	8 - 50
DBO 5	<3	03-06	06-10	10-25	>25
DCO	<30	30-35	35-40	40-80	>80
Conductivité à 20°C	100 - 750	750-1300	1300-2700	2700-3000	3000 -7000
MES	<15	15-35	35-70	70-100	>100
Nitrates (NO ₃ ⁻)	≤10	10-25	25-50	>50	>100
Nitrite (NO ₂ ⁻)	≤0,03	0,0.3-0,3	0,3-0.5	0.5-1	>1
Ortho-phosphate (PO ₄ ⁻³)	≤0,2	0,2-0,5	0,5-1	1-5	>5

Discussion

Par comparaison des valeurs de paramètres physicochimiques des différents oueds aux normes utilisées pour la classification de la qualité des eaux, on peut déterminer la qualité des eaux de chaque oued.

Ainsi, en Algérie les eaux de l'Oued El Harrach (Mebarki *et al.*, 2013), sont d'excellente qualité quand à les quantités d'OD, d'Ammonium, de nitrate et de phosphate, alors qu'elles sont de bonne qualité quand à leur conductivité, sulfate et nitrite. L'Oued kebir (Chaib et Samraoui, 2011), est d'excellente qualité quand à l'OD et la conductivité, de bonne qualité quand aux pH, et NO₃⁻, mais de qualité moyenne quand aux taux du NH₄⁺ et PO₄³⁻. Pour l'Oued sybouse (Reggam *et al.*, 2015), beaucoup de valeurs de paramètres physicochimiques situent cet oued dans les classes de bonne jusqu'à très mauvaise. La classification de l'Oued Beni Azza (Bengherbia *et al.*, 2014), selon le système d'évaluation de

la qualité de l'eau indique que les eaux de cet oued sont de très mauvaise qualité en ce qui concerne les MES, DBO5, ammonium, phosphates.

En Tunisie, beaucoup de valeurs des paramètres de l'oued Meliane (Ben Lamine *et al.*, 2011) et l'oued tinja (Ben Garali *et al.*, 2008), sont situées dans la classe des eaux de bonne qualité, celles de l'Oued Maarouf (Lahmar et Larue, 2016), dans la classe des eaux de qualité excellente. Les nitrates, la conductivité et la DBO5 permettent de classer la qualité des eaux de l'Oued Medjerda (Abidi *et al.*, 2015), de moyenne à très mauvaise qualité.

Au Maroc, les valeurs des paramètres physico-chimiques indiquent que les eaux de l'Oued Merzeg (Mounjid *et al.*, 2013) sont de mauvaises à très mauvaises. Par contre, beaucoup des paramètres de l'Oued Moulouya (El Hmaidi *et al.*, 2020), indiquent que ces eaux sont de bonne qualité et ceux de l'Oued Za (Fagrouch *et al.*, 2011), de bonne à moyenne qualité. Les valeurs des paramètres physico-chimiques de l'Oued Boufekrane (Lamrani *et al.*, 2012), sont retrouvées dans toutes les classes, ce qui rend difficile la classification de ses eaux (tableau. 9).

En résumé, on peut dire que la plupart de oueds situés en Algérie ou en Tunisie possèdent des eaux de bonne qualité alors que les oueds du Maroc en sont de mauvaises qualité ou difficile à classer.

Tableau 10. Comparaison de la richesse spécifique (par famille) des Macro invertébrés des oueds d'Algérie à celles d'autres régions du Maghreb

Ordre	Familles	Algérie				Maroc			
		Oued El Abiod (Biskra)	Oued El Harrach (Blida)	Oued Sahel (Bouira)	Oued Djedir (Djelfa)	Oued Grou (Rabat)	Oued Beht (Rabat)	Oued Hassar (casablanca)	Oued Khoumane (Moulay Idriss Zerhoun)
<i>Basommatophors</i>	<i>Potamonidae</i>		*						
	<i>Planorbidae</i>		*		*	*			*
	<i>Physidae</i>		*		*			*	*
	<i>Bithyniidae</i>		*						
	<i>Hirudinidae</i>				*				
	<i>Lymnaeidae</i>				*				
<i>Plécoptères</i>	<i>Perlidae</i>	*	*						
	<i>Nemouridae</i>		*						
	<i>Leutridae</i>		*				*		
	<i>Capniidae</i>								*
<i>Trichoptères</i>	<i>Hydropsychidae</i>	*	*					*	*
	<i>Hydroptilidae</i>	*	*		*				
	<i>Glossomatidae</i>		*				*		
	<i>Odontoceridae</i>						*		
	<i>Ecnomidae</i>		*					*	
	<i>Beraeidae</i>							*	

	<i>Lepidostomatidae</i>					*			
	<i>Limnephelidae</i>							*	
<i>Ephéméroptères</i>	<i>Baetidae</i>	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Caenidae</i>	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Leptophlebiidae</i>		*						*
	<i>Potamonthidae</i>		*						*
	<i>Polymetarcyidae</i>							*	
	<i>Heptageniidae</i>	*	*				*		*
	<i>Taeniopterygidae</i>								
<i>Coléoptères</i>	<i>Hydrophilidae</i>		*	*	*	*		*	*
	<i>Dytiscidae</i>	*	*	*	*		*	*	*
	<i>Elmidae</i>	*	*		*			*	*
	<i>Dryopidae</i>			*	*	*			
	<i>Hydraenidae</i>			*	*	*			
	<i>Hygrobiiidae</i>	*							*
	<i>Hydracarina</i>				*				
	<i>Hydrochidae</i>				*				
	<i>Heteroceridae</i>								
	<i>Gyrinidae</i>				*	*		*	*
	<i>Chrysomelidae</i>				*				
	<i>Curculionidae</i>					*			
<i>Haliplidae</i>			*	*	*		*	*	

	<i>Noteridae</i>								*
<i>Diptères</i>	<i>Anthomyidae</i>	*	*						
	<i>Athericidae</i>		*						
	<i>Ceratopogonidae</i>	*	*	*	*			*	
	<i>Chaoboridae</i>	*	*						
	<i>Culcidae</i>	*	*						
	<i>Dixidae</i>		*	*				*	
	<i>Dolichopodidae</i>							*	
	<i>Empididae</i>	*	*	*					
	<i>Ephydriidae</i>			*	*			*	
	<i>Limoniidae</i>		*	*	*				
	<i>Psychodidae</i>	*	*	*				*	
	<i>Ptychopteridae</i>			*	*				*
	<i>Rhagionidae</i>		*						
	<i>Simuliidae</i>	*	*		*	*	*	*	*
	<i>Startiomidae</i>		*						
	<i>Stratiomyidae</i>								*
	<i>Syrphidae</i>		*						
	<i>Tapanidae</i>	*	*	*	*			*	
<i>Thaumaleidae</i>	*		*						
<i>Chironomidae</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Tipulidae</i>		*	*	*			*		

	<i>Tanypodinae</i>							*	
<i>Hétéroptères</i>	<i>Gerridae</i>		*			*			*
	<i>Corixidae</i>		*					*	*
	<i>Psychodidae</i>			*					
	<i>Pleidae</i>							*	*
	<i>Tabanidae</i>			*					*
	<i>Hydrometridae</i>				*				
	<i>Notonectidae</i>				*				*
	<i>Veliidae</i>								*
	<i>Nepida</i>				*		*	*	
	<i>Eurbiidae</i>	*							
<i>Agriotypidae</i>	*								
<i>Amphipodes</i>	<i>Gammaridae</i>	*				*	*	*	*
<i>Arachnides</i>	<i>Arachnides</i>	*							
<i>Odonates</i>	<i>Cordulegasteridae</i>							*	*
	<i>Corduliidae</i>							*	*
	<i>Coenagrionidae</i>								*
	<i>Gomphidae</i>								*
	<i>Plactycnemididae</i>				*				*
	<i>Libellulidae</i>		*		*	*		*	*
	<i>Gomphidae</i>		*						

	<i>Aechnidae</i>		*						
	<i>Lestidae</i>	*					*	*	*
	<i>Rhyacophilidae</i>							*	
<i>Gastéropodes</i>	<i>Melanidae</i>						*	*	
	<i>Hydrobiidae</i>						*	*	
	<i>Physidae</i>							*	
<i>Prosobranches</i>	<i>Neritidae</i>						*		
<i>Veneroida</i>	<i>Sphaeriidae</i>						*		
<i>Rhynchobdellae</i>	<i>Glossiphoniidae</i>					*			
<i>Tricladida</i>	<i>Dugesiidae</i>					*		*	
<i>Vénéroïdes</i>	<i>Corbiculidae</i>					*			
<i>Cyclopoides</i>	<i>Cyclopidae</i>					*			
<i>Annélides</i>	<i>Lumbriculidae</i>							*	
	<i>Naididae</i>							*	
	<i>Tubificidae</i>							*	*
	<i>Lumbricidae</i>							*	
	<i>Enchytraeidae</i>							*	
	<i>Haplotaxidae</i>							*	*

	<i>Hirudidae</i>								*
	<i>Erpobdellidae</i>							*	
<i>Crustacés</i>	<i>Asellidae</i>							*	
	<i>Gammaridae</i>							*	
	<i>Atyidae</i>							*	
	<i>Ostracodes</i>							*	
<i>Prosobranches</i>	<i>Viviparidae</i>							*	
Effectif Total		24	40	20	28	19	16	47	40

Discussion

Les indices IBMWP ou IBGN des cours d'eau ont été utilisés comme critère d'évaluation et de comparaison de la richesse spécifique (par famille) en grands invertébrés des vallées d'Algérie avec celles des autres régions du Maghreb (tableau. 8). Les valeurs des indices utilisés sont mentionnées et comparées dans les tableaux 6 et 7. D'après cet indice on peut classer les oueds dans les catégories suivantes ; le Oued Sahel (IBMWP = 68) (Sellam *et al.*, 2016) se trouve dans la catégorie II (tableau. 6), et l'Oued Garou (Rabat) (Karim *et al.*, 2019) (IBGN = 14) dans la catégorie entre 13 et 16 dans le (tableau.7) , ce qui correspond à la catégorie «bonne qualité». Ces Oueds contiennent en commun les macro-invertébrés des ordres suivants *Coléoptères*, *Ephéméroptères*, Ceux d'Oued El Harrach (Blida) (Bouchelouche *et al.*, 2013.), Oued Khoumane (Moulay Idriss Zerhoun) (Ben moussa *et al.*, 2014) (IBMWP= 40) et Oued Hassar (Casablanca), (Nahli *et al.*, 2018) (IBMWP=47) dans la catégorie III dans le (tableau. 6), qui le met dans la catégorie «qualité modérée». Ils ont en commun les macro-invertébrés des ordres suivantes : *Diptères*, *Coléoptères*, *Ephéméroptères*, *Odonates*, *Hétéroptères*, *Plécoptères*, *Trichoptères*, et pour la région de l'oued El-Abiod (Biskra), (Hafiane *et al.*, 2013), (IBMWP=24) dans la catégorie « qualité mauvaise ». La catégorie « qualité bonne » pour certain station selon la méthode du IBGN, et dans la région d'Oued Beht (Rabat),(Lamhasni *et al.*, 2017) (IBGN=10), dans la catégorie entre « 9 à12 » dans le (tableau.7), qui se correspond à la catégorie « Moyenne » ,et l'Oued Djedir (Djelfa), (Sellam *et al.*, 2019) ;(IBMWP=115) qui correspond à la catégorie « très bonne ».

Les communautés macrozoobenthiques sont très sensibles à la variabilité environnementale (Arienzo *et al.*, 2001). De ce fait, la diversité de la macrofaune benthique et son abondance dans un système lotique donné peuvent apporter des informations importantes sur la qualité de ce milieu.

La répartition spatiale des différents groupes des macro-invertébrés montre que certaines familles de ces organismes sont présentes dans tous les oueds. Ce sont les cas des familles *Baeticidae* et *Caenidae* appartenant à l'ordre des *Ephéméroptères*, et de la famille *Chironomidae* de l'ordre des *Diptères*. D'autres familles ont été retrouvées dans la plupart des oueds, et sont absentes uniquement dans un Oued comme Oued Khoumane (Moulay Idriss Zerhoun), Oued El Harrach (Blida) et Oued El-Abiod (Biskra). Ce sont les cas des familles *Dytiscidae* de l'ordre des *Cléoptère*, qui est absente uniquement de l'oued Grou au Maroc, et

la famille *Simuliidae* de l'ordre des Diptères que l'on ne retrouve pas à l'oued Sahel (Bouira). Par contre, la famille *Hydrophilidae* de l'ordre des Coléoptère n'est absente que de l'Oued El-Abiod (Biskra) et Oued Beht (Rabat). La prévalence de ces macro-invertébrés reflète la grande adaptation des membres de ces familles aux conditions environnementales de toutes les régions. D'après Hellowell, (1986), les familles *Baetidae* et *Caenidae* du groupe *Ephéméroptères* peuvent tolérer des niveaux de contamination organiques élevés. Ces organismes polluo-tolérants (Echaubard et Neveu 1975) sont dotés d'une grande capacité de recolonisation du biotope (Pires *et al.*, 2000) et seraient favorisés par les conditions de faible oxygénation.

De l'autre coté, plusieurs familles, au nombre de 42, n'ont été retrouvées que dans un seul oued comme l'Oued Beht (Rabat), et l'Oued Sahel (Bouira). Ces familles appartiennent surtout aux ordres des *Annélides*, des *Crustacés* et des *Prosobranches*. Plusieurs auteurs pensent que les faibles diversités spécifiques observées dans ces hydrosystèmes pourraient être attribuées à leurs conditions hydrochimiques (El Agbani 1984; Badri 1985; Dakki 1986 et 1987; Qninba 1986; El Alami-El Moutaouakil 1989; Fekhaoui et al. 1993; Talami 1998; Oubraim 2002; Abbou et Fahde, 2017). Les chercheurs pensons que sous l'effet conjugué des fortes minéralisations et des températures des eaux, qui augmentent en absence naturelle du couvert végétal et sa dégradation par l'homme et le bétail (pâturage), se créeraient des conditions contraignantes qui empêchent l'installation d'une faune riche et diversifiée.

Conclusion

Conclusion

Les eaux des Oueds sont parmi les principales sources d'eau douce dans les pays du Nord d'Afrique. Ainsi, leur préservation est nécessaire afin d'assurer une eau de bonne qualité. Cela nécessite des études permanentes en évaluant les caractères physico-chimiques et biologiques de ces eaux.

Dans ce travail, la qualité des eaux de plusieurs Oueds situés en Algérie, en Tunisie et au Maroc est comparée en utilisant comme indicateur des macro-invertébrés et des paramètres physicochimiques.

Les propriétés physicochimiques des eaux des oueds ont une grande influence sur les organismes aquatiques et déterminent dans une large mesure la capacité auto épuratrice des cours d'eau. Ces paramètres sont en relation avec le climat, la géologie, la biocénose et les saisons. La comparaison des valeurs des paramètres physico-chimiques aux normes (Errochdi *et al.*, 2012), a permis la classification des oueds étudiés. Ainsi, en Algérie et en Tunisie les eaux de la plupart de leurs oueds sont de bonne qualité, alors que la plupart de ceux du Maroc sont de mauvaise qualité ou difficile à déterminer.

Les macro-invertébrés constituent ce que l'on appelle les indicateurs biologiques ou bio indicateurs en raison de leurs caractéristiques intégratrices des perturbations du milieu (Courty et Rodriguez, 2010). Les indices IBMWP ou IBGN pour les cours d'eau ont permis de classer les oueds étudiés dans les catégories suivantes : l'Oued Sahel se trouve dans la catégorie II, l'Oued Garou (Rabat) dans la catégorie bonne qualité. Ces Oueds contiennent en commun les macro-invertébrés des ordres suivants *Coléoptères*, *Ephéméroptères*, Ceux d'Oued El Harrach (Blida), Oued Khoumane (Moulay Idriss Zerhoun) et Oued Hassar (Casablanca), dans la catégorie III, qui les met dans la catégorie qualité modérée. Ils ont en commun les macro-invertébrés des ordres suivants : *Diptères*, *Coléoptères*, *Ephéméroptères*, *Odonates*, *Hétéroptères*, *Plécoptères*, *Trichoptères*. L'Oued El-Abiod (Biskra) est classé parmi la catégorie mauvaise, l'Oued Beht (Rabat) dans la catégorie Moyenne et l'Oued Djedir (Djelfa) dans la catégorie très bonne.

La faible diversité des débits d'eau étudiés peut s'expliquer par le climat semi-aride et aride, caractérisé par une faible quantité de précipitations et des températures élevées (maximum entre 34°C et 44°C), conduisant ainsi à des périodes de sécheresse plus longues.

Ce qui influence par conséquent sur leur diversité biologique qui a une tendance à être pauvre. Le nombre et la diversité des familles trouvées reflètent également la qualité des eaux de es oueds. Plus la quantité de famille trouvées est grande plus la qualité des eaux est meilleure.

Références Bibliographiques

1. A. Reggam, h. B. (2015). Qualité physico-chimique des eaux de l'oued seybouse (nord-est de l'algerie): caractérisation et analyse en composantes principales (physico-chemical quality of the waters of the oued seybouse (northeastern algeria): characterization and principal compone. *Journal of materials and environmental science* , pp1417-1425.
2. Archaimbault.v, Dumont.b ;(2010) :l'indice biologique global normalisé (ibgn) : principes et evolution dans le cadre de la directive cadre européenne de l'eau. 4 9 p
3. Abdelmalek Bengherbia, f. H. (2014). Impact des rejets des eaux usées sur la qualité physico-chimique et bactériologique de l'oued beni aza (blida, algérie). *Lebanese science journal* , vol. 15, no. 2,pp39-51.
4. Abdelmottalib Nahli, s. O. (2018). Diversité taxonomique et structure du peuplement macrobenthique des eaux de l'oued hassar après installation de la station d'épuration de mediouna (casablanca, maroc). *Bulletin de l'institut scientifique, rabat, section science de la vie* , vol.40,pp.38-56.
5. Abdeslem Fagrouch, a. B. (2021). Impact d'un effluent urbain de la ville de taourirt sur la structure des communautés de macroinvertébrés de l'oued za (maroc oriental). *Water science* , pp.88-101.
6. Amor Ben garali, m. O. (2008). Hydrologie, sédimentologie et géochimie de l'oued tinja (tunisie septentrionale). *Bulletin de l'institut national des sciences et technologies de la mer* , vol.35 , p. 161 -168.
7. Benallou.a : (analyse physico-chimique des effluents provenant de la laiterie d'arib. Centre université de khemis miliana (2004).
8. Bouchelouche.d, Derradji.n, Arab.a :l'utilisation des méthodes biologiques pour l'estimation de la qualité de l'eau du réseau hydrographique d'oued el harrach (wilayets de blida et d'alger). Laboratoire de dynamique et biodiversité, fsb, usthb, alger, algérie
9. Ben moussa a, c. A. (2014). Diversité taxonomique et structure de la macrofaune benthique des eaux superficielles de l'oued khoumane. Moulay idriss zerhoun, maroc

- (taxonomic diversity and structure of benthic macrofauna of surface water of khoumane river. Moulay idriss zerhoun, moro. *Jmescn* , pp183-198.
10. Bouchelouche d., d. N. (2013). L'utilisation des méthodes biologiques pour l'estimation de la qualité de l'eau du réseau hydrographique d'oued el harrach (wilayates de blida et d'alger). *Usthb-fbs-4th international congress of the populations et animal communities "dynamics et biodiversity of the terrestrial et aquatic ecosystems* , pp.239-245.
 11. Errochdi, s., el Alami, m., Bennas, n., belqat, b., ater, m., & fdil, f. (2012). Étude de la Qualité physicochimique et microbiologique de deux réseaux hydrographiques nord Marocains : laou et tahaddart. *Http://journals.openedition.org/mediterranee*, (118), 4151. <https://doi.org/10.4000/mediterranee.6221>
 12. Felfoul, r, Hadj yahya, s: contribution au traitement des eaux d'oued boutane (khemis miliana) choix d'un procédé d'épuration centre université de khemis miliana(1999).
 13. Gaujous, d : la pollution des milieux aquatiques, aide mémoire 2ème édition.
 14. Hawa, s: analyse physico-chimique et bactériologique au l.n.s des eaux de consommation de la ville de bamako. Université de bamako(2001).
 15. Hafiane m., h. D. (2019). Application de l'i.b.g.n et du b.m.w.p' sur un oued temporaire d'algerie. Application of the i.b.g.n and b.m.w.p'on the intermittent river in algeria. *Usthb-fbs-4th international congress of the populations & animal communities "dynamics & biodiversity of the* , pp.196-204.
 16. Houda lamrani, a. C. (2011). Evaluation de la qualite physicochimique et bactériologique de l'oued boufekrane au voisinage des effluents de la ville de meknès (maroc. *Sciencelib editions mersenne* , pp.1-14.
 17. Joel, g : la qualité de l'eau potable, technique et responsabilités, paris, novembre(2003).
 18. Kahoul, Touhami : evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la ville d'annaba(algérie).université badji mokhtar. Annaba bp12 algérie(2014).
 19. Khelili, r, Lazali, d : etude des propriétés physico-chimique et bactériologique de l'eau d barrage harraza (wilaya d'ain defla)(2015).

20. Kouidri N. 2006. Etude et traitement de l'eau du barrage Djorf-Torba de la wilaya de Bechar par filtration sur sables thèse de mémoire de fin d'étude, université Hassiba benbouali de chlef, Algérie, 128p.
21. K. Lahmar, j. L. (2016). Signification géo-environnementale des caractères physico-chimiques des eaux du bassin de l'oued maarouf (tunisie centrale. *New sciences, agriculture and biotechnology* , volume 30(1).pp.1697-1708.
22. Karim Arifi, I. T. (2019). Diversité des macroinvertébrés aquatiques de la retenue du barrage sidi mohammed ben abdellah a la confluence avec les eaux de l'oued grou et bioévaluation de la qualité de ses eaux (région de rabat, maroc). *Entomologie faunistique* , vol.72,pp.13-20.
23. Lamhasni, n. C. (2017). Bio-évaluation de la qualité des eaux de surface d'oued beht (maroc) indice biologique global des réseaux de contrôle et de surveillance (ibg-rce). *European scientific* , vol.13pp.94-111.
24. Mounjid j., c. N. (2014). Contribution a l'évaluation de la qualite physico-chimique du cours d'eau merzeg (periurbain de casablanca, maroc). *Larhyss journal* , pp. 31-51.
25. Mahamat.b, Beskri.a : caractéristique physico-chimique des eaux souterraines dans la plaine de khemis miliana, mémoire de fin d'étude. Centre université de khemis miliana(2010).
26. Makhoukh.m : contribution a l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued moulouya. Maroc (2011).
27. Mohammedi. I, Mayou .o : evolution du transport solide et la qualité des eaux cas du bassin versant de l'oued harraza. Université djilali bounaama de khemis miliana (2015).
28. Menad. K, Metadger : traitement des eaux saumâtre par l'osmose inverse cas de l'eau de khemis miliana .université khemis miliana (2012).
29. My hachem bekri, a. E. (2020). Alité et de pollution organique dans l'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux superficielles des oueds moulouya et ansegrim (haute moulouya, ne du maroc) my. *European scientific* , pp.55-75.

30. Nassima Sellam, a. V. (2019). Assessment of the physico-chemical and biological quality of surface waters in arid and semi-arid regions of algeria (north-africa). *Bulletin de la société zoologique de france* , pp.158-177.
31. Nassima Sellam, a. V. (2016). L'utilisation des coleoptera, ephemeroptera et diptera comme bioindicateurs de la qualite des eaux de quelques oueds en algérie. *Butlletí de la institució catalana d'història natural* , vol.80,pp.48-56.
32. Rodier .j, (l'analyse d'eau). 5éme edition. (2005).
33. Samraoui, n. C. (2011). Evaluation de la qualite physicochimique des eaux de l'oued kebir-est et de ses principaux affluents (nord-est algerien). *Secheresse* , pp171-177.
34. Sondes Abidi, m. B. (2015). Qualité des eaux du cours principal de la medjerda (tunisie et algérie) et trois de ses affluents nord. *Journal des sciences hydrologiques*, , pp.1607-1619.
35. Sari. H: contribution a l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source (attar) (tlemcen). Mémoire de master en sciences des aliments. Université abou-bekr belkaid tlemcen (2014).
36. Sahraoui. N: etude de la cohérence entre la vulnérabilité a la pollution de la qualité des eaux souterraines plaine khemis miliana. Mémoire de master en eau et bioclimatique. Université khemis miliana (2015).
37. Verniers, g. 1995 : aménagement écologique des berges des cours d'eau -- techniques de stabilisation. Presses universitaires de namur, belgique, 77 pages.
38. Yosra Ben lamine, o. D.-k. (2011). Caracterisation physico-chimique de la partie sud ouest de la baie de tunis sous l'influence des apports de l'oued meliane. *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de salammô* , vol. 38,pp.123-129.
39. <https://www.aquaportail.com/definition-6139-eau-de-surface.html>
40. <https://associationifker.com/portfolio-items/projet-de-loued-khoumane>

ملخص

دراسة مقارنة لنوعية المياه في الوديان المختلفة الموجودة في مناطق مختلفة في الجزائر، تونس والمغرب ، بناءً على مقارنة معاييرها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية (انتشار اللافقاريات الكبيرة). المؤشرات الفيزيائية والكيميائية المحددة هي، الحموضة، درجة الحرارة، الناقلية والمواد العالقة، PO_4^{-3} ، NH_4^+ ، Mg^{2+} ، Ca^{2+} ، NO_3^- ، SO_4^{2-} ، Cl^- ،

بينت نتائج هذه المعايير أن معظم الوديان الواقعة في الجزائر أو تونس بها مياه جيدة النوعية، بينما الوديان المغربية فكانت ذات نوعية رديئة و يصعب تصنيفها. تم العثور على اللافقاريات الكبيرة في أربعة وديان في الجزائر وأربعة في المغرب. تظهر النتائج أن وادي جدير الجلفة ذو نوعية جيدة مقارنة بالآخرين. كما نستنتج أن كلما زادت كمية عائلات اللافقاريات الكبيرة الموجودة في الوديان ، زادت جودة المياه.

الكلمات المفتاحية : نوعية المياه ، الوادي ، الخصائص الفيزيائية والكيميائية ، اللافقاريات الكبيرة.

Résumé

Notre contribution est une étude comparative de la qualité des eaux des Oueds situés dans différentes régions en Algérie, en Tunisie et au Maroc, en se basant sur la comparaison de leurs paramètres physicochimiques et biologiques (prévalence des macro-invertébrés). Les paramètres physico-chimiques déterminés sont le pH, la température, la conductivité, la matière en suspension, Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ et PO_4^{-3} . Les résultats de ces paramètres ont indiqué que la plupart de oueds situés en Algérie ou en Tunisie possèdent des eaux de bonne qualité alors que les oueds du Maroc en sont de mauvaises qualité ou difficile à classifier. Les Macro invertébrés se sont identifiées dans quatre Oueds en Algérie et quatre au Maroc. Les résultats montrent que l'Oued de Djedir de Djelfa est de très bonne qualité comparée aux autres oueds étudiés. Plus la quantité de familles de macro invertébrés trouvées est grande plus la qualité des eaux est meilleure.

Mots clés : Qualité des eaux, oued, paramètres physicochimiques, Macro-invertébrés.

Abstract

A comparative study of water quality in different valleys located in different regions in Algeria, Tunisia and Morocco, based on a comparison of their physical, chemical and biological parameters (the spread of macro-invertebrates). The specific physical and chemical indicators are, acidity, temperature, conductivity, suspended matter, Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , PO_4^{-3} . The results of these criteria showed that most of the valleys located in Algeria or Tunisia have good quality water, while the Moroccan valleys were of poor quality and difficult to classify. Large invertebrates are found in four valleys in Algeria and four in Morocco. The results show that Wadi Jedir (Djelfa) is of good quality compared to the others. We also conclude that the greater the number of large invertebrate families presents in the valleys, the higher the water quality.

key words : quality Water, valley, physical and chemical properties, large invertebrates.