

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique  
Université Mohamed Seddik Benyahia- Jijel  
جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل

Faculté des sciences de la nature et de la vie  
Département des sciences de l'environnement  
et des sciences agronomiques



كلية علوم الطبيعة و الحياة  
قسم علوم المحيط و العلوم الأخرى

## Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : **Master académique**

- ♣ Domaine : Science Natural et de la Vie
- ♣ Filière : Hydrobiologie marine et continentale
- ♣ Option : Ecosystèmes aquatiques

## THEME

**Étude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique de certaines oueds et plages de la wilaya de Jijel.**

Jury :

**Président: Madame SALEM S.**

**Examination: Dr BENABDELKADER M.**

**Encadreur: Mr CHAHREDINE S.**

présenté par :

**BOUAKAZ Meriem**

**NEFFAH Wissam**

Numéro d'ordre : .....

Session : 2019/ 2020

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## ***Dédicace***

*A ceux que j'aime et surtout qui m'aiment Je dédie ce modeste Travail à :*

*A mon cher père, d'avoir toujours cru en moi, encouragé et soutenu.*

*A ma chère mère, qui a toujours tous fait afin d'arriver à ce que je suis  
aujourd'hui.*

*A La vie de mon frère **Islam** que Allah l'accepte dans son vaste paradis.*

*A mes deux très chers frères Hacene et Abderrazak.*

*A mes deux très chères sœurs Amina et Khaoula.*

*A toute ma famille : NEFFAH, LAITIM*

*A ma chère binôme Meriem qui a partagé avec moi les bons et les durs moments*

*A tous mes amies*

*A toute la promotion Ecosystèmes Aquatiques ; 2019-2020.*

*Wissam*

## ***Dédicace***

*A ceux que j'aime et surtout qui m'aiment Je dédie ce modeste Travail à :*

*A mon cher père, d'avoir toujours cru en moi, encouragé et soutenu.*

*A ma chère mère, qui a toujours tous fait afin d'arriver à ce que je suis  
aujourd'hui.*

*A mes trois très chers frères Hamza, Badis et Ahmad.*

*A mes deux très chères sœurs Malika et Rofia.*

*A toute ma famille : BOUAKAZ*

*A ma chère binôme Wissam qui a partagé avec moi les bons et les durs moments*

*A tous mes amis*

*A toute la promotion Ecosystèmes Aquatiques ; 2019-2020.*

*Meriem*

## REMERCIEMENTS

*Avant tout, nous remercions Allah, le tout puissant, de nous avoir donnés, la santé, la volonté et la patience pour mener à terme ce travail.*

*En guise de reconnaissance, nous voulons remercier toutes les personnes qui, par leurs conseils, leur collaboration ou leur soutien moral et leur amitié, ont contribué à la réalisation et à l'achèvement de ce travail.*

*Nous tenons à remercier profondément notre encadreur **MONSIEUR CHAHREDINE Sedek**, qui nous a donnés la chance de travailler sous sa direction, dont les encouragements et les conseils nous ont permis de réaliser ce travail ; nous ne pouvons, Monsieur, que sincèrement vous exprimer notre respect et notre gratitude.*

*Nous tenons à remercier les membres du jury qui nous a fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire, qui ont accepté de juger ce travail.*

*Nos remerciements vont plus particulièrement à notre famille qui a su nous soutenir, nous encourager, nous aider et nous supporter.*

*Nos remerciements vont également à nos enseignants qui nous ont accompagnés pendant notre cursus universitaire.*

*Merci*



---



---

**Sommaire**

Liste des tableaux .....	V
Liste des figures .....	I
Liste des abréviations.....	II
Introduction .....	1
<b>Chapitre I : Synthèse bibliographique.....</b>	<b>4</b>
I-1-Définition de l'eau .....	4
I-2-Importance de l'eau .....	4
I-3- Cycle de l'eau .....	5
I-4-Répartition de l'eau sur la planète .....	5
I-5-Sources d'eau.....	6
I-5-1-Eaux souterraines .....	6
I-5-2-Eau de surface .....	8
I-5-3-Eau saline .....	8
I-5-3-1-Eau de mer .....	9
I-5-3-2-Eaux saumâtres .....	9
I-6-Propriétés d'eau marine.....	10
I-7-Salinité des eaux marines .....	11
I-8- Pollution marine .....	11
I-9- Source de la pollution.....	12
I- 9-1 - Pollution domestique .....	12
I-9-2 - Pollution d'origine agricole .....	12
I-9-3 -Pollution industrielle.....	13
I-9-4-Pollution par les phénomènes naturels.....	13
I-10- Type de la pollution marine .....	13
I-10-1- Pollution physique .....	14
I-10-2- Pollution chimique .....	15
I-10-3- Pollution biologique.....	17
I-11- Pollution marine mondiale .....	17
I-12-Pollution marine en Algérie .....	18
I-13- Pollution par les différents Oueds de la wilaya de Jijel.....	19

I-14- Influence de la pollution marine sur les êtres marins.....	20
I-15- Méthodes de dépollution utilisées pour traiter les eaux marines .....	21
<b>Chapitre II : Indicateurs de la pollution .....</b>	<b>25</b>
II-1- Indicateurs physico-chimiques.....	25
II-1-1- Température (T).....	25
II-1-2-Potentille d'hydrogène (pH).....	25
II-1-3-Matières en suspension (MES).....	26
II-1-4-Conductivité électrique (CE).....	26
II-1-5- Salinité.....	27
II-1-6-Demande chimique en oxygène (DCO) .....	27
II-1-7-Demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	27
II-1-8- Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) .....	28
II-1-9- Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	28
II-1-10- Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	28
II-1-11-Phosphate total.....	28
II-1-12-Chlorure.....	29
II-1-13-Matières organiques.....	29
II-1-14- Métaux lourds.....	30
II-2- Indicateurs microbiologiques.....	31
II-2-1- Coliformes totaux .....	31
II-2-2-Coliformes fécaux .....	31
II- 2-3-Streptocoques fécaux.....	31
II-2-4-Salmonelles.....	31
II-2-5- Vibrion.....	32
II-3- Bio-indicateur biologique animal et végétale .....	32
II-3-1- Macros invertébrées benthiques .....	33
II-3- 2- Algues.....	34
II-3-3-Zooplanctons .....	35
II-3-4-Macrophytes .....	35
II-3-5- Oiseaux .....	36
<b>Chapitre III : Méthode d'échantillonnages et d'analyse .....</b>	<b>38</b>
III-1-Présentation de wilaya de Jijel.....	38
III-2- Réseaux hydrographie de la wilaya de Jijel.....	38

III-2-1-Oued El Nil.....	39
III-2-2-Oued El Kébir.....	40
III-3-Climat .....	40
III- 4- Vent .....	41
III-5- Précipitation.....	41
III-6-Température.....	41
III-7- Végétation.....	42
III-8-L'échantillonnage .....	42
III-8-1- Matériels d'échantillonnage .....	42
III-8-2- Etiquetage des échantillons .....	42
III-8-3- Mode du prélèvement.....	43
III-8-4- Transport et conservation des échantillons .....	43
III-9-Paramètres physico-chimiques et biologiques.....	43
III-9-1- Potentiel d'hydrogène (pH).....	44
III-9-2- Conductivité électrique (CE).....	44
III-9-3- Température .....	44
III-9-5- Salinité.....	44
III-9-6- Dosage des chlorures par la méthode de « MOHR » .....	44
III-9-7-Dosage de nitrite (NO <sup>-2</sup> ).....	45
III-9-8-Dosage de nitrate (NO <sup>-3</sup> ).....	45
III-9-9-Phosphore total .....	45
III-9-10-Demande biochimique en oxygène(DBO <sub>5</sub> ).....	46
III-9-12-Demande chimique en oxygène (DCO) .....	46
III-9-13-Mesure de la matière en suspension (MES).....	46
III-9-14- Dosage des métaux lourds (ETM).....	47
III-9-15- Dosage de l'ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) .....	47
III-10- Recherche et Dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	47
III-11-Recherche et Dénombrement des streptocoques fécaux.....	48
III-12-Dénombrement des Salmonella .....	48
<b>Chapitre IV: Études antérieures sur la qualité physico-chimiques et microbiologiques des plages .....</b>	<b>50</b>
IV-1-Résultats des paramètres physico chimique de certain oued.....	50
IV-2- Résultats des analyses microbiologiques des eaux des Oueds .....	56



IV-3- Résultats des analyses microbiologiques des eaux de mer.....	58
<b>Conclusion.....</b>	<b>62</b>
<b>Référence bibliographique .....</b>	<b>64</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>IV</b>
<b>Résumé</b>	

<b>Tableau 01</b> : Répartition en volume et en pourcentage des différentes sources d'eau salée et d'eau douce présentes sur Terre.....	06
<b>Tableau 02</b> : différence entre eaux souterraines et eaux surfaces.....	07
<b>Tableau 03</b> : salinité des principales eaux de mer.....	10
<b>Tableau 04</b> : ci-dessous représente les principaux ions contenus dans l'eau de mer.....	13
<b>Tableau 05</b> : l'origine et la nature de différents types de pollution.....	15
<b>Tableau 06</b> : moyennes mensuelles des précipitations en mm [2006,2015].....	45
<b>Tableau 07</b> : moyennes mensuelles de la température [2006,2015].....	45
<b>Tableau 08</b> : Les résultats des paramètres physico chimique de certain oued.....	51
<b>Tableau 09</b> : Les résultats des paramètres microbiologiques de certain oued.....	56
<b>Tableau 10</b> : Les résultats des paramètres microbiologiques de certaine plage.....	58

<b>Figure 01 :</b> Le cycle de l'eau.....	06
<b>Figure 02 :</b> Répartition en volume et en pourcentage des différentes sources d'eau salée et d'eau douce présentes sur Terre .....	07
<b>Figure 03 :</b> Localisation de la région de Jijel au 1/400000.....	38
<b>Figure 04 :</b> la carte géographique du bassin versant de l'oued El Nil.....	39
<b>Figure 05:</b> la carte géographique du bassin versant de l'oued El Kébir.....	40

**ANRH:** Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques

**B:** Bore

**Bi:** Bismuth

**CaCO<sub>3</sub> :** Carbonate de calcium,

**CaCl<sub>2</sub> :** Chlorure de calcium

**CaSO<sub>4</sub> :** Sulfate de calcium

**Cd:** Cadmium

**CE:** Conductivité électrique

**CO<sub>2</sub>:** Dioxyde de carbone

**Cu:** Cuivre

**DBO<sub>5</sub> :** Demande biochimique en oxygène

**DCO :** Demande chimique en oxygène

**ETM:** L'élément traces métalliques

**Fe:** Fer

**HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup> :** Hydrogenphosphate

**H<sub>2</sub>O :** Molécule d'eau

**H<sub>2</sub>S:** Sulfure d'hydrogène

**H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> :** Dihydrogène phosphate

**H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> :** L'acide phosphorique

**Hg:** Mercure

**IFEN:** Institut français de l'environnement

**IBGN :** Indice biologique globale normalisé,

**KCl:** Chlorure de potassium,

**MES:** Matière en suspension,

**Mg :** Magnésium

**MgCO<sub>3</sub> :** Carbonate de magnésium

**Mn:** Manganèse

**Mo:** Molybdène

**NaCl :** Chlorure de sodium

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:** Ammonium

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup> :** Nitrite

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:** Nitrate

**OECD :** Organisation de coopération et de développement économique

**OFEFP** : L'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage

**OMI** : L'Organisation maritime internationale

**OMS** : Organisation mondiale de la Santé

**ONM**: Office National de la Météorologie

**O<sub>2</sub>** : L'oxygène

**Pb**: Plomb

**Ph**: Le potentiel hydrogène

**PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>** : Phosphate

**SEQ-Eau** : Système d'évaluation de la qualité de l'eau

**SOES** : Service de l'Observation et des Statistiques

**T**: Température

**Zn**: Zinc

# *Introduction*

La terre est généralement appelée la « Planète Bleue » car l'eau représente trois quarts de sa surface, c'est l'élément essentiel à la vie, elle représente la principale composante de tous les êtres vivants (**Gerard, 1999**). La plupart de l'eau de la planète est salée et est contenue dans les différentes mers et océans.

La qualité des eaux littorales dépend de nombreuses activités humaines, qui se trouvent. Tout d'abord, sur l'ensemble du territoire du fait des apports telluriques diffus par les fleuves; puis, dans les zones proches du rivage par apports directs, diffus ou ponctuels (lessivage des terres agricoles, rejets urbains et industriels,...) et enfin, en mer (**Ifen, 2008 ; Soes, 2011**).

Ainsi, ces dernières années, la forte urbanisation, le tourisme ainsi que la démocratisation des activités aquatiques ont entraînés une augmentation de la fréquentation du littoral méditerranéen. En effet, la destination « mer » devance de loin toutes les autres (montagne, désert, musée, ...) notamment en Algérie, où durant la saison estivale, La baignade est une activité de loisir très pratiqué en Algérie, mais est devenue également un élément important de développement touristique. Cette activité peut cependant comporter certains risques pour la santé liés notamment à la qualité de l'eau (**Rodier ; et al 1997**).

En effet la pollution des eaux littorales, constitue un des aspects majeurs du déséquilibre des milieux aquatiques on distingue trois type de pollution, physique, chimique et biologique, cette pollution est liée aux rejets industriels, aux eaux usées d'origine urbaine, et industriel a l'emploi des pesticides et des engrais dans l'agriculture il s'y ajoute la pollution exponentielle aux déversements intempestifs ou aux accidents de transport (**Brisou et Denis, 1978 ; Gaujous 1995**).

Le risque de la baignade est aussi lié à la présence de micro-organismes, ces derniers, tels que les bactéries et les virus, qui sont susceptibles, après ingestion ou contact direct avec la peau et les muqueuses, de provoquer des maladies comme les gastroentérites, ou des affections respiratoires et cutanées (**Rodier ; et al 1997**).

Les réseaux hydrologique de la région de Jijel sont denses. Les plus importants Oueds qui déversent généralement dans la mer sont: Oued El-Kébir: qui prend naissance de la jonction d'Oued Rhumel et Oued En dja, traverse El-Milia et El-Ancer et se jette à la mer dans la région de Beni-Belaid. -Oued El Nil , Oued manecha , Oued djandjan ...qui prend sa source au Babors (Erraguene) est constitué de trois étages bioclimatiques (partie supérieure Erraguene barrage, partie centrale Oued Missa et Taballout ainsi que la partie maritime Azzaouane à Taher).

Pour essayer de comprendre les problèmes liés a la pollution des eaux du littorales au niveau de la wilaya de Jijel, notre recherche est basée sur l'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau de baignade au niveau de certaines plages de la wilaya de Jijel Sidi Abdelaziz et Bazoul. Ceci dans le but de déterminer l'origine de leur pollution. Les touristes peuvent-ils ou non se baigner sur ces plages ?, Et cette eau est-elle nocive pour les organismes vivants ?

Notre mémoire est une synthèse bibliographique qui englobe quatre chapitres:

- Le premier chapitre traite des généralités sur l'eau et les différents types de pollution affectant l'eau de mer.
- deuxième chapitre explique les indicateurs physico-chimique et biologique de la pollution marine.
- Le troisième chapitre illustre et décrit les sites choisis pour la recherche et les méthodes d'échantillonnage et d'analyse.
- Le quatrième chapitre sera consacré aux études antérieures traitant les résultantes de la qualité physico-chimiques et microbiologiques des certaines plages de la wilaya de Jijel en comparaison avec des travaux similaires dans d'autres Wilaya ou dans le monde, En fin on termine par une conclusion générale.



*Chapitre I : Synthèse  
bibliographique*

## I-1-Définition de l'eau

**Bernard (2007)** définit l'eau comme un composé chimique ubiquitaire sur la Terre, elle est partout présente dans la nature, c'est un liquide (H<sub>2</sub>O) incolore, inodore, sans saveur, de pH neutre et c'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants.

D'un autre côté c'est un élément naturel d'une importance primordiale, indispensable à toute forme de vie, l'eau est une richesse nécessaire à toutes activités humaines, c'est un facteur de production déterminant dans le développement durable, elle devient de plus en plus au centre des intérêts stratégiques (**Baziz, 2008**).

### I-1-1- Etats de l'eau

L'eau est un constituant fondamental de notre environnement. Elle se présente sous différentes états. Sous l'effet de soleil, de la pression atmosphérique et de la température, l'eau change son état, On peut la trouver sous trois formes (**Marsily, 1995**) :

- **État solide** : À basse température, l'eau est appelée glace et possède des Structures cristallines régulières.
- **État gazeux** : Caractérisée par une absence de forme et de limite physique, il n'y a pas de liaisons entre les molécules, et sont indépendantes les unes des autres.
- **État liquide** : Caractérisée par une forme non définie. Les molécules peuvent se déplacer les unes par rapport aux autres mais elles restent proches car elles sont liées par des forces intermoléculaires.

## I-2-Importance de l'eau

La terre est une planète à prédominance bleue par ce que l'eau recouvre les trois -quarts de sa surface, l'eau a des effets énormes sur notre planète: elle participe à la formation des continents, tempère le climat et permet aux organismes de vivre (**Peter ; et al 2009**).

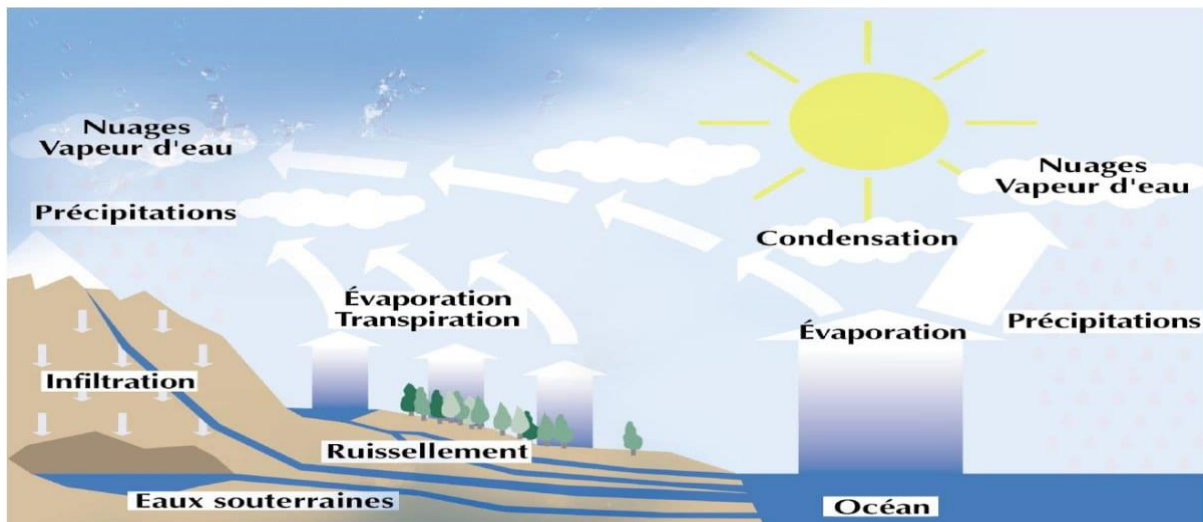
La vie sur terre serait impossible sans eau. Toutes les formes de vie, depuis les bactéries unicellulaires jusqu'aux plantes et aux animaux multicellulaires, contiennent l'eau. Les êtres humains sont composés d'environ 70% d'eau.

Nous dépendons de l'eau pour notre survie ainsi que pour notre confort: nous la buvons, cuisions avec naviguons sur les cours d'eaux, les lacs, les océans et en utilisons une quantité énorme pour l'agriculture, l'industrie, l'exploitation minière, la production d'énergie et le traitement des déchets. Donc l'eau est très importante pour la survie (**Peter ; et al 2009**).

### I-3- Cycle de l'eau

Les eaux de surface résultent des précipitations, le cycle de l'eau consiste en voyage renouvelé de l'eau sur notre planète. **Alain (2006)** estime que Le moteur de ce cycle est le soleil, ou plus exactement l'énergie solaire qu'il dégage. En effet, c'est cette dernière qui entraîne les changements d'état de l'eau : la formation et la fonte des glaces, ou encore l'évaporation de l'eau et son élévation dans l'atmosphère.

D'après **Vilagines (2003)** l'hydrosphère chauffée par l'énergie solaire, s'évapore et conduit à la présence d'eau dans l'atmosphère. Cette eau, à la suite d'un refroidissement de l'air, se condense en gouttes ou cristaux de glace et se trouve précipitée sous forme de pluie, neige ou grêle sur lithosphère à la surface de laquelle approximativement  $\frac{1}{4}$  ruisselle,  $\frac{1}{4}$  pénètre, quant au  $\frac{1}{4}$  restants, il s'évapore à son tour.



**Figure 01** : Le cycle de l'eau.

Source : (<https://www.cieau.com/espace-enseignants-et-jeunes/les-enfants-et-si-on-en-apprenait-plus-sur-leau-du-robinet/cycle-de-leau/>)

### I-4-Répartition de l'eau sur la planète

**Peter ; et al (2010)** affirme que le volume total d'eau que la Terre porte est de 1,4 milliards de km<sup>3</sup>. L'eau douce représentée 2,53 % De ce volume. Le (**Tableau 01**) ci-dessous monte la plupart de l'eau de la planète est salée et est contenue dans les différentes mers et océans. Une petite partie d'eau salée se retrouve aussi dans des aquifères souterrains (1 %) et dans des lacs (0,006%).

**Tableau 01** : Répartition en volume et en pourcentage des différentes sources d'eau salée et d'eau douce présentes sur Terre (**Peter ; et al 2010**).

	Volume (10 <sup>3</sup> km <sup>3</sup> )	Pourcentage de l'eau totale (%)	Pourcentage de l'eau douce (%)
Eau totale	1.386 million	100	-
Eau douce totale	35000	2.53	100
Océans mondiaux	1.340 million	96.5	-
Eau salée souterraine	13000	1	-
Eau douce souterraine	10500	0.76	30
Glaciers antarctique	21600	1.56	61.7
Glaciers du Groenland	2340	0.17	6.7
Iles arctique	84	0.006	0.24
Glacier montagneux	40.6	0.003	0.12
Pergélisol et glace souterraine	300	0.022	0.83
Lacs salins	85.4	0.006	-
Lacs d'eau douce	91	0.007	0.26
Humidité de sol	16.5	0.0012	0.047
Tourbières	11.5	0.0008	0.03
Rivière	2.12	0.0002	0.006
Dans la matière biologique	1.12	0.0001	0.0003
Dans l'atmosphère (en moyenne)	12.9	0.0001	0.04

### I-5-Sources d'eau

L'homme à recours généralement, pour satisfaire ses propres besoins en eau et permettre son usage dans ses diverses activités industrielles et agricoles, à trois types de ressources naturelles :

- Les eaux souterraines.
- Les eaux de surface (rivières, fleuves et lacs).
- Les eaux salines (eaux de mer et saumâtres).

Selon **Dégréement (2005)** l'eau à l'état naturel (superficielle, souterraine ou saline) n'est jamais « pure » ; c'est un milieu vivant qui se charge de très divers éléments en contact des milieux qu'elle traverse et sur lesquels elle ruisselle.

#### I-5-1-Eaux souterraines

Eaux souterraines ce sont les eaux, qui ne se sont ni évaporées ni retournées à la mer par ruissellement, s'infiltrant dans le sol et le sous-sol et s'y accumulent pour constituer les eaux souterraines. La pénétration et la rétention des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment de leur structure qui peut permettre la formation de réservoirs aquifères appelés nappes (**Dégréement, 2005**).

**Tableau 02** : différence entre eaux souterraines et eaux surfaces (**Kettab, 1992**).

Caractéristiques	Eau de surface	Eau souterraine
Température	Varie en fonction des saisons	Relativement constante
Turbidité	Niveau variable parfois Elevé	Faible ou nulle
Couleur	Principalement dû aux sols en suspension (argile, algue, ...) excepté pour les eaux acides et très douces.	Principalement dû aux solides dissous
Contenu minéral	Varie avec le sol, les effluents, les pluies, ...	Généralement plus important que pour l'eau de surface
Fer et Mn en solution	Généralement pas sauf pour au fond des lacs et dans le processus d'eutrophisation	pour un même endroit Présent
CO <sub>2</sub> agressif	Pas présent	Souvent présent en grande Quantité
O <sub>2</sub> dissout	Souvent proche du niveau de saturation. Absent dans les eaux très Polluées	Généralement peu présent
H <sub>2</sub> S	Pas présent	Souvent présent
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Seulement dans des eaux polluées	Souvent présent sans forcément une pollution bactériologique
Nitrates	Niveau généralement faible	Niveau parfois important
Silice	Généralement en proportion modérée	Niveau souvent important
Micropolluants d'origine organique et minérale	Présent dans l'eau des pays développés mais est susceptible de disparaître rapidement une fois la source éliminé	Normalement pas mais une pollution accidentelle a des effets à très long terme
Organismes vivants	Bactéries, virus, plancton (animal ou végétal)	Des bactéries du fer sont fréquemment trouvées
Solvants chlorés	Rarement présent	Souvent présent

Le (**Tableau 02**) montre les différences les plus importantes entre les eaux de surface et les eaux souterraines, parmi les plus importants paramètres température, Turbidité, Couleur, CO<sub>2</sub> agressif, O<sub>2</sub> dissout, H<sub>2</sub>S, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Nitrates, Silice.....

Ces paramètre sont varient selon les saisons, la nature de sol, la pluie, les pollutant...

### **I-5-1-1- Nappes**

L'aquifère, ou encore la nappe d'eau souterraine est un gisement d'eau souterraine utilisable comme source d'eau (**Kettab ,1992**), elle constituée par l'ensemble de l'eau qui occupe les pores des roches poreuses dans un domaine défini par son épaisseur et son étendue (**Pomerol ; et al 1997**).

Les nappes peuvent être classées en deux différents types de nappes :

#### **- Nappe libre**

C'est une nappe qui peut se développer librement vers le haut puisque le terrain perméable, siège d'une nappe aquifère, n'est pas couvert par une couche imperméable.

#### **- Nappe captive**

Lorsque la couche perméable est emprisonnée entre deux couches imperméables, la nappe ne peut se développer vers le haut et est alors appelée nappe captive (**Bonnin, 1982**).

### **I-5-2-Eau de surface**

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement (**Dupont ,1969**).

La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versant, elles sont généralement riches en gaz dissous (**Cardot, 1999**).

### **I-5-3-Eau saline**

Une eau saline est composée d'eaux naturelles qui contiennent Une grande quantité de sels, l'eau salée, l'eau alcaline... et l'eau continentale qui contient une forte concentration en sels.

Elles concernent principalement deux types d'eaux salées diffère :

- L'eau de mer
- Les eaux saumâtres

### I-5-3-1-Eau de mer

L'eau de mer est définie comme une solution complexe consiste en tous les éléments essentiels de la vie (calcium, silicium, carbone, azote, phosphore, oligo-éléments), de matière organique (teneur comprise entre 0,5 et 2 mg), et bien sûr de dissoudre les gaz dans l'atmosphère. L'eau de mer est alcaline faible. Le pH est compris entre 7,5 et 8,4 (**Rapinat, 1982**), la salinité moyenne des eaux des mers et océans est de 35 g/L (**Huot, 2010**).

Cette salinité peut être différente, la plus faible est rencontrée à la mer Baltique (17 g/L) tandis que la salinité la plus élevée est trouvée à la mer morte (270 g/L) (**Degrémont, 1989**) (**Tableau 03**).

**Tableau 03** : salinité des principales eaux de mer (**Ramond, 2007**).

Mer ou océan	Concentration g/l
Mer rouge	43
Golfe arabique	43
Mer méditerranée	39,4
Océan atlantique	36
Océan indien	33,8
Océan pacifique	33
Mer adriatique	25
Mer noire	13
Mer baltique	7

### I-5-3-2-Eaux saumâtres

L'eau saumâtre est une eau salée non potable, sa salinité est inférieure à celle de l'eau de mer (**Huot, 2010**).

**Maurel (2006)** affirme que, la plupart des eaux saumâtres ont une salinité comprise entre 1 et 10 g/L, la composition chimique des eaux souterraines saumâtres dépend de la dissolution des roches rencontrées, de la vitesse de circulation de l'eau et donc du temps de contact, de la solubilité des ions dissous et de l'évaporation. Soutient que les principaux sels dissous sont le CaCO<sub>3</sub>, le CaSO<sub>4</sub>, le MgCO<sub>3</sub> et le NaCl (**Huot, 2010**).

## I-6-Propriétés d'eau marine

L'eau de mer est caractérisée par des propriétés optiques :

-Premièrement, la couleur de l'eau pure qui n'est pas altérée par les substances incolores en solution dans l'eau de mer, de sorte que celle-ci, lorsqu'elle n'est pas souillée. La couleur bleue de l'eau de mer est souvent modifiée par des substances inorganiques en suspension, ou par des organismes végétaux microscopiques (**Pelseneer, 1904**).

-Deuxièmement, la transparence de l'eau des mers est variable, elle dépend de la turbidité de l'eau, c'est-à-dire de la quantité des particules en suspension qui sont d'origine minérale, ou organique ces substances peuvent être présentes dans l'eau sous forme particulaire ou dissoute, d'autre part les algues changent généralement la couleur de l'eau en vert (**Assiah ; et al 2004**).

-Troisièmement, la salinité est l'un des plus importants des propriétés chimiques de l'eau de mer. Elle représente la masse totale des sels dissous dans 1 kg d'eau de mer. C'est un rapport qui varie d'une mer à l'autre. Par contre, les proportions relatives des principaux sels restent constantes (**Montégut, 2002**).

Il est difficile de mesurer directement la salinité de l'eau par des méthodes de séchage et de pesage de résidus car un certain nombre de composés s'évaporent lors de cette opération. Toute fois les proportions relatives entre les différents ions sont quasiment constantes, ce qui signifie qu'il suffit de déterminer la concentration d'un seul élément de l'eau analysée afin de déduire les concentrations des autres éléments (**Musy et Higy, 2003**).

-Quatrièmement, la température joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz ; les concentrations des gaz dissous (l'oxygène, l'azote) diminuées lorsque la température et la profondeur augmentent. La température doit être mesurée pour déterminer le champ de densité et des courants. En générale la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'aire (**Rodier, 1997**).

Finalement, la densité est une grandeur sans dimension, sa valeur s'exprime son unité de mesure, on mesure la densité à l'aide d'un aréomètre (**Duhalde, 2016**).

D'après **Ki-Tai (1988)** la température joue un rôle important dans la variation de densité des eaux de mer tandis que la salinité aussi joue un rôle beaucoup plus important dans les changements de la densité au sein des milieux à salinité.



### I-7-Salinité des eaux marines

La salinité de la mer a une valeur moyenne qui tourne autour de 35‰. Cela signifie que la masse totale de substance solide contenue dans mille grammes d'eau de mer (environ un litre) s'élève en moyenne à environ 35g. Il existe en réalité des variations qui, dans certains cas, atteignent des valeurs considérables, tant en surface qu'en profondeur. Dans les océans, les valeurs de salinité les plus hautes se trouvent dans les zones tropicales, où elles montent jusqu'à 37‰.

A l'équateur où les précipitations sont élevées et où la nébulosité atténue l'action des radiations solaires la salinité des eaux est généralement inférieure à celle des régions tropicales (Umberto et Stefano, 2005).

La salinité moyenne des mers et des océans est de 35g/l, elle reste comprise entre 30g/l et 40g/l (Tableau 04).

**Tableau 04 :** ci-dessous représente les principaux ions contenus dans l'eau de mer (Danis, 2003).

	Composition de l'eau de mer (g/l)	Proportion (%)
Sodium	11.035	30.64%
Magnésium	1.330	3.69%
Calcium	0.418	1.16%
Potassium	0.397	1.10%
Strontium	0.014	0.04%
Chlorures	19.841	55.08%
Sulfate	2.769	7.69%
Bicarbonates	0.146	0.41%
Bromures	0.068	0.19%
Fluorures	0.001	0.00%
Total	36.02	100%

### I-8- Pollution marine

La pollution des mers et des océans par les activités humaines est un problème essentiel de l'industrie à l'échelle mondiale ou locale.

Au cours des dernières décennies, on détermine plusieurs catégories de pollution ; la pollution grave faisant suite à des accidents ou bien de pollutions chroniques se produisant à l'échelon local, régional ou mondial (**Hugh, 1995**).

La pollution des mers touche la flore et la faune à tous les niveaux telle que la mer est un réceptacle de toutes sortes de déchet d'origine anthropique (**Jean-Noël, 2003**).

La pollution peut se définir comme une dégradation ou une perturbation du milieu aquatique, qui résulte en général de l'apport de matières ou de substances exogènes. Ses effets peuvent être modificateurs ou destructeurs vis-à-vis du fonctionnement du milieu, selon la nature ou la quantité de polluant (**Genin ; et al 2003**).

80% de la pollution marine est d'origine terrestre. Les polluants sont transportés par le ruissellement des eaux suivant la dynamique des bassins versants mais aussi par l'air du fait du régime des vents, les surfaces marines reçoivent de nombreux dépôts atmosphériques (**Goery, 2014**).

## **I-9-Source de la pollution**

### **I- 9-1 -Pollution domestique**

Elle provient des habitations, elle est en général véhiculée par un réseau d'assainissement qui collecte les rejets de chaque foyer ou de centre d'activité vers une station de traitement des eaux usées et se caractérise par (**Faurie ; et al 2012**) :

- De fortes teneurs en matières organiques.
- Des sels minéraux, dont l'azote et le phosphore des détergents.
- Des germes fécaux.

En sortie des stations d'épuration on retrouve les mêmes éléments, en quantité moindre (20 à 95 % sont extraits), avec un rapport variable selon les familles de substances (moins de matières organiques, plus d'éléments minéraux Oxydés) et géographiquement concentrés en un unique point de rejet.

### **I-9-2 - Pollution d'origine agricole**

La pollution de l'eau imputable à l'agriculture est liée entre autres au ruissellement et au lessivage des éléments nutritifs (engrais chimiques et effluents d'élevage) et aux pesticides lors de leur utilisation ou de leur élimination, cette pollution peut porter atteinte aux écosystèmes aquatiques et aux activités halieutiques commerciales en eau douce ou en mer (**OECD, 2012**).

### I-9-3 - Pollution industrielle

La pollution industrielle comprend les matières solides en suspension, des sels dissous, des hydrocarbures, des éléments traces ou micro polluants et des rejets acides ou basiques, la matière radioactive, les eaux chaudes des centrales thermiques rejettent directement ou indirectement dans les sources d'eau éliminée par les installations industrielles (**Chevallier, 2007**).

Les pluies acides qui résultent essentiellement par la pollution de voie atmosphérique, elle peut transporter de la fumée provenant de l'industrie, des transports ou des maisons (**Goeury, 2014**).

### I-9-4- Pollution par les phénomènes naturels

Les éruptions volcaniques, les hydrocarbures sous- marins, certains filons géologiques de métaux, des sources thermo minérales, peuvent être des causes de cette pollution (**Faurie ; et al 2012**).

### I-10- Types de la pollution marine

La pollution marine causée par les rejets d'origine naturelle ou anthropique arrivant en mer par les fleuves, l'air, le drainage des territoires littoraux ou par rejet direct en mer. Les polluants ont des origines diverses et prennent différentes formes (sacs plastiques, conteneurs tombés d'un navire, nappes d'hydrocarbures, matières organiques, nitrates, métaux lourds, résidus médicamenteux, pesticides...) (**Mignaux et MEDDTL, 2011**) le (**Tableau 05**).

**Tableau 05:** origine et la nature de différents types de pollution (**chouteau, 2004**).

Type de pollution	Nature	Origine
Physique	Rejet d'eaux chaudes	Central thermique, nucléaire
	MES	Rejets urbains, érosion des sols
Chimique	Matière organique	Effluents domestiques, agricole, agro- alimentaire
	Fertilisants (nitrate, phosphate)	Agriculture, lessives
	Métaux	Industrie, agriculture, les déchets
	Pesticide (herbicides, fongicides, insecticide)	Industrie, agriculture
	Organochloré (PCB, solvant)	Industrie
	Composé organique de synthèse	Industrie
	Détergents	Effluents domestiques
Hydrocarbure	Industrie pétrolier, transports	
Biologique	Bactéries, virus, champignons.....	Effluents urbains et agricoles

### **I-10-1- Pollution physique**

Selon **Laurence (2013)** la Pollution physique est une modification dans la structure physique par divers facteurs, il peut s'agir d'un rejet d'eau douce qui fera baisser la salinité d'un lieu, un rejet liquide ou solide de substances en modifiant la turbidité du milieu (boue, les sables, limon...), un rejet d'eau réchauffée ou refroidie (par une centrale électrique ou une usine de gazéification de gaz liquide).

#### **I-10-1-1- Pollution par Matière en suspension**

Lorsqu'on dit matières en suspension il s'agit des matières minérales qui sont des particules produites par l'exploitation des sables et graviers, en plus les rejets de résidus de fabrications industrielles le long de littoral. Elles ont une action mécanique : elles augmentent la turbidité de l'eau et modifient la nature de fonds, changeant ainsi la flore et la faune, et la matière organique (**Beauchamp, 2003**).

#### **I-10-1-2- Pollution thermique**

La pollution thermique est une augmentation ou une réduction nocive de la température normale des eaux, elle peut exercer une influence catastrophique sur les biocénoses aquatiques. Causé par l'évacuation de la chaleur provenant des installations techniques.

Les industries sont les grandes productrices des rejets thermiques, à savoir les centrales fonctionnant aux combustibles fossiles, pétrole, gaz et carbone, les centrales nucléaires, les usines chimiques, les papeteries et les centrales électriques (**Jeanne, 2000**).

#### **I-10-1-3- Pollution radioactive**

La pollution de notre planète par des éléments radioactive artificiels résultant de l'utilisation de l'énergie nucléaire, dont les différentes applications entraînent notamment l'apparition de déchets radioactifs. Ces déchets ont des origines diverses, on rencontre dans les sous-produits d'opérations minières, au cours de la purification du minerai d'uranium. Ils proviennent également des installations de préparation et de traitement des combustibles nucléaires, usines de séparation des isotopes, ainsi que des véhicules qui a propulsion nucléaire. Les résidus de combustion des réacteurs nucléaires restent le plus important polluant (**Queneudec, 1965**).

### **I-10-2- Pollution chimique**

Les activités humaines ont produit une très grande variété de molécules chimiques, utilisées pour l'industrie, l'agriculture, les transports, les biens de consommation, la médecine, la construction ou encore l'électronique.

Ces molécules sont une cause importante de la pollution chimique. Une fois libérées dans l'atmosphère ou dans les sols, elles se sont transportées par les réseaux d'assainissement, ou par ruissellement ou infiltration, dans les cours d'eau, les nappes phréatiques, jusqu'aux eaux littorales. Au cours de ses activités, l'homme déverse des substances chimiques telles que les hydrocarbures, les détergents, les biocides (pesticides), métaux lourds directement dans les cours d'eau. Ces substances sont une autre cause, pas moins importante, de cette pollution.

Les niveaux de la pollution chimique des milieux aquatiques sont corrélés avec le niveau d'industriel (**Laurent, 2013**).

#### **I-10-2-1- Pollution de l'eau par les produits agricoles**

La pollution par des produits d'origine agricole affecte les eaux superficielles et souterraines, elle s'accuse, d'ailleurs, avec l'emploi généralisé et intensif des engrais chimiques et des pesticides, transportés par le ruissellement des eaux de pluie ou d'arrosage, ces produits drainent le sol vers des cours d'eau.

Les fumiers et les purins créent de leur côté une pollution biologique non négligeable en raison de grande nombre de points de pollution (**Marcel et Chartier, 1974**).

Les engrais proviennent des effluents d'élevage et des engrais de synthèse tel que le phosphore, les sels minéraux (nitrite, nitrate, ammonium) sont entraînés vers les cours d'eau par ruissellement. Les pollutions phosphorées d'origine agricole se concentrent en zone d'élevage intensif (**Alixan, 2015**).

Les pesticides tel que herbicides, insecticides et les fongicides, ont essentiellement pour objet de lutter contre les bio-agresseurs des cultures et ainsi de sécuriser les rendements agricoles (**Hélène, 2011**).

Ils sont composés de molécules fortement actives sur les organismes. Surtout utilisés en agriculture mais aussi pour le désherbage des voiries, le traitement des espaces verts et les jardins d'amateurs. Les risques sur la santé et les milieux naturels sont importants, beaucoup de ces produits sont cancérigènes ou peuvent générer des perturbations digestives, respiratoires, endocriniennes ou nerveuses, des malformations génitales, une baisse de la fertilité et des problèmes immunitaires (**Alixan, 2015**).

### **I-10-2-2-Pollution par les métaux lourds**

L'industrie métallurgique engendre des eaux usées chargées à des concentrations variables de métaux lourds souvent toxiques. Ils sont des éléments métalliques naturels dont la masse volumique est supérieure à 5 g/cm<sup>3</sup>. Les éléments les plus fréquents sont : le mercure, le plomb, le cadmium, le chrome, le cuivre.

Les métaux lourds ne sont pas toujours traités de façon adéquate, ils sont parfois même rejetés dans les cours d'eau sans traitement préalable. Cette contamination métallique peut avoir des conséquences catastrophiques sur l'environnement, les chaînes alimentaires et enfin de compte sur notre santé. L'industrie a souvent privilégié les sites à proximité des fleuves pour faciliter le transport des matières premières et l'alimentation en eaux qui permet de refroidir les installations mais aussi pour la possibilité du rejet des effluents industriels (**Jean pierre et Yan chim, 2018**).

Les métaux lourds sont dangereux pour les systèmes aquatiques particulièrement dans les estuaires et les zones côtières. Les métaux pénètrent dans les écosystèmes aquatiques avec les précipitations, les cours d'eau, les effluents et les rejets accidentellement rélargies comme sous produit des industries des mines ou s'échappant des bateaux (**De Valery et Forbes, 1994**).

### **I-10-2-3- Pollution par les hydrocarbures**

Les déversements d'hydrocarbures surviennent lorsque de l'huile de pétrole est rejetée dans l'océan après des accidents, tels que des navires qui s'écrasent ou des dommages et des problèmes avec les plates-formes pétrolières et le forage, elle affecte les écologies marines et côtières, et ce n'est pas facile à les enlever (**Marchand, 2003**).

Les hydrocarbures subissent une série de changements physiques et chimiques dont certains provoquent sa disparition de la surface de l'eau et d'autres sa persistance. Même si tout hydrocarbure déversé finit par être assimilé par le milieu marin, le temps requis dépend de ses caractéristiques physiques et chimiques initiales, ainsi que des phénomènes d'altération naturelle éventuellement causés par les agents atmosphériques (**OMI, 2005**).

Ses effets environnementaux les plus visibles sont les altérations physiques et chimiques des habitats, des modifications dans la croissance, la physiologie et le comportement d'organismes et des espèces particuliers, la toxicité et la mortalité accrue de certains organismes et espèces, ainsi que la destruction ou la modification de communautés entières d'organismes, dues a une combinaison des effets de toxicité et étouffement, cette pollution pétrolière peut continuer d'exercer des effets néfastes sur la faune et la flore sauvages et retarder grandement la reconstitution d'écosystème côtier fragile (OECD, 2008).

### **I-10-3- Pollution biologique**

La pollution biologique est la plus anciennes c'est la présence en quantité excessive de germes, bactéries et virus, parmi lesquels certains sont pathogènes peuvent provoquer des maladies gastro-intestinales. D'autre organismes, par nature plus opportunistes, infectent les individus fragiles par contact du corps avec l'eau contaminée ou par inhibition de goutte d'eau de mauvaise qualité avec divers aérosols.

Le littoral, et plus précisément les estuaires, est un espace où se trouve concentré un grand nombre de rejets : le fleuve, lui même souvent chargé, les effluents urbains côtiers, les rejets industriels ... (Chirstelle, 2006).

### **I-11- Pollution marine mondiale**

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 produisent une modification chimique de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités (Reggam ; et al 2015)

Les principales zones de transition des polluants sont les estuariens. 20 % de la pollution marine sont liés aux activités humaines en mer par les fuites et/ou rejet d'hydrocarbures, sacs plastiques, matières organiques, nitrates, métaux lourds, résidus médicamenteux, pesticides (Mignaux et Meddtl, 2010).

En Afrique les zones littorales soumises à de très élevées concentrations de polluants à cause des industries localisées au bord des fleuves et les rejets des eaux urbaines sans traitement directement dans la mer et le versement des hydrocarbures qui sont liés aux activités pétrolières. La contamination de la mer par les hydrocarbures est causée généralement par les pertes provenant du transport des hydrocarbures en mer, la pollution liée à l'exploitation d'une plateforme pétrolière et les pollutions accidentelles qui proviennent des opérations de routine (**Koffi et Pierre, 2010**).

Les écosystèmes côtiers d'Europe sont aussi affectés et sont fertilisés par de riches apports fluviaux en azote, phosphore et silicium par les rejets des activités humaines (agriculture, industries et agglomérations urbaines). Ces milieux autant fragiles que variés sont le siège d'une intense activité économique et industrielle qui agit de façon directe ou indirecte sur la dégradation de ces écosystèmes et sur leur capacité à faire face aux changements environnementaux (**Delmas et Treguer, 1983**).

Globalement, 16 % des grands écosystèmes marins sont gravement menacés par les nutriments, qui sont portés par les eaux usées et les effluents agricoles, sont emportés par les cours d'eau, se déversent dans les mers où ils favorisent la prolifération d'algues nuisibles. L'apport en nutriments provenant de nombreux cours d'eau étant en augmentation (**PNUE, 2016**).

### **I-12-Pollution marine en Algérie**

En Algérie, le développement économique et social a négligé l'environnement côtier, alors que l'ensemble de nos ressources halieutiques provient de la mer, et 95 % de nos échanges commerciaux ainsi que la totalité de nos exportations en hydrocarbures se font par la mer.

D'autre part, le littoral algérien a un grand potentiel touristique qu'il faut préserver contre la pollution et la dégradation.

D'un autre côté environ les deux tiers de la population algérienne sont concentrés sur le littoral, une forte concentration démographique a entraîné une urbanisation excessive. Le littoral en Algérie est, par ailleurs, caractérisé par une concentration des activités industrielles (**Kacemi, 2008**).

Du point de vue écologique, le littoral algérien est riche et diversifié. Sa longueur de 1200 km est divisée traditionnellement en trois zones côtières : Est, Centre et Ouest. Il est aussi varié en rivages : rocheux, plages sablonneuses et zones humides (**Kacemi, 2006**).



Alger, Oran et Annaba sont les plus importantes zones d'artificialisation du littoral algérien, utilisant de l'énergie et des matières premières dans leurs procédés produisant des déchets et des effluents que l'on retrouve ensuite dans le milieu naturel, elle a des impacts pouvant survenir au niveau local, régional ou mondial induisant des effets néfastes voire dangereux pour la santé de l'homme et son environnement (**Grimes ; et al 2015**).

Le complexe fertile d'Annaba, spécialisé dans la fabrication d'engrais minéraux (engrais phosphatés, urée et nitrate d'ammonium) est situé en plein centre urbain de la ville d'Annaba et à proximité de la mer. Cette région compte parmi les espaces les plus pollués du littoral algérien. En effet, le complexe déverse ses effluents liquides chargés en matières en suspension, huiles, graisses et matières minérales et organiques dissoutes dans la mer sans épuration adéquate.

En effet, une grande charge en matières organiques entraîne un développement de micro-organismes aérobies et provoque une chute de l'oxygène dissous dans le milieu récepteur conduisant à l'asphyxie des espèces présentes. Aussi, les composés azotés favorisent la prolifération de plantes aquatiques (notamment les algues) et conduit à une eutrophisation du milieu récepteur (**Zegaoula et khellaf, 2014**).

### **I-13- Pollution par les différents Oueds de la wilaya de Jijel**

La wilaya de Jijel compte parmi les régions d'Algérie les plus humides où le taux des précipitations peut atteindre les 1200 mm/an. Elle est caractérisée par un aspect morpho-structural qui favorise le ruissellement des eaux en surface. Le problème principal qui se pose pour ces eaux est la qualité physico-chimique des eaux. En effet plusieurs rejets urbains se jettent directement dans les oueds qui déversent dans la mer (**Boulahbel, 2006**).

L'une des oueds les plus importantes de la wilaya de Jijel et Oued de Djendjen qui est situé au Nord – Est de la wilaya de Jijel, La pollution d'Oued de Djendjen Constituant une menace pour la santé des habitants de la région de Jijel, Taher, Emir Abdelkader et Tassoust, cette pollution vient de plusieurs sources lessivage des terrains qui accompagnée par une forte concentration hydro chimiques, dispersions des eaux usées, de façon anarchique et sans épuration préalable, l'utilisation massive de fertilisants des sols et l'usage des produits chimiques de traitement des plantes, l'élevage et les agglomération industriel (**Fenazi et Derradji, 2013**).

Oued El Nil situé au sud de la ville de Jijel (nord-est de l'Algérie), à proximité d'une zone de forte activité urbaine, agricole et d'anciennes activités minières reçu par les cours d'eaux aux lessivages des sols, ce qui contient des fortes concentrations par les métaux tel que le plomb et le cadmium... **(Belli ; et al 2010)**. Le bassin hydrologiques de Jijel dont d'Oued El Kébir n'a pas été épargné des diverses interventions humaines qui ont engendré, dans plusieurs sites, des conséquences graves sur son équilibre environnemental.

Les déchets ménagers sont entreposés, au niveau de la décharge publique, au niveau de la commune de Sidi Abdelaziz à moins de 600 m du rivage à proximité de l'embouchure de l'Oued El Kébir.

Outre les déchets solides, des rejets liquides des usines de la zone industrielle d'El Milia, occupant sur les rives de l'Oued El Kébir à une vingtaine de kilomètres de l'embouchure se jettent directement dans l'Oued El Kébir.

les eaux usées industrielles de la tannerie d'El Milia et le complexe industriel sidérurgique de Balara, ont eu des effets néfastes sur l'environnement côtier.

Les produits utilisés dans le traitement et la transformation des peaux animales en cuir, ainsi que ceux utilisés dans la sidérurgie, qui se déversent souvent sans traitement préalable dans l'Oued El Kebir et représentent un risque pour la vie aquatique de l'Oued en amont et du milieu estuarien et marin en aval.

Les rejets incontrôlés de la tannerie ont provoqué, en 2008, des dégâts écologiques importants au niveau de l'Oued El Kébir, et impacté d'une manière sérieuse l'irrigation des champs agricoles **(Bougherira et Ghodbani, 2019)**.

#### **I-14- Influence de la pollution marine sur les êtres marins**

Les zones côtières à travers le monde subi d'importantes altérations physique ou chimique sous l'action des activités humaine qui engendre des perturbations de la biodiversité dans le milieu aquatique.

Cette perte peut concerner des habitats essentiels à une espèce nécessaire pour boucler son cycle de vie **(Amara, 2010)**.

La pollution plastique provoque de l'étouffement des animaux marins, la dégradation des coraux, la perturbation de la croissance du zooplancton en affectant ainsi l'ensemble de la chaîne alimentaire, alors une possible contamination des humains ingérant du poisson ou des fruits de mer.

Certaine faune marine confond les déchets plastiques avec ses proies habituelles, comme les tortues qui assimilent les sacs plastiques aux méduses ainsi les oiseaux de mer qui confondent les plastiques avec leur nourriture. Ces déchets peuvent empêcher l'animal de se nourrir, de respirer ou même provoquer sa mort (**DG trésor, 2019**).

Les oiseaux marins sont aussi des victimes de la pollution par les hydrocarbures car le pétrole pénètre rapidement leurs plumes, limitant leur capacité de voler et de rester au chaud et secs. Les oiseaux peuvent se noyer dans les hydrocarbures et meurent d'asphyxie (**Jenny, 2011**).

L'exposition des poissons à de très faibles quantités d'hydrocarbures, présents dans les eaux de production, provoque la féminisation des poissons mâles, ce qui réduit de manière significative la fertilité et retarde la période de frai de plusieurs semaines. Les hydrocarbures causent aussi des cancers chez les poissons et particulièrement chez les organismes benthiques (**kloff et wicks, 2001**).

Les quantités excessives d'azote et de phosphore dans les eaux, peuvent engendrer le phénomène « Eutrophisation » des populations de phytoplancton.

Les algues toxiques peuvent transmettre des toxines aux poissons. Dans certains cas le phénomène d'eutrophisation, peut accroître la population de certaines espèces ou le détriment d'autres. La prolifération d'algues toxiques peut provoquer un déficit en oxygène dans certaines zones en raison de la décomposition de la biomasse planctonique et créer ainsi des « Zones mortes », zones d'anaérobie où la faune et la flore marines normales ne peuvent survivre (**Michael, 2013**).

La concentration élevée des métaux lourds influence le développement des larves de crustacés et du plancton. Les métaux lourds s'accumulent dans les reins et le foie des animaux marins et peuvent provoquer des troubles. Ils perturbent le développement embryonnaire des huîtres. Ils causent le saturnisme des mammifères ou des oiseaux et le retard de croissance du phytoplancton (**Mignaux et Meddtl, 2010**).

### **I-15- Méthodes de dépollution utilisées pour traiter les eaux marines**

La mer est un écosystème sensible qui s'expose à des fortes pressions produites par des activités humaines comme la pêche, l'exploration gazière et pétrolière, l'immersion des déchets ou d'autres matières en mer, le transport maritime, le transfert d'espèces aquatiques envahissantes et le tourisme littoral (**Kiss, 1977**).

Chaque année, entre 0.5 et 2.4 millions de tonnes de plastiques atteignent les océans. 80% de cette quantité est généralement arrivé aux océans par l'intermédiaire des fleuves. Pour réduire les flux de macro-plastiques exportés en mer, nous devons surveiller les plages en permanence pour améliorer la collecte des déchets en plastique et pour réduire la présence de cette matière en milieu aquatique. On peut également créer des barrières dans la mer qui servent à attraper les déchets en plastique flottants et sub-flottants, les collectés pour leur réutilisation ou leur recyclage **(Tramoy; et al 2019)**.

Pour préserver la salubrité du milieu marin côtier il faut traiter les eaux usées avant leur rejet en mer. Cette opération doit se faire au niveau de toutes les agglomérations que se soit celles du littoral ou celles qui se trouvent aux rives des fleuves. Les installations industrielles sont aussi intéressés de cette opération, en effet, leurs effluents contiennent une forte concentration aux polluants, elles doivent les épurer **(Boutin ; et al 1992)**.

Le traitement des eaux usées peut se faire d'une méthode biologique, par l'utilisation des micros algues pour éliminer les excès de nutriments et de CO<sub>2</sub> dans ces eaux, c'est aussi utile pour éliminer les métaux lourds dans les plans d'eau.

Au cas de la pollution par les hydrocarbures on doit confiner et récupérer le polluant en posant des barrages côtiers, c'est une technique destinée à confiner le pétrole en vue de le récupérer plus facilement. Les performances des récupérateurs côtiers ont été améliorées, il existe des pompes adaptées et développées pour récupérer des produits précis, après cette opération on traite les eaux par des produits dispersants **(Rousseau, 1992)**.

L'utilisation des moyens biologiques est aussi efficace dans la lutte contre la pollution par les hydrocarbures, à travers la sélection de microorganismes dans le traitement des effluents et des nappes d'hydrocarbures, en cas d'accidents pétroliers, en eau de mer. Les scientifiques appellent ce phénomène « la biodégradation » **(Boutefnouchet et Chettibi, 2006)**.

Pour réduire la pollution thermique en installant des circuits de récupération de la chaleur dans les centrales thermiques afin d'éviter tout rejet extérieur. Cette chaleur récupérée pourrait se servir au chauffage domestique, évitant ainsi d'utiliser du fioul ou l'électricité produite pour le chauffage. Ainsi, on évite la pollution thermique et on réalise des économies d'énergie **(Sophie ; et al 2008)**.

Avant de créer des nouvelles industries sur les côtes, il faut respecter les lois relatives à la protection côtières. Les administrateurs doivent veiller sur l'application stricte de ces lois.

On ajoute à tous les mesures précédentes, l'établissement d'un protocole des normes pour les eaux usées et autres rejets d'effluents, l'utilisation de faibles niveaux des pesticides, la programmation des journées fixées de nettoyage des côtes et la sensibilisation le public **(Thavasimuthu et Mariavincen, 2017)**.

# *Chapitre II :*

## *Les indicateurs de la pollution*

Pour évaluer l'état écologique de l'eau de baignade, on utilise un certain nombre d'indicateurs biologiques, physico-chimiques et microbiologiques qui nous donne une information sur la qualité des eaux.

La qualité physico-chimique de l'eau informe sur la localisation et l'évaluation d'un niveau de pollution, en fonction d'un ensemble de paramètres. Basée sur des valeurs de référence, elle s'apprécie à l'aide de plusieurs paramètres :

**-Qualité physique** : Matière en suspension, turbidité, transparence, température, conductivité et salinité.

**-Qualité chimique** : pH, sels minéraux, matière organique (Demande Biologique en Oxygène en 5 jours, Carbone Organique Dissous), oxygène dissous, nutriments (nitrites, nitrates, ammonium, phosphate, silice), pesticides...etc.

Ces paramètres permettent d'acquérir des connaissances de base, de développer une surveillance pour détecter des perturbations et de mettre en place un suivi pour rétroagir sur la gestion (Catherine, 2013).

## II-1- Indicateurs physico-chimiques

### II-1-1-Température (T)

**Leynaud (1968)** définit la température de l'eau, comme un facteur écologique qui entraîne d'importantes répercussions écologiques.

Selon **Rodier (2005)** la température joue un rôle dans la solubilité des sels dissous donc sur la conductivité électrique et sur la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels .sa mesure est nécessaire pour accéder à la détermination du champ de densité et des courants (**Rodier, 1997**).

La température contrôle le comportement de différentes substances contenues dans l'eau et aussi joue un rôle important dans les cycles biologiques. Cependant elle n'a pas d'influence directe sur la santé humaine (**Roux, 1990**).

### II-1-2-Potentille d'hydrogène (pH)

C'est un paramètre chimique caractérisant l'acidité ou la basicité d'un milieu. Il résulte de la composition ionique de l'eau (**Aminot et Kérouel, 2004**).

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H<sup>+</sup> contenus dans l'eau. Il indique le caractère alcalin (pH >7), acide (pH <7) ou neutre (pH =7) de l'eau (**In Fonkou, 1991**).

Il est important pour la croissance des micro-organismes qui ont généralement un pH optimal variant de 6,5 à 7,5. Les valeurs de pH inférieures à 5 ou supérieures à 8.5 affectent directement la viabilité et la croissance des micro-organismes (**Mara, 1980 ; WHO, 1987**).

Le pH est donc est l'un des paramètres les plus importants de la qualité de l'eau. Il doit être étroitement surveillé au cours de toute opération de traitement (**Rodier ; et al 1996**).

### **II-1-3-Matières en suspension (MES)**

Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques, vivantes ou mortes, contenues dans les eaux. Elles sont fonction de la nature des terrains versés, de la saison, de la pluviométrie, de régime d'écoulement des eaux, de la nature des rejets...etc. (**Rodier, 1996**).

Les matières en suspension dans les eaux de mer sont donc des dimensions très variables. Elles comportent tous les composés ayant un diamètre supérieur à 0,45µm et elles peuvent être un indice de pollution. Elles sont transportées au sein de la masse d'eau qu'elle soit douce, marine ou résiduaire (**Aminot et Chausse-pied, 1983**). Les teneurs élevées en matières en suspension peuvent être considérées comme une forme de pollution. Une telle hausse peut aussi entraîner un réchauffement de l'eau, laquelle aura pour effet de réduire la qualité de l'habitat pour les organismes d'eau froide (**Hébert et Légare, 2000**).

### **II-1-4- Conductivité électrique (CE)**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques (**Rodier, 2005**).

La conductivité est également fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente (**Detay, 1993**). La conductivité varie en fonction de la température est aussi liée à la concentration des substances dissoutes et à leur nature (**Rodier, 2005**).

D'une manière générale, plus d'eau riche en sels minéraux ionisés, plus de conductivité élevée (**Rodier ; et al 2009**).

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement, mais approximativement la minéralisation globale de l'eau elle s'effectue à l'aide d'un conductimètre (**Mbeukam, 2013 ; Sari, 2014**).



### II-1-5-Salinité

Théoriquement, la salinité désigne la masse totale de substances solides dissoutes dans un kilogramme d'eau de mer (**Rodier ; et al 2009**). Elle est essentielle à l'étude du milieu marin, donc est une propriété de l'eau de mer, elle consiste avec la température deux descripteurs de base des plans d'eau (bon suivi du mélange d'eau) (**Aminot et Chausse-Pied, 1983**). Elle peut être mesurée et exprimée différemment, elle correspond à la teneur en sels dissous dans l'eau de mer (**Rodier, 1996**). Le degré de salinité est affecté par chlorure de sodium (NaCl) est un des très nombreux sels composant l'eau (**Rejsek, 2002**).

La méditerranée présente des valeurs de salinité plus élevées allant de 38-39‰ (**Aminot et Chaussepied, 1983**).

La salinité est aussi un facteur de stress très important qui influence les bactéries de pollution fécale en arrivant au milieu marin (**Hughes, 2003**).

### II-1-6- Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO), exprimée en mg d' (O<sub>2</sub>)/l (**Grosclaude, 1999**).

La demande chimique en oxygène représente la quantité d'oxygène consommée par les matières oxydables chimiquement contenues dans l'eau. Elle est représentative de la majeure partie des composés organiques mais également des sels minéraux oxydables (sulfures, chlorures.etc) (**Makhouk ; et al 2011**).

### II-1-7-Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

La demande biochimique en oxygène, exprimée en mg d'oxygène par litre, permet d'évaluer la matière organique biodégradable dans l'eau (**Bontoux, 1993**).

(**Byrne et Cordoner ,1991**) définissent la demande biochimique en oxygène comme étant la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20 ° C dans l'obscurité et pour une incubation de 5 jours d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une partie de la matière organique carbonée.

Ce sont des constituants minéraux dissous dans l'eau de mer et impliqués dans le métabolisme des êtres vivants. Ils situent donc à l'interface physique-biologique, ce qui rend leur étude doublement intéressante puisqu'ils peuvent être utilisés à la fois comme traceuse de masse d'eau (dans une optique physique) ou comme indicateurs de richesse potentielle (dans une optique biologique) (**Pierre ; et al 1993**).

**II-1-8- Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)**

Nitrites sont des composés intermédiaires de l'azote entre l'ammoniac et les nitrates, apparaissant lors de la dégradation des substances azotées par des bactéries dans la filtration biologique. Les nitrites sont toxiques pour la majorité des êtres vivants. La procédure consiste à déterminer la concentration des nitrites dans l'eau par la méthode spectrophotométrique à une longueur d'onde de 540 nm (**El Ouchy ; et al 2014**).

**II-1-9- Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)**

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote, et représentent la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé présent dans l'eau. Leurs concentrations dans les eaux naturelles sont comprises entre 1 et 10 mg/l (**Makhoukh ; et al 2011**).

La Réaction de nitrate avec l'acide sulfosalicylique (formée en ajoutant du salicylate de sodium et de l'acide sulfurique à l'échantillon). Il donne une couleur jaune stable. La spectroscopie est réalisée avec une longueur d'onde de 415 nm (**El Ouchy ; et al 2014**).

**II-1-10- Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)**

L'ammonium représente la forme ionisée de l'azote ammoniacal, sa présence dans les eaux profondes résulte le plus souvent de la décomposition anaérobie de matières organiques azotées. On les trouve souvent à des teneurs variant entre 0,1 à 0,2 mg/l (**Detay, 1993**).

Selon les normes OMS relatives à la potabilité des eaux, la concentration maximale recommandée est de 0,5 mg/l pour l'ammonium. Le changement de cette valeur ce indique la présence d'une pollution azotée qui peut provenir des déchets organiques, des engrais utilisés excessivement dans l'agriculture et des rejets domestiques ou industriels (**Al-Qawati ; et al 2015**).

**II-1-11-Phosphate total**

Le phosphore est un nutriment essentiel pour les organismes aquatiques. Parce qu'ils n'arrivent naturellement qu'en petites quantités dans l'eau, les intrants liés aux activités humaines conduisent à la croissance de plantes aquatiques (**OFEFP, 2004**).

Phosphore il peut se retrouver sous forme minérale ou organique. Ces différents composés se trouvent soit à l'état dissous dans la phase liquide, soit fixés sur les matières en suspension (**Satin et selmi, 1999**). Le phosphore total comprend le phosphore organique présent dans les nucléoprotéines, les phosphoprotéines, les combinaisons sucres phosphates et leurs produits d'oxydation et le phosphore inorganique qui composé essentiellement d'ortho-phosphates et de polyphosphates (**Rodier ; et al 2009**).

$$\begin{aligned} \text{P total} &= \text{P organique} + \text{P Minéral (inorganique)} \\ &= \text{P organique} + (\text{P poly-phosphates} + \text{P ortho-phosphates}) \end{aligned}$$

- Les ortho-phosphates ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ), qui sont des sels minéraux de l'acide phosphorique ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ). Cette forme, parfois notée O-P, est également appelée lors de la mesure des concentrations dans les eaux « phosphore réactif ».

- Les poly-phosphates (ou phosphates condensés), qui correspondent à des molécules plus complexes de phosphates minéraux (**Damien et Jean Christophe ,2006**).

### II-1-12-Chlorure

Les chlorures sont présents en grande quantité dans l'eau de mer (+ 19 g / l). Leur concentration dans l'eau de pluie est approximativement de 3mg/l.

La teneur en chlorures d'une eau dépend de l'origine de l'eau et de la nature du terrain qu'elle traverse. Les chlorures participent à la conductivité électrique des cours d'eau (**OMS, 1994**).

Le niveau guide de la concentration en chlorures des eaux destinées à la consommation humaine est de : 25mg/l. Les chlorures sont très répandus dans la nature sous forme de sels de sodium (NaCl), de potassium (KCl) et de calcium ( $\text{CaCl}_2$ ). Et les sels ont la propriété de déposer sur les parois de la tuyauterie et provoquent un bouchage (**Chevallier, 2007**).

### II-1-13-Matières organiques

Les matières organiques d'origine végétale ou animale sont des matières carbonées ces matières organiques constituent la biomasse s'inscrivent dans un cycle court.

Lorsqu'on parle de matière organique d'origine végétale ou animale, il faut différencier la biomasse (matière organique vivante, matière organique morte qui constitue les sols) et de la matière organique fossile.

La matière organique fossile est le résultat de la décomposition incomplète de matière organique bactérienne, microbienne produite en milieu océaniques (pétrole et gaz naturel) et de la décomposition incomplète de végétaux terrestres, ou semi-aquatiques (charbon lignite et tourbes) (Sophie, 2012).

#### II-1-14- Métaux lourds

Les métaux lourds ou les éléments traces métalliques (ETM) correspondent aux 68 éléments minéraux. Constituants de la croûte terrestre avec des concentrations pour chacun d'entre eux inférieures à 0.1 % et représentant seulement 0,6 % de tous les éléments (Baize, 1997).

Il est à noter que le terme «métaux lourds» est souvent utilisé dans la littérature. Un synonyme d'ETM ou d'éléments traces. Cependant, l'utilisation de ce terme critique (Duffus, 2002; Hodson, 2004), car certains auteurs déterminent les métaux lourds en fonction de leur densité (de 3,5 à 6 g cm<sup>-3</sup>), d'autres, selon la fonction de la masse atomique ou de leur numéro atomique. De plus, le terme «métaux lourds» est souvent utilisé désigner des éléments qui ne sont pas des minéraux tels que l'arsenic ou le sélénium (Park ; et al 2011).

Ces éléments sont capables de s'accumuler dans les matrices biologiques et d'être toxiques pour les êtres vivants à des concentrations peu faibles (0.01 % de la matière sèche) (Nabulo ; et al 2011, Singh ; et al 2010).

Certains ETM sont activement impliqués dans certains processus biologiques en tant que catalyseur de certaines enzymes et sont nécessaires pour le corps à de faibles concentrations. C'est le cas du bore (B), du cuivre (Cu), du fer (Fe), du manganèse (Mn), du molybdène (Mo) ou du zinc (Zn). Pour d'autres éléments, tels que Cd, Pb, Mercure (Hg) ou Bismuth (Bi), il n'y a pas de rôle biologique connu dans les organismes vivants. (Alturiqi et Albedair, 2012 ; Alloway, 2013).

## II-2- Indicateurs microbiologiques

### II-2-1- Coliformes totaux

Les deux groupes de microorganismes les plus utilisés comme indicateurs de contamination bactérienne sont les *coliformes totaux* et les *coliformes fécaux*, le groupe des coliformes totaux comprend toutes les bactéries aérobies et facultativement anaérobies, à gram négatif, ne formant pas de spores, en forme de bâtonnets, qui fermentent le lactose avec formation de gaz dans un délai de 48 h, à 35°C, Les coliformes totaux sont présents un peu partout dans la nature, dans les eaux riches en éléments nutritifs, dans le sol, sur la végétation et sur les animaux (**blackwood, 1978**).

### II-2-2-Coliformes fécaux

Le groupe des *coliformes fécaux* comprend les coliformes pouvant former des gaz en moins de 24 h à 44.5 °C, les *coliformes fécaux* se retrouvent exclusivement dans les intestins et les excréments des humains et des animaux à sang chaud. On peut utiliser les *coliformes fécaux* comme indicateurs de la qualité des eaux. Ce qui permet de détecter la présence des organismes pathogènes à la source (**Raymond, 1997**).

« *Escherichia coli* » appartient à la famille des Enterobactériaceae, elle se développe à 44°C sur des milieux complexes et provoque la fermentation du lactose et du mannitol avec formation d'acides et de gaz et produit de l'indole à partir des tryptophanes (**OMS, 1994**).

### II- 2-3-Streptocoques fécaux

Les *streptocoques fécaux* sont des bactéries à Gram positif, en forme de cocci oblongues et ovales, souvent associées par paires ou en chaînes courtes, qui forment des colonies totalement ou partiellement roses ou rouge foncée par réduction du chlorure de tétrazolium sur milieu de Slanetz et Bartley, après incubation pendant 48+/- 2 heures à 37 +/-0,2 °C. Ces bactéries ne se rencontrent pas normalement dans du poisson provenant d'eaux non polluées (**Hans, 1988**).

### II-2-4-Salmonelles

Les *salmonelles* sont des bactéries à coloration Gram négatif de la famille des Entérobactériacées ; elles se présentent sous la forme de bacilles de 3 microns de long sur 0,5 microns de large, ne produisant pas de spores, non capsulées, mobiles ou immobiles (**Nicolas, 2000**).

La plupart du temps doués d'une mobilité propre grâce à des flagelles péri triches. Ils sont aéro-anaérobies, réduisent les nitrates en nitrites, peuvent utiliser le citrate comme seule source de carbone, Salmonella peut être isolée dans l'intestin de nombreuses espèces animales et sa survie dans le milieu extérieur peut être très longue (**Korsak ; et al 2004**).

### II-2-5- Vibrion

Le genre *Vibrio* fait partie de la famille des *Vibrionaceae*. Les espèces de *Vibrio* qui sont le plus souvent à l'origine de phénomènes pathologiques chez l'homme sont: *V.cholerae*, *V. parahaemolyticus* et *V. vulnificus*. Leur température de croissance va de 18 à 40°C et la zone de pH permettant leur culture va de 6 à 9 (**Cohen et Karib, 2007**).

Les *Vibrio* sont des bacilles à Gram négatif, droits ou incurvés, assez court, d'un diamètre compris entre 0,5 et 0,8 µm et une longueur comprise entre 1,4 et 2,6 µm , très mobiles grâce à une ciliature polaire, le plus souvent monotriche. Ils sont aéroanaérobies facultatifs et possédant une oxydase et fermentant le glucose sans production de gaz ni d'H<sub>2</sub>S (**Harvey ; et al 2007**).

### II-3-Bio-indicateur biologique animal et végétal

Dans un écosystème, les différentes communautés sont en équilibre entre elles et avec le milieu, chaque organisme présentant des exigences particulières par rapport aux différents facteurs du milieu. Mais cet équilibre est fragile (**Genin ; et al 2003**).

La contamination de l'environnement marin peut causer des changements de distribution d'espèces, d'abondance, d'habitats, de flux énergétiques et de cycles biogéochimiques. Le terme « bio-indicateur » peut s'appliquer aux organismes aquatiques qui accumulent des polluants dans leurs tissus. Leur utilisation pour la surveillance des pollutions aquatiques a son origine dans les études sur l'abondance des radionucléides dans les écosystèmes marins (**Perez, 2000**).

On peut définir les indicateurs biologiques, comme des espèces végétales ou animale sentinelle de modifications anthropiques, biotiques ou abiotiques, dans leur environnement (**Geneviève et François, 2014**).

---

Le choix d'espèces indicatrices repose sur plusieurs critères :

- Leur abondance et leur taille qui facilitent les prélèvements et l'obtention d'échantillons représentatifs.
- Leur large distribution géographique permettant des comparaisons des niveaux de présence entre sites éloignés.
- Leur capacité à accumuler les contaminants.
- Leur tolérance aux Stress environnementaux et aux contaminants.
- Leur faible capacité à métaboliser les contaminants (**Alain, 2000**).

### **II-3-1- Macros invertébrées benthiques**

Les macros invertébrées benthiques sont des organismes aquatiques visibles à l'œil nu, qui ne possèdent pas de colonne vertébrale et qui habitent sur le fond des milieux aquatiques durant tout leur cycle de vie ou pour une partie seulement.

Ils sont très utilisés dans le domaine de la bio-indication puisqu'ils sont abondants dans la majorité des milieux aquatiques, en plus d'être faciles à identifier et à échantillonner. De plus, leur prélèvement a peu d'impact négatif sur le biote en place et ont la capacité de bio-accumuler divers polluants.

Les principaux taxons inclus dans cette définition sont les vers, les mollusques, les crustacés, les larves d'insectes et les échinodermes (**Benoit, 2014**).

#### **II-3-1-1- Les crustacés**

Les crustacés, comme beaucoup d'autres groupes d'organismes, sont très sensibles aux pressions de pêche et aux modifications de l'environnement liées à la pollution, cette espèce constitue des indices de pollution organique. De plus, elle est sensible à la pollution par les nitrates et les pesticides et l'eutrophisation ainsi qu'à l'acidification et de faible oxygénation des plans d'eau (**Ajeegah et al, 2017**).

#### **II-3-1-2- Mollusques**

Les mollusques sont le groupe d'invertébrés macro-benthiques ayant reçu le plus d'attention de la part des chercheurs dans le domaine de la bio-indication et du bio-monitoring (**Oehlmann et Schulte-Oehlmann, 2003**).

Les mollusques présente une capacité d'accumuler les métaux lourds ces le groupe d'invertébrés le plus sensible au tributylétain , un puissant biocide utilisé pendant de nombreuses années dans les peintures appliquées sur les coques de bateaux (**Liehr ; et al 2005; Oehlmann ; et al 1996**).

### **II-3-1-3- Annélides**

Ils ont des espèces rencontrées dans les écosystèmes littoraux et côtiers vivent souvent dans des milieux enrichis en matière organique ,elles sont fréquemment en contact avec des substances possédant des propriétés toxiques (effluents, déchets industriels et domestiques, lessives et détergents, produits phytosanitaires, pesticides, herbicides), elle constitue ainsi un matériel biologique de choix afin de suivre les effets écologiques de contaminants et pour évaluer les flux des xénobiotiques dans les chaînes alimentaires ; par conséquent, elles représentent l'un des groupes de macroinvertébrés les plus utilisés dans les études à caractère écotoxicologique (**Daas ; et al 2011**).

### **II-3-1-4- Insectes**

Les larves d'éphémères et de plécoptères sont reconnues dans le monde entier comme de bons bio-indicateurs de l'eutrophisation des eaux courantes en raison de leur sensibilité à la raréfaction de l'oxygène, elle a également Une sensibilité élevée à l'acidification et à divers contaminants, y compris les métaux, l'ammoniac et d'autres produits chimiques (**Menetrey ; et al 2010**).

De plus, les larves d'odonates sont utilisées comme bio-indicateurs de la salinité de l'eau puisqu'elles vivent presque exclusivement en eaux douces, et elle est aussi des bios indicateurs de l'acidité. Plusieurs espèces sont considérées comme acidophiles et pourraient peut-être être considérés comme des indicateurs potentiels pour les eaux acides (**Corbet, 1993**).

### **II-3- 2- Algues**

La quantité des nutriments dans les milieux aquatiques affecte sur l'abondance des algues donc la photosynthèse, qui permet aux algues de convertir l'énergie lumineuse en biomasse, est limitée par la quantité de nutriments disponibles dans le milieu (**Blais ; et al 2002**).



Les algues sont aussi très sensibles à la qualité physico-chimique de l'eau, notamment le pH, la salinité, à la présence de polluants organiques toxiques et de métaux lourds. Elle dépend aussi des facteurs climatiques, la lumière, la température, ainsi que la dynamique hydrique (turbidité, la vitesse de courant, profondeur de l'eau) (**Zouaïdia ; et al 2015**).

Enfin, les algues sont sensibles aux hydrocarbures. Leur abondance diminue considérablement dans les zones contaminées, le pétrole affecte ainsi la photosynthèse des phytoplanctons et réduit leur efficacité en tant que bio-indicateurs de ce type de pollution (**François, 2011**).

### II-3-3- Zooplanctons

Les *zooplanctoniques* sont des consommateurs primaires qui se nourrissent du plancton végétal (phytoplancton) ou d'autres organismes *zooplanctoniques*. Ils jouent un rôle déterminant dans les réseaux trophiques aquatiques puisqu'ils constituent une source importante de nourriture pour les poissons et les invertébrés prédateurs et assurent la régulation des populations d'algues par le broutage (**Koudenoukpo ; et al 2017**).

Les *zooplanctons* présentent généralement une grande tolérance à une salinisation de l'eau. Leur abondance et leur richesse diminue à mesure que la salinité augmente (**Beisel ; et al 2011**).

Il est également sensible à la présence de métaux lourds. En effet, les concentrations élevées en métaux lourds engendrent des modifications au niveau de leur morphologie, de leur taille et de la composition minérale de leur coquille. Les organismes *zooplanctoniques* sont sensibles également aux hydrocarbures,

Elles sont sensibles aussi à l'acidification de l'eau qui contrôle les changements dans la répartition et l'abondance des espèces de *zooplancton* (**Benoit, 2014**).

### II-3-4- Macrophytes

Les *macrophytes* intègrent les modifications spatiales et temporelles de l'environnement, largement répandus et relativement faciles à identifier, ils constituent d'excellents indicateurs de la qualité des eaux et du milieu (**Thiébaud, 2010**).

La concentration en nutriments bio-disponibles le phosphore et l'azote joue un rôle important dans le développement et la répartition des *macrophytes* aquatiques. La concentration élevée de ces éléments nuit à des impacts nuisibles sur les *macrophytes*.

Ils sont également sensibles à la présence de polluants organiques toxiques. Par exemple, l'atrazine engendre la décoloration des feuilles (**Trémolières ; et al 2008**).

On a aussi une sensibilité variable des *macrophytes* à l'acidification entraînant dans certains cas une perte de la diversité floristique. La richesse spécifique des *macrophytes* diminue aussi lorsque la salinité augmente (**INTER, 2001**).

### **II-3-5- Oiseaux**

Les populations d'oiseaux sont affectées par la perturbation des communautés de poissons, d'invertébrés benthiques et de *macrophytes* parce que elle représenter la premier source d'alimentation (**Gilles, 2004**).

Les oiseaux aquatiques sont également très sensibles à la pollution par les hydrocarbures. Ceux qui sont généralement les plus exposés à ce type de pollution sont les canards barboteurs et les oiseaux plongeurs (cormoran a aigrettes, pingouin, etc.), en raison de leur mode de vie qui accroît leur exposition à la contamination.

L'acidification de l'eau a un impact indirect sur les oiseaux aquatiques puisqu'elle entraîne des changements dans la quantité et la qualité des ressources alimentaires (**Bonnemains, 2010**).

# *Chapitre III :*

## *Méthode d'échantillonnages et d'analyse*

### III-1-Présentation de wilaya de Jijel

La wilaya de Jijel se situe au Nord-est Algérien. Elle est ouverte sur une façade maritime de 120 km et occupe une superficie de 24 000 km<sup>2</sup> (Boulahbel ; et al 2006).

La région appartient au domaine Nord atlasique connu locale sous le nom de la chaîne des Bâbords, elle est limitée par La mer méditerranée au Nord, La wilaya de Skikda à l'Est, La wilaya de Béjaia à l'Ouest, La wilaya de Sétif et de Mila au Sud.

Selon le Site Officiel de la Wilaya de Jijel (2011), la wilaya de Jijel est comprise entre les méridiens 5°25 et 6°30 Est de Greenwich, et entre les parallèles 36°10 et 36°50, hémisphère Nord (Figure 03).

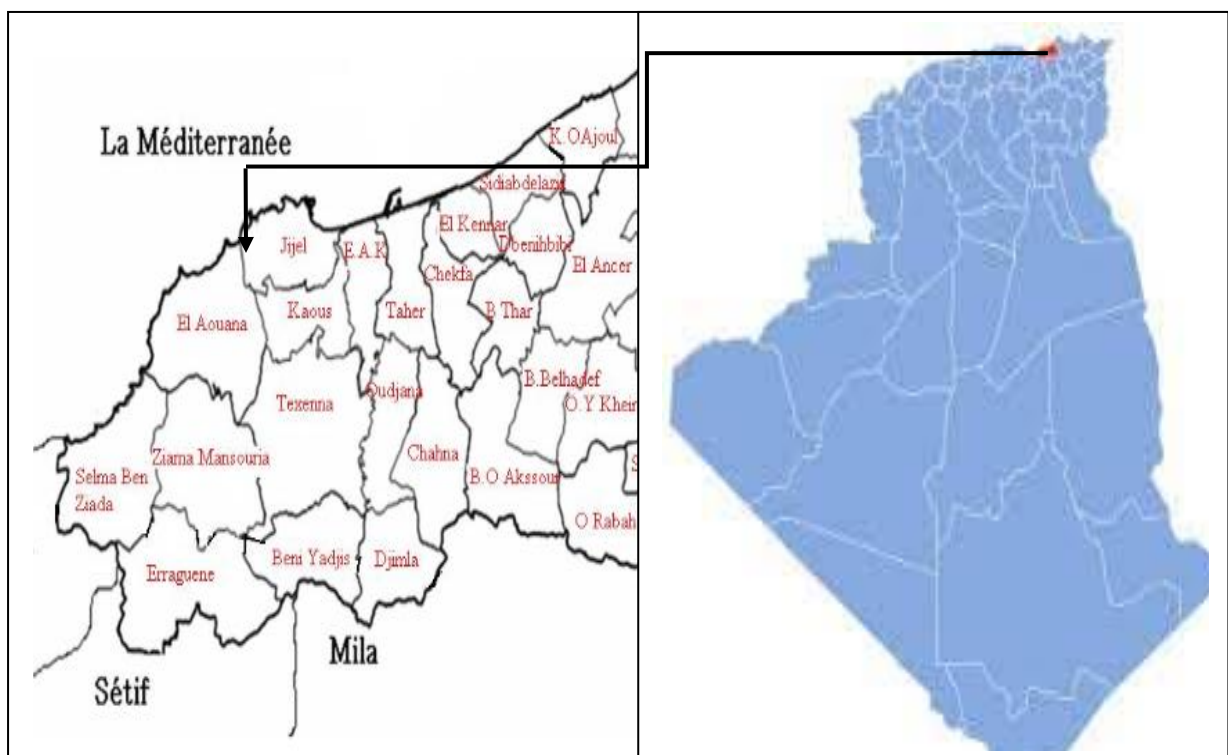


Figure 03 : Localisation de la région de jijel au 1/400000 (anonyme, 1997)

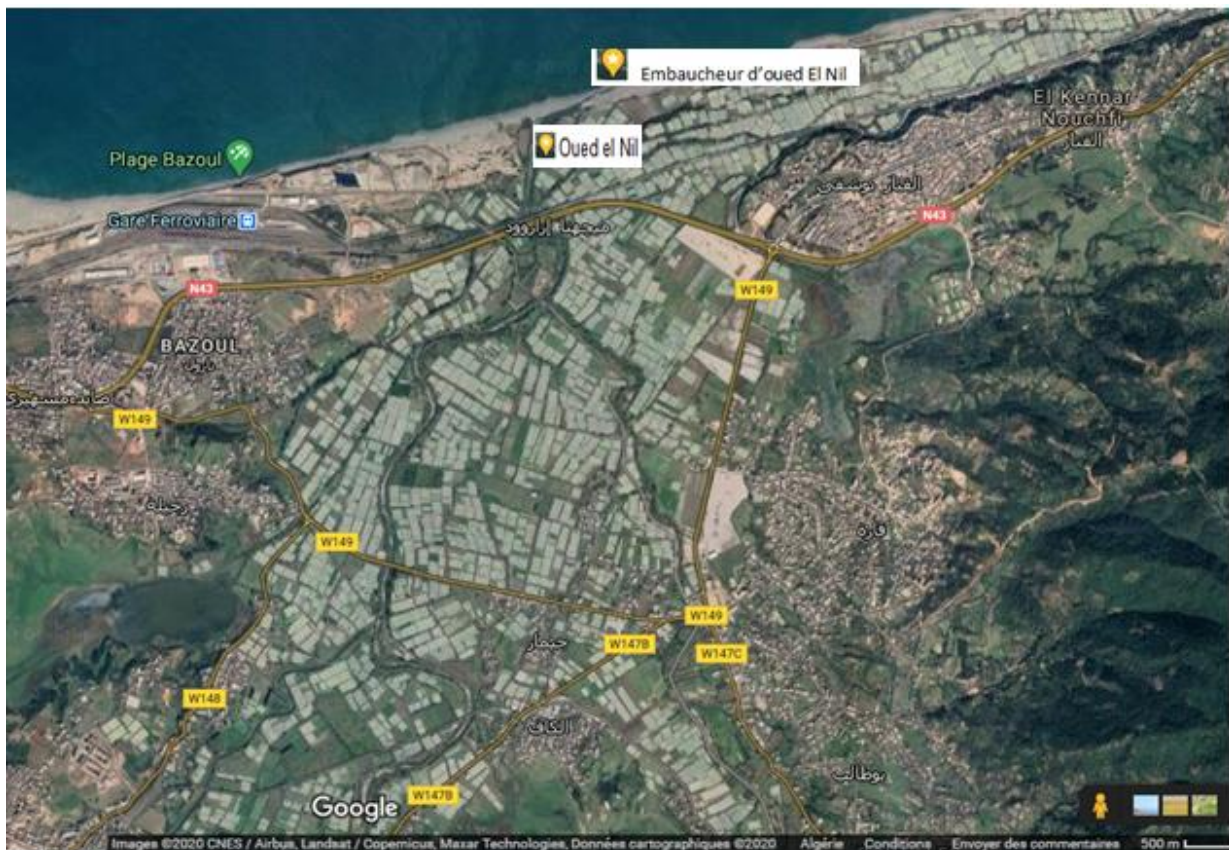
### III-2-Les réseaux hydrographie de la wilaya de Jijel

Avec une pluviométrie de 1200 millimètre par années, la wilaya de Jijel est considérée parmi les régions les plus pluvieuses en Algérie. Elle reçoit chaque année des apports d'eau de pluies très importants, qui ruissellent généralement vert les principaux oueds existants dans la nappe de Oued El Nil, la nappe de Oued El-Kébir , la nappe de Oued Djen-Djen, la nappe de Oued Kissir et la nappe d'Oued Mencha (ANRH, 2016).

Les plus importants des oueds sont :

### III-2-1-Oued El Nil

il est située au Nord-est Algérien et à une distance de 370 Km à l'Est d'Alger, il couvre une superficie de 58 km<sup>2</sup> et bordée au Nord par la mer Méditerranée. **(Boufekane et saighi, 2010)** La vallée du El Nil provient de la région de Mila et traverse les communes d'Oued Asker, Chahna, El Kennar, Taher et Chekfa et se déverse dans la mer dans la région de Bazoul. Cette plaine fait partie des zones humides de la wilaya de Jijel. Elle est limitée au Nord par la mer Méditerranéenne, au Sud par les reliefs de la petite Kabylie, à l'Est par les communes de Chekfa et El-Kennar et à l'Ouest par la commune de Taher **(Berkane, 2011)** le **(Figure 04)**.



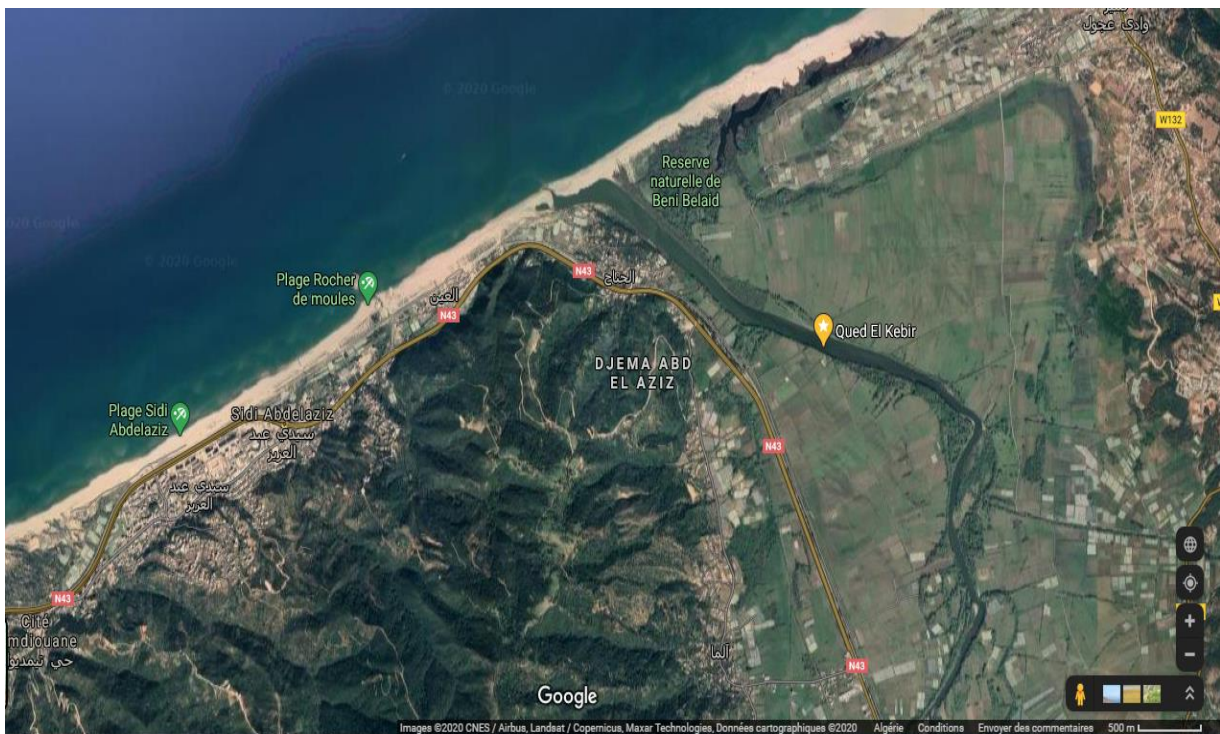
**Figure 04 :** la carte géographique du bassin versant de l'oued el Nil.

**Source: (Google Earth, 2020).**



### III-2-2-Oued El Kébir

Oued El Kébir est situé à l'Est de la wilaya de Jijel, il est lié, administrativement à la commune d'El Milia (Wilaya de Jijel). Qui coule dans l'est de l'Algérie, précisément dans la wilaya de Constantine, Sétif, Mila et Jijel. La station de Oued-El-Kébir prend le chemin de la wilaya de Sétif là on l'appelle Oued EL Rummel puis il traverse la ville de Constantine en créant des gorges appelées du Rummel ensuite il passe par les environs de la ville de Mila où on a réalisé le barrage Béni Haroun (le plus grand barrage Algérie). Il passe par la wilaya de Jijel et prend une autre appellation Oued El Kébir et se déverse dans la Méditerranée au niveau de la commune de Sidi Abdelaziz (**Boudjedjou, 2018**).



**Figure 05:** la carte géographique du bassin versant de l'oued el Kebir. **Source :** (Google Earth, 2020).

### III-3-Climat

La région de Jijel est considérée parmi les régions les plus pluvieuses d'Algérie. Elle est caractérisée par un climat méditerranéen, pluvieux et froid en hiver, chaud et humide en été.

Les températures varient entre 20C° et 35C° en été à 5C° à 15C° en hiver. La saison de pluie dure environs 6 mois. Les vents dominants soufflent généralement de la mer vers le continent (**Andi, 2013**).

**III- 4-Vent**

Le régime des vents, au cours de la saison hivernale, la vitesse maximale du vent varie entre 20.3 m/s au mois de Décembre et 17.8 m/s au mois de Mars. Pour la saison estivale, la vitesse maximale du vent varie entre 14.9 m/s au mois, d'Août et 18.2 m/s au mois de Septembre (**Bouketta, 2012**).

**III-5-Précipitation**

En hiver elle a enregistrées une quantité plus élevé de pluies les mois les plus pluvieux sont respectivement : novembre, décembre, février, et les précipitations Minimale sont observé en été alors que les mois les plus secs sont : juillet, juin, août, le (**Tableau 06**).

**Tableau 06** : moyennes mensuelle des précipitations en mm [2006,2015]  
(O.N. M d'EL Achouat).

Mois	Jan	Fév	Mar	avr	Mai	juin	Juil	aout	sep	Oct	nov	déc
P (mm)	121.3	149.1	121.9	71.6	50.2	19.2	2.2	21.5	71.1	114.3	168.3	153.7

Tandis que **P** : est moyennes mensuelle des précipitations en mm.

**III-6-Température**

D'après le tableau, les valeurs mensuelles les plus élevées sont observées durant la saison estivale, les mois de Juillet et Août avec 26.1 et 26.4. Tandis que les moyennes les plus basses sont relevées durant la saison hivernale, les mois du Janvier et Février (12.0°C) le (**Tableau 07**).

**Tableau 07** : moyennes mensuelle de la température [2006,2015] (O.N. M d'EL Achouat)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	juin	Juil	Aout	sep	Oct	nov	déc
T <sup>0</sup> C	12.0	12.0	13.6	16.6	19.4	22.8	26.1	26.4	24.0	21.1	19.6	13.1

### III-7-Végétation

La région de Jijel couvre une superficie forestière de 115.000 ha, soit un taux de boisement de 47%, les essences qui composent la wilaya sont essentiellement: le chêne-liège qui s'étend sur 43.700 ha, le chêne zéen et le chêne afares qui couvrent 7.700 ha, le Pin maritime Aiton d'une superficie de 1.000 ha, autres essences avec 4.600 ha et enfin 58000 ha pour le maquis et les broussailles (**Rouibah ; et al 2018**).

### III-8-L'échantillonnage

L'étude des écosystèmes marins se fonde sur des descripteurs complémentaires, Caractérisés par des analyses physico-chimiques et biologiques (**Rodier ; et al 2009**). Un examen ne peut être correctement interprété que s'il est réalisé Sur un échantillon correctement prélevé, dans un récipient stérile, selon une procédure minutieuse pour éviter toute contamination accidentelle, il est correctement transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte période de stockage dans des conditions satisfaisantes (**Rodier ; et al 2005**).

#### III-8-1- Matériels d'échantillonnage

Les échantillons doivent être prélevés dans des flacons en verre borosilicaté Ou en flacons plastiques à usage unique. Pour les analyses bactériologiques, les flacons en verre seront stérilisés par la chaleur, soit à l'autoclave à 120 °C pendant 1 heure, soit au four Pasteur à 180 °C pendant 1 h 30 (**Rodier ; et al 2009**).

Les flacons d'échantillons ne doivent être ouverts qu'au moment du prélèvement. Une fois l'échantillon prélevé, les flacons doivent être fermés jusqu'au moment de l'analyse (**Rodier, 2009**).

#### III-8-2- Etiquetage des échantillons

Pour faciliter le travail et l'exploitation des résultats tout évitant les erreurs, il est essentiel que les échantillons soient clairement étiquetés immédiatement avant les prélèvements et que les étiquettes soient lisibles et non détachables (**Rodier ; et al 1996**).



### III-8-3- Mode de prélèvement

Les lieux de prélèvement d'échantillons sont généralement choisis aux endroits où la profondeur de l'eau se situe entre 1 et 1.5 m (**Blackwood, 1987**).

Le flacon de prélèvement est tenu à sa base, le goulot vers le bas, enfoncé à 30 cm environ au dessous de la surface de l'eau puis ouvert. Il est tourné pour le redresser légèrement, l'orifice face au courant éventuel. Une fois le prélèvement effectué, le flacon est bouché (**Chaouch, 2007**).

### III-8-4- Transport et conservation des échantillons

La teneur initiale en germes des eaux risque de subir des modifications dans le flacon après le prélèvement, c'est pour cela que toute analyse doit être effectuée le plus rapidement possible (**Rodier, 2009**).

Pour les analyses qui seront faites au laboratoire, il faut que les échantillons d'eau soient acheminés dans les meilleurs délais, surtout les demandes des analyses bactériologiques (**Mayet, 1994**). Si la durée du transport dépasse 1 heure, et si la température extérieure est supérieure à 10 °C, les prélèvements seront transportés dans des glacières dont la température doit être comprise entre 1 à 4 °C. Même dans ces conditions, l'analyse bactériologique doit débuter dans un délai maximal de 8 heures, après le recueil de l'échantillon (**Rodier, 2009**).

### III-9-Paramètres physico-chimiques et biologiques

La qualité des eaux marines côtières des sites étudiés a été évaluée en déterminant les facteurs physiques et chimiques (température, pH, oxygène dissous, demande biochimique en oxygène (DBO) et demande chimique en oxygène, DCO (MES) substances en suspension, minéraux totaux, phosphore total et nutriments (nitrite, nitrate, ammonium) selon les méthodes décrites par (**Aminot et Chaussepied, 1983 ; Rodier 1996**).

#### Mesure in situ

Pour chaque prélèvement d'échantillons les mesures effectuées sur terrain afin de déterminer les caractéristiques spécifiques de l'environnement des prélèvements telles que la température et le pH, la conductivité et la teneur en O<sub>2</sub>. Ces paramètres sont très sensibles à des conditions environnementales peuvent disparaître ou changer pendant le stockage des échantillons et le transport vers le laboratoire (**Rodier, 2005**).

### III-9-1-Potentiel d'hydrogène (pH)

C'est un paramètre chimique qui caractérise l'acidité ou la basicité d'un milieu. Il résulte de la composition ionique de l'eau (**Aminot et Kérouel, 2004**).

Le pH est mesuré directement à l'aide d'une électrode intégrée. Cette mesure consiste à plonger l'électrode dans le bêcher de l'échantillon, laisser stabiliser un moment, puis à observer ou noter le pH (**Rodier, 2005**).

### III-9-2- Conductivité électrique (CE)

Pour déterminer la conductivité, un conductimètre multiéléments est utilisé. La sonde est rincée plusieurs fois puis immergée dans un bêcher contenant l'eau à analyser. Le résultat de conductivité est donné directement en  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (**Rodier, 2005**).

### III-9-3- Température

Par sa contribution à la détermination de la densité de l'eau, sa mesure est nécessaire pour déterminer les couches verticales, la valeur de saturation des gaz dissous (en particulier l'oxygène) et la circulation périphérique (**Aminot et Kérouel, 2004**).

La prise de la température des échantillons est effectuée sur site avec un thermomètre. Nous avons plongé le thermomètre dans les flacons, après avoir lu la température, nous avons enregistré les valeurs de température.

### III-9-5-Salinité

La salinité est mesurée par conductimètre (appareil électrique métrique), La méthode est rapide simple, précise l'utilisation.

Des salinomètres, réduisent considérablement le temps d'analyse. L'électrode est plongée dans la solution à mesurer. La lecture est effectuée après avoir fixé le degré de salinité, ce qui peut prendre plusieurs minutes (**Rodier ; et al 2009**).

### III-9-6- Dosage des chlorures par la méthode de « MOHR »

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent (**Rodier ; et al 2009**).

### III-9-7-Dosage de nitrite (NO<sup>-2</sup>)

Les nitrites et les nitrates peuvent évoluer rapidement. Donc nous mesurons la concentration nitrites le plus tôt possible après le prélèvement en le conservant à 4°C (**Rodier, 2005**).

La concentration en nitrite est mesurée selon une méthode colorimétrique basée sur la réaction de Griess optimisée par (**Bendschneider ; et al 1952**).

La diazotation de la sulfanilamide en milieu acide et sa réaction avec la N-(1-naphtyl)-éthylène diamine, elle colorant azoïque rose qui absorbe sur spectrophotométrie à une longueur d'onde de 543nm (**Rodier ; et al 2009**).

### III-9-8-Dosage de nitrate (NO<sup>-3</sup>)

La méthode retenue quasi universellement est celle fondée sur le dosage des ions nitrites obtenu par réduction des ions nitrates.

Les ions nitrates dissous dans l'eau de mer sont réduits en nitrites presque quantitativement (>95%) par passage sur une colonne de cadmium traité au cuivre (**Wood ; et al 1967**), on mesure donc en réalité la somme des concentrations nitrites+nitrates.

La concentration en nitrate est obtenue par déterminée la concentration de nitrite est séparément sans réduction. Les nitrates réduits en nitrites sont dosés par spectrophotométrie à 543 nm (**Rodier ; et al 2009**).

### III-9-9-Phosphore total

Le phosphore présent dans l'eau de mer à l'état soluble ou particulaire existe sous plusieurs formes : phosphore inorganique, composé essentiellement d'orthophosphates et de polyphosphates (tri- et pyro-) et phosphore organique présent dans les nucléoprotéines.

#### III-9-9-1-Phosphore organique

Les radiations ultraviolettes entre 200 et 250 nm provoquent une oxydation rapide de la matière organique présente dans l'eau de mer qui se traduit, dans le cas des composés organophosphorés, par une libération des ions orthophosphoriques.

#### III-9-9-2-Polyphosphates

Les polyphosphates sont transformés par hydrolyse en milieu acide en orthophosphates et dosés sous cette forme. La teneur en polyphosphates est obtenue par la différence entre l'orthophosphate dosé avant et après hydrolyse.

### III-9-9-3-Orthophosphates

Pour les eaux de mer, la méthode de (**Murphy et Riley, 1962**) est encore une des plus rapides et des plus simples. Elle est fondée sur la formation d'un complexe phosphomolybdique en présence d'antimoine puis de sa réduction par de l'acide ascorbique en un composé d'une intense couleur bleue dont le maximum d'absorption se situe à 885 nm (**Rodier ; et al 2009**).

### III-9-10-Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

La mesure de la DBO<sub>5</sub> exprime la concentration d'oxygène dissous consommée pour l'Oxydation par voie biochimique des matières organiques biodégradables contenues dans l'échantillon, dans les conditions de l'essai (**Rodier, 2009**).

La teneur en oxygène de l'eau est déterminée immédiatement après le prélèvement, puis à nouveau après un temps d'incubation de n jours à 20 °C. La différence entre les deux mesures correspond à la consommation d'oxygènes, considérés dans ces conditions comme la demande biochimique en oxygène (**Rodier ; et al 2009**).

### III-9-12-Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en Oxygène (DCO) exprime la quantité d'oxygène consommée par les matières organiques existant dans l'eau et Oxydables dans des conditions opératoires définies.

La méthode ST-DCO (méthode à petite échelle en tube fermé) utilise le même principe que la méthode classique en système ouvert: les matières Oxydables dans l'eau sont Oxydées quantitativement par une quantité connue et en excès de bichromate de potassium en présence d'acide sulfurique, de sulfate d'argent (Catalyseur) et de sulfate de mercure (complexant des ions chlorure) et au reflux pendant 2 heures (**Rodier, 2009**).

### III-9-13-Mesure de la matière en suspension (MES)

La méthode consiste à filtrer l'eau de mer sur membrane filtrante afin de retenir toutes les particules de taille supérieure à 0,5 µm environ. La membrane est rincée, séchée et pesée avant et après filtration. La différence de poids permet de connaître la masse sèche totale de matières en suspension dans le volume filtré correspondant.

Le point méthodologique crucial, lors de la mesure des MES en eaux salées, est le rinçage des filtres, juste après la filtration, pour en éliminer le sel résiduel, source d'erreur par excès (**Aminot et Kérouel, 2004**).

### III-9-14- Dosage des métaux lourds (ETM)

L'appareil utilisé est un spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme de type.

C'est une méthode d'analyse élémentaire qui s'applique à l'analyse des métaux lourds à l'état de traces. Les éléments absorbent les radiations dont la longueur d'onde correspond à celle émises lors du retour à l'état fondamental de l'atome.

L'analyse des métaux traces dans le l'eau de mer implique (minéralisation) de la matrice par l'ajout de 1 ml de l'acide nitrique à l'eau préalablement filtrée et une détection par des méthodes spectrométriques (**Janin et Schnitzer, 1996**).

### III-9-15- Dosage de l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

Le terme « ammonium » étant utilisé par simplification puisqu'il s'agit de la forme majoritaire au pH de la plupart des eaux naturelles. Le dosage mesure la somme des deux formes ammoniacales en équilibre dans les eaux, l'ammoniac  $\text{NH}_3$  et l'ammonium  $\text{NH}_4^+$ . La méthode repose sur la réaction de Berthelot, dite au bleu d'Indophénol, adaptée à l'eau de mer par Solorzano (**Aminot et Kérrouel, 2007**).

### III-10- Recherche et Dénombrement des coliformes totaux et fécaux

La méthodologie utilisée est celle de la colorimétrie en milieu liquide qui permet la caractérisation et le dénombrement des coliformes totaux (test présomptif) et des coliformes fécaux (test confirmatif) (**Bennani, 2012**).

-Test présomptif : il y a ensemencement sur le milieu gélose sélectif choisi, soit directement, soit après filtration d'un fort volume d'eau sur membrane, l'incubation se fait à  $37^\circ\text{C}$  pendant 24 à 48 heures. Le dénombrement se fait par comptage des colonies caractéristiques.

-Test confirmatif : Dans ce cas, l'inoculation en milieu sélectif liquide (tubes de bouillon) fournit, après incubation, des réactions biochimiques caractéristiques (par exemple: gaz, ou gaz et indole). Le dénombrement se fait à l'aide des tables de dénombrement en usage, dites du « nombre le plus probable » (**Mazieres, 1980**).

### III-11-Recherche et Dénombrement des streptocoques fécaux

La recherche et le dénombrement des streptocoques du groupe (D) dans les eaux, en milieu liquide, se fait en deux étapes consécutives :

- Le test de présomption: réservé à la recherche présomptive des Streptocoques, Sur le milieu Rothe à simple ou à double concentration.
- Le test de confirmation : réservé à la confirmation réelle des Streptocoques du groupe, l'aide d'une anse bouclée dans un tube contenant le milieu Eva litsam (**Chaouch, 2007**).

### **III-12-Dénombrement des Salmonella**

Le dénombrement de ces germes a été réalisé sur un milieu sélectif SS-Agar. L'incubation a été réalisée à 37°C pendant (24-48h), après ce temps toutes les colonies ont généralement leurs aspects caractéristiques, les colonies de Salmonella est incolores (**Fagrouch ; et al 2010**).

# *Chapitre IV:*

*Études antérieures sur la  
qualité physico-chimiques et  
microbiologiques*

#### IV-1-Les résultats des paramètres physico chimiques de certain Oued

Nous avons mené une étude comparative sur des recherches antérieures qui se concentrent sur les analyses physiques, chimiques et microbiologiques des l'eau de certain oueds pour découvrir l'impact de ces paramètre sur la pollution des eaux de baignade au niveau des embouchures.

##### Oued El kébir

Pour contribuer à l'étude de l'évolution de la qualité bactériologique et physico-chimique des eaux d'oued El kébir quatre prélèvements ont été effectués dans une période allant du mois de décembre 2015 jusqu'au mois de mai 2016, chaque prélèvement comporte quatre échantillon **(Boumeliha et chahredine , 2016) :**

**Le point de prélèvement 01 :** dans la région de Milia caractérisé par des eaux stagnante, élevage du bétail, près de la route, pas de rejet des eaux usées domestique.

**Le point de prélèvement 02 et 03 :** les deux sont effectués dans la région de l'El djenah qui caractérisé par des zones agricole, pâturage, rejet des eaux usées domestique.

**Le point de prélèvement 04 :** dans l'emboucheur d'oued El kébir qui caractérisé par fréquenté par les pêcheurs, a quelque mètre de l'emboucheur a la plage de Beni Bélaid.

- ✓ Pour oued El kébir les mesures in situ ont été mesurées sur le lieu d'échantillonnage, à l'aide d'une valise multi- paramètre de terrain (WTW350I).
- ✓ Pour les mesuré au laboratoire ont dosés par la méthode spectrophotométries selon les protocoles décrits par **(Rodier, 2005)** et **(Rodier, 2009)**.

##### Oued El Nil

Pour contribuer à l'étude de l'évolution de la qualité bactériologique et physico-chimique des eaux d'oued El Nil l'échantillonnage sur le terrain a été effectué au mois d'avril. Quatre stations d'étude réparties le long de l'oued ont été retenues en tenant compte de la distribution des activités anthropique ainsi que des zones de confluence **(Boumahrouk ; et al 2017) :**

**Le point de prélèvement 01 :** se situe sous le pont reliant la commune de Chekfa et celle de Taher, à environ 7 Km de l'embouchure caractérisé par un débit d'eau important, densité végétale moins dense que les autres points de prélèvement.

**Le point de prélèvement 02 :** elle située à environ 3 Km de l'emboucheur sous le pont reliant Djimar et Bazoul, caractérisé par un débit moyenne d'eau, la présence d'une décharge sauvage sur la rive droite de l'oued, elle reçoit aussi les rejets de oued Boukaraa.

**Le point de prélèvement 03 :** se trouve à environ 4Km de l'embouchure caractérisé par un débit moyen.



**Le point de prélèvement 04 :** elle située en aval de l'oued (embouchure), sous le pont de la route nationale N°43, caractérisé par la présence d'une grande richesse floristique, des rejets domestique et des déchets divers prévenant de l'oued Sayoud et Tassift. L'eau dans cette station est trouble, son débit est pratiquement nul, on note la présence d'algue.

- ✓ Pour oued El Nil les mesures in situ ont été mesurées sur le lieu d'échantillonnage, à l'aide d'un multi- paramètre de terrain de type CONSORT C561, après avoir prélevé l'échantillon.
- ✓ Pour les mesuré au laboratoire ont dosés par la méthode spectrophotométries selon les protocoles décrits par (Rodier, 1971) et (Rodier, 1996).

**Tableau 08:** Les résultats des paramètres physico chimique de certain oued (Boumeliha et Chahredine, 2016) et (Boumahrouk ; et al 2017).

		Au Niveau De La Wilaya De Jijel	
		Oued El-kibir	Oued Nil
Température (°C)		15.4 -25	19.96-18.23
Ph		7.4 - 8.3	7,85-8.19
conductivité (µs/cm)		543-1082	374,33-547,33
DBO5 (mg/l)		5-47	2-2.28
DCO (mg/l)		20-90	/
Phosphate (mg/l)		0.45	1,06-3,75
Nitrite (mg/l)		0.086	0,17-0,43
nitrate (NO <sub>3</sub> -) (mg/l)		6.45 -10.485	40,25-45,84
Chlorures (mg/l)		73.33-166.89	/
Ammonium		/	0,32 -2,92
Métaux lourd (ppm)	Cd	/	0.22-0.55
	Pb	/	0.30-0.60
	Zn	/	0,06-0.55

Le tableau exprimé les résultats des analyses des différents paramètres physico-chimique des certain oueds:

### La température (T)

L'étude menée par **(Boumeliha et Chahredine ,2016)** sur quatre stations d'Oued El-Kébir montré que la température minimale de l'eau de oued El Kébir est 15.4 C° enregistré dans le mois de décembre à la station 01 et station 04. La température maximale est 25 C° noté pendant le mois de mai à la station 04.

Les stations situées dans les zones à couvert végétal peuvent être importantes ou nulles, sont exposées pendant toute l'année à la chaleur du soleil et présentent des valeurs thermiques importantes. C'est le cas des stations 01 et 04. Par contre dans les stations 01 et 02 la température est moins élevée car elles sont couvertes de végétations, en particulier celles de strate bénéficient d'un flux solaire moins important.

Après les moyennes mensuelles de la température des eaux d'Oued El-Kébir permet de classer ces eaux selon (SEQ-EAU), parmi les eaux de « bonne » qualité.

Ces résultats sont légèrement supérieurs à ceux obtenus par **(Boumahrouk ; et al 2017)** réalisé sur les eaux d'Oued El-Nil variant de 18.23°C à 19.96 °C pour quatre stations, avec une moyenne de 19.09° C.

La comparaison des résultats obtenus lors des analyses des échantillons d'eau d'Oued El Nil avec les normes (SEQ-EAU, 2003) on ne conclut que l'eau d'Oued El Nil de très bonne qualité.

### Potentiel d'hydrogène (PH)

Outre la température, Le pH des eaux, varie en fonction de la nature de la roche-mère sur laquelle sont installés les écosystèmes limniques considérés **(François, 2011)**. Le pH des eaux naturelles est généralement compris entre 6,6 à 7,8 selon **(Christelle et al, 2006)**.

En effet la variation du pH le long d'Oued El- Kébir varie de 7.4 en station 01 mois d'avril à 8.3 en station 04 (embouchure) cette variation peut être expliquée par sa proximité de la mer **(Boumeliha et Chahredine, 2016)** Selon les normes **(SEQ-EAU, 2003)** le pH d'Oued El-Kébir est de bons états, pour Oued El Nil de très bonne qualité avec une variation de 7.85 à 8.19 **(Boumahrouk ; et al 2017)**.

La tendance alcaline du pH, enregistrée dans les eaux des Oued, reflète l'influence de la nature géologique des terrains traversés et les rejets (domestique, industriel ...).

### La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique enregistrée dans les quatre stations d'Oued El-Kébir varie entre un minimum de 543  $\mu\text{s}/\text{cm}$  station 01 (en amont), et un maximum de 1082  $\mu\text{s}/\text{cm}$  dans la station 04 (en aval) dans le moi de décembre (**Boumeliha et Chahredine ,2016**), on remarque une augmentation de la conductivité de l'amont vers l'emboucheur.

Par contre dans Oued El Nil elle variée entre 374,33  $\mu\text{s}/\text{cm}$  dans la station 01 et 547,33  $\mu\text{s}/\text{cm}$  dans la station 04. Elle est de très bonne qualité selon les normes (**SEQ-EAU, 2003**) (**Boumahrouk ; et al 2017**).

La conductivité élevée en aval (emboucheur) indique une forte salinité et charge en élément nutritif, qui est influencée par les eaux de mer et les rejets urbains et industriels, tandis que les valeurs faibles enregistrés dans l'amont sont traduit par l'absence des rejets urbains et industriels.

La variation saisonnière de la conductivité dépend de la période pluviale, on remarque une augmentation de la salinité pendant le mois de décembre à mai en raison du phénomène de dilutions et une faible valeur en mois d'avril a cause de l'évaporation de l'eau.

### La DBO<sub>5</sub>

La détermination de la demande biologique en oxygène est basée sur la décomposition de la matière organique pendant 5 jours avec une incubation à 20°C et exprimée en mg /l (**Raven et al, 2009**).

Les études de (**Boumeliha et Chahredine, 2016**) montre que la DBO<sub>5</sub> varié de 5 mg/l dans la station 01 pendant le moi d'avril à 47 mg/l dans la station 04 pendant moi d'avril dans les eaux d'oued El Kébir. La tenure élevée en aval de la DBO<sub>5</sub> est traduit par les rejets des effluents urbains et domestiques, donc elle est classé de très mauvaise qualité d'après (**SEQ-EAU, 2003**).

Par contre l'étude réalisée par (**Boumahrouk ; et al 2017**) sur Oued El Nil, note une variation entre 2 mg/l dans la station 01 et 2.28 mg/l dans la station 02, indiquant une très bonne qualité de l'eau selon les normes (**SEQ-EAU, 2003**).

Le taux élevé des sels et des matières organique provient essentiellement des rejets urbains, industriels, et agricoles directement dans les cours d'eau, se qui traduit les valeurs élevés de la DBO<sub>5</sub> (**Benyakhlef, Belghyti, 2007**).

### La DCO

Généralement, l'évolution de la DCO suit la même allure que la DBO<sub>5</sub>. Les valeurs retrouvées pour le paramètre DCO de l'eau pour les études de **(Boumeliha et chahredine ,2016)** varient d'une valeur minimal 20 mg/l dans la station 01 durant les mois d'avril et février est une valeur maximal 90 mg/l dans le mois d'avril à la station 04, ses eaux peuvent être classée de bonne qualité selon les normes **(SEQ-EAU, 2003)**.

### Les nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Les nitrates dans Oued El-kébir variée entre 6.45 mg/l dans la station 01 à 10.485 mg/l dans la station 03 pendant les mois d'avril et juin indiquant une bonne qualité selon les normes **(SEQ-EAU, 2003)** **(Boumeliha et chahredine ,2016)**, par contre pour Oued El Nil les concentrations des nitrates sont plus élevées et varient entre 40.25 mg/l dans la station 01 et 45.84 mg/l dans la station 04 avec une mauvais qualité, qui sont le résultat des activités agricole intensif dans la région **(Boumahrouk ; et al 2017)**

En effet l'augmentation des teneurs en nitrates dans l'eau des d'Oued peut être due au lessivage des fertilisants utilisés dans les sols agricoles situés sur les bords des oueds (des engrais chimiques azotés les pesticides) et les rejets ponctuels et dispersés des déchets ménagers et des eaux usées. Ainsi, les eaux de pluies peuvent contenir des nitrates en provenance des oxydes d'azote et de l'ammoniac présents dans l'atmosphère.

### Les nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

L'origine des nitrites est liée à l'agriculture et aux rejets urbains et industriels, la valeur maximale enregistrée à Oued El kébir est de 0.086 mg/l dans la station 04 pendant le mois de décembre, qui est très faible est nul par rapport à Oued El Nil qui enregistré une valeur minimale dans la station 01 (0,17 mg/l) est une valeur maximale (0,43 mg/l).

Selon la grille de la qualité des eaux **(SEQ-EAU, 2003)** l'eau de d'oued El-Kébir Présente une « bonne » aptitude à la biologie et peut être utilisé pour les divers usages. Est les eaux d'oued El Nil appartiennent à une classe de qualité « moyenne » **(Boumeliha et Chahredine, 2016 et Boumahrouk ; et al 2017)**.

### Le Phosphate

Les travaux de **Nisbet et Verneaux (1970)**, ont montré que la présence des phosphates dans les eaux naturelles à des concentrations supérieures à 0.2 mg/l est un indice d'une pollution par des eaux de vanes, contenant des phosphates organiques et des détergents synthétiques ainsi que par l'usage abusif d'engrais phosphate.

Le dosage des phosphates dans les eaux des Oueds El-Kébir ne dépasse pas 0.45 mg/l pendant le moi de décembre elle est de bonne qualité selon les normes (**SEQ-EAU, 2003**) (**Boumeliha et Chahredine, 2016**).

Ces résultats sont largement inférieur à celle enregistré dans les eaux d'oued El Nil, ces dernières sont variées entre 1.06 mg/l dans la station 01 à 6.45 mg/l dans la station 04 et ce sont de mauvaises qualités (**Boumahrouk ; et al 2017**).

La présence des ortho- phosphates dans les eaux des l'Oued peut être expliquée par des rejets domestiques et le lessivage de terres cultivées renfermant des engrais phosphatés ou traités par certains pesticides. Aussi par les rejets des agglomérations avoisinantes et relargage du phosphore piégé en grande quantité dans les sédiments.

### L'Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

D'après le dosage réalisé par (**Boumahrouk ; et al 2017**) pour obtenir les tenures d'ammonium dans les eaux de Oued El Nil, les concentrations de cet éléments varient entre 0.32 mg/l dans la station 01 à 2.92 mg/l dans la station 04 est fait parti de mauvaise qualité selon les normes (**SEQ-EAU, 2003**).

### Les chlorures (Cl<sup>-</sup>)

On peut utiliser les chlorures comme un indice de pollution, ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux. Ils ne sont pas éliminés par les stations d'épurations.

Les teneurs en chlorures enregistrées dans les eaux Oued El-Kébir varient entre 15.75 mg/L et 186.5 mg/L au Cours du mois de décembre. Les teneurs en chlorures, au cours du mois d'Avril, oscillent entre 36.9 mg/L et 142 mg/L.

Au cours du mois de Mai les teneurs en chlorures oscillent entre 142 mg/L et 172.17 mg/L (**Boumeliha et Chahredine ,2016**). On constate qu'il y a de variation importante de chlorures en fonction des saisons.

Les valeurs moyennes mensuelles des chlorures enregistrés dans les stations d'Oued El-Kébir c montrent des variations importantes. Elles fluctuent entre 73,33 mg/l et 166,89 mg/l. Selon la grille de la qualité des eaux naturelle SEQ-Eau (2003) l'eau présente une mauvaise qualité de ce paramètre dans les stations (S2, S3 et S4), et présente de bonne qualité dans la station (S1), selon la grille de qualité des eaux naturelle **SEQ-Eau (2003)** on peut classer les eaux d'Oued El- Kébir de qualité « passable ».

### **Métaux lourds (ETM)**

Le dosage des métaux lourds dans les eaux d'Oued El Nil montre que les concentrations de cadmium (Cd) variée entre 0.22 ppm dans la station 04 à 0.55 ppm dans la station 01 et plomb (Pb) entre 0.30 ppm dans la station 02 et 03 à 0.60 ppm dans la station 04.

Ces tenures ont dépassé les normes (**SEQ-EAU, 2003**) et sont de mauvaises qualités,

Par contre les concentrations de zinc varient entre 0.05- 0.06 ppm qui sont dans les normes les valeurs maximale enregistré dans la station 01 et les valeurs minimale dans la station 03

**(Boumahrouk ; et al 2017).**

Les teneurs élève des éléments traces métalliques à cause les rejets industriels et agricultures a proximité des fleuves il transport des matières premières et métaux lourdes l'alimentation en eaux.

### **IV-2-Les résultats des analyses microbiologiques des eaux des Oueds**

Les taux des coliformes totaux et fécaux dans les eaux d'Oued El-Kébir, sont importants. Elle atteint son maximum au niveau de station 02 en cas coliformes totaux (CT) et station 03 en cas des coliformes fécaux. Aussi le minimum est dénombré au niveau de station 01 dans les deux cas.

On a constaté pour les streptocoques dans l'eau d'Oued El-Kébir des valeurs moins élevé (**Boumeliha et Chahredine ,2016**). Les concentrations élevées des coliformes totaux et fécaux traduit par l'exposition les diverses sources de contamination fécale, et les lessivages des terres agricoles et les rejets domestique, en comparaison avec les normes (SEQ-EAU, 2003) Oued El-Kébir et de moyenne qualité microbiologique.

Pour Oued El Nil Il y a absence totale des Coliforme fécaux ce qui indiqué une très bonne qualité des eaux de Oued El Nil et de moyenne qualité pour les coliformes totaux par rapport aux normes (1100 germes /100ml).

Pour les vibrions d'après notre visite au bureau de santé aux niveaux de la commune d'El-Kenner, nous es analyse des vibrions ne sont menées qu'en cas d'épidémie comme la maladie du choléra.

**Tableau 09 :** Les résultats des paramètres microbiologiques de certain oued (**Boumeliha et chahredine ,2016 et Boumahrouk ; et al 2017**).

Oued	Wilaya de Jijel	
	El-kébir	El Nil
CT (germes /100 ml)	45-846	1100
CF (germes /100 ml)	322-508	Absence
SD (germes /100 ml)	Présence	/

**Jacinta ; et al (2007)** notent dans leurs travaux que les eaux de surface de nombreux lacs et rivières sont contaminé par la présence de taux élevés de bactéries coliformes fécales, ces contaminations fécales est résultant des humains, des animaux domestiques et de la faune qui constitue une menace sérieuse pour la santé humaine et l'environnement.

L'évaluation de la qualité microbiologique des eaux est en conséquence basée sur la détection des germes pathogène. La présence de ces germes indique l'existence d'une contamination par des matières fécales et leur abondance est une indication du niveau de risque de présence de micro-organismes pathogènes (**Garcia, 2006**).

#### **Au niveau des estuaires (les plages)**

Les estuaires relie à la mer les fleuves et les rivières et représentent la forme la plus classique d'embouchure, c'est-à-dire de transition entre le domaine continental et le domaine maritime. Ils ne sont ni fleuve ni mer mais les deux à la fois.

Le « Pctit Robert » donne quant à lui la définition suivante: « embouchure d'un cours d'eau dessinant dans le rivage une sorte de golfe évasé et profond ».

D'autre part, **Pritchard** a donné la définition suivante «un estuaire est constitué par une masse d'eau confinée ayant une connexion libre avec la mer ouverte et à l'intérieur duquel l'eau de mer est diluée d'une façon mesurable avec de l'eau douce issue du drainage du bassin versant » (**Bruno, 1998**).

Nous avons mené une étude comparée des recherches qui se concentrent sur les analyses microbiologiques de l'eau de baignade sur les emboucheur pour découvrir l'impact de ces paramètres sur la santé des nageurs en particulier et sur l'environnement en général.

#### IV-3-Les résultats des analyses microbiologiques des eaux de mer

D'après une étude réalisée en 2010 par le ministère de la santé, de la population et de la réforme hospitalière suite aux bilans émanant par les directions de la santé à travers les Wilayas côtières, il s'est avéré que 320 stations ont été autorisées à la baignade alors que seules 230 l'ont été en 2008 (Djad, 2015).

Dans ce contexte les plages sont classées en fonction de la qualité bactériologique des eaux, elles ont utilisés les micro-organismes comme indicateurs de la qualité des eaux de baignade dans le cadre de la nouvelle directive de l'Union européenne sur les eaux de baignade, conformément aux recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) (Huang et al, 2015).

L'objectif de l'analyse bactériologique d'une eau n'est pas d'effectuer un inventaire de toutes les espèces présentes, mais de rechercher soit celles qui sont susceptibles d'être pathogènes. En principal danger d'une pollution bactériologique auquel est exposée l'eau de mer est celui d'une contamination récente par des eaux d'égouts riches en matières fécales ou par le déversement direct d'excréments humains ou animaux (Rodier et al, 2009).

**Tableau 10 :** Les résultats des paramètres microbiologiques de certaine plage.

Les plages	Wilaya de Jijel
	sidi Abdelaziz
coliforme fécaux germes /100ml	Absence
coliforme totaux germes /100ml	25-1100
streptocoques fécaux germes /100ml	07-15

Selon les analyses microbiologiques qui ont été réalisé par le laboratoire de prévention de la commune de sidi Abdelaziz (Jijel) (Tableau 10):



Une absence totale de coliforme fécaux, tandis que les coliforme totaux ont une valeur qui varie entre 25 germes /100ml pendant le mois de décembre et 1100 germes /100ml au mois de juillet, les streptocoques fécaux et de 07 germes /100ml à 15 germes /100ml dans la plage de sidi Abdelaziz (Jijel) pendant les mois de décembre juillet, ces valeur ne dépasse pas les normes de guide et peut classée de bonne qualité bactériologique. Selon les normes (SEQ-EAU) cette plage est acceptable pour la baignade.

### Conséquences de la pollution du milieu marin

L'impact de la pollution dépend de l'état de santé de la personne, et de la concentration des polluants, de la durée d'exposition, et de l'importance des efforts physiques réalisés. Ces quatre facteurs sont très importants dans l'évaluation précise de risques sanitaires liés à la pollution chez un individu.

Le risque certes d'affection microbienne ou virale est réel par exemple l'hépatite virale, les dermatoses et les affections (Misch, 1993).

Il est clair que les niveaux de pollution marine augmentent de jour en jour dans les zones côtières, ceci a eu pour effet direct une baisse de ressources halieutiques et une augmentation inquiétante du nombre de plages interdites à la baignade (M. A. T.E, 2002).

La fermeture est motivée par la mauvaise qualité microbiologique de ces eaux.

Sur 487 plages que compte le littoral algérien, 213 sont interdites à la baignade dont la majorité sont fermées à cause de pollution (Liberte, 2004).

Les conséquences de la pollution peuvent être classées en quatre catégories principales :

#### -Conséquences sanitaires

L'impact de la pollution dépend de l'état de santé de la personne et de la concentration des polluants, la durée de l'exposition et de l'importance des efforts physiques réalisés, ces quatre facteurs sont très importants dans l'évaluation précise de risques sanitaires liés à la pollution chez un individu (Khelil, 2007).

Les personnes qui se baignent dans les eaux polluées par les déversements d'égouts sont souvent atteintes de troubles gastro-intestinaux, d'otites, d'infections des yeux et de la peau et de troubles respiratoires (Bourahla et al, 2007). Les épidémies de choléra et l'hépatite virale fréquentes parmi les populations vivant sur les côtes font à chaque fois de nombreux cas de létalité. (Hebbar, 2005).

**-Conséquences écologiques**

La dégradation du milieu biologique se mesure par la comparaison de l'état initial du milieu avec son état pollué. Elles sont à considérer au travers de la réduction des potentialités d'exploitation du milieu (pêche, aquaculture, tourisme...Etc.) À court et à long termes (**Gaujaus, 1995**).

**-Conséquences esthétiques**

La pollution physique perturbe l'image d'un milieu par exemple des bouteilles plastiques, du goudron ou hydrocarbures rejetés sur une plage. Aussi les marées noires ayant une incidence sur le tourisme (**Gaujaus, 1995**).

**-Conséquences économiques**

Les pertes économiques pour les pêcheries commerciales de certaines régions ou la pêche et la culture marines ont dues être limitées ou abandonnées pour des raisons de santé publique ou encore les stocks de poissons se sont réduits par suite de la destruction des habitats ou des frayères. La baisse de la qualité et la réduction des quantités des produits halieutiques des pays en développements (**Hebbar, 2005**).

# *Conclusion*

La mer a été le réceptacle universel ultime de tous les déchets produit sur la terre, le drainage des eaux usées non traitées vers la mer entraine systématiquement une pollution (biologique) et physico-chimique, et peut donc poser de graves problèmes pour l'environnement.

Nous avons réalisé cette étude théorique pour déterminer la qualité microbiologique et Physico-chimique d'eau de baignade (Wilaya de Jijel) mettre en évidence les deux Oueds important de la wilaya de Jijel sur l'eau de baignade à savoir Oued Nil et Oued El Kébir.

Nous avons mené une étude comparée sur les recherches qui se concentrent sur cette région, qui débouche sur les points suivants :

La Wilaya de Jijel est caractérisée par un réseau hydrique dense le long du littorale, qui déversent dans la mer et porte les différentes charges polluantes avec eux. Le littorale de la Wilaya de Jijel est long et diversifiés par formation côtière variée : estuaire, plage, site portraie et industrielle, Les plage ne sont pas tous autorisées aux estivant à cause de la pollution de différentes formes déversée dans certains estuaires.

En premier lieux, pour les indicateurs physico-chimique de pollution à l'image de (nitrites, nitrates, et l'ammonium et phosphore), ils sont supérieurs aux normes requises pour les estuaires d'Oued Nil, certifiant que l'eau d'Oued El Nil est polluée. Par contre dans l'estuaire d'Oued El Kébir les concentrations des éléments minéraux (nitrites, nitrates, et l'ammonium) et phosphore, sont inférieure aux normes (SEQ-EAU), on conclut que l'eau de cette estuaire non polluée.

D'après les analyses bactériologiques de l'estuaire de Oued El Kébir dans la plage de Sidi Abdelaziz, cette eau n'est pas affectée par les coliformes fécaux et totaux et streptocoques fécaux, car ils ne dépassent pas les normes et peut classée de bonne qualité bactériologique.

Il est cependant important de signaler que les résultats microbiologiques et physico-chimiques bien qu'essentiels, ne représentent que des données ponctuels autrement dit caractérisent une période bien déterminée et un lieu bien précis. À savoir les paramétrer physico-chimique et microbiologique montrant des variations saisonnière très marqués expliques par la dilution des eaux par l'apport des eaux pluviales.

*Références*  
*bibliographiques*

-A-

- AJEAGAH G, YOGBACK G, MENBOHAN S, TCHAKONTÉ S, DJIETO-LORDON C. 2017.** Facteurs environnementaux et répartition spatiale des crustacés dans un cours d'eau peu anthropisé à Makak (Région du Centre Cameroun) (en Ling). *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, Vol 11. p181-196.
- AFRÔUN N. 8 juillet 2004.** Danger sur le littoral algérien. **JOURNAL « LIBERTE ».**
- ALAIN M. 2006.** Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres et d'autres procédés non conventionnels d'approvisionnement en eau douce, 2<sup>ème</sup> édition. Parié. 286p
- ALAIN A, ROGER K, 2007.** Dosage automatique des nutriments dans les eaux marines: méthodes en flux continu *Méthodes d'analyse en milieu marin*, ISSN 1637-1844, Editions QUAE. 188p.
- ALIXAN. 2015.** Pollution de l'eau liée aux activités agricoles, Actes de la journée technique du 27 février 2015. France.
- ALLOWAY B.J. 2013.** Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in soils and their Bioavailability. *Environnement Pollution*. Third éditions springer. p11-50.
- Alturiqi A.S, Albedair L.A. 2012.** Evaluation of some heavy metals in certain fish, meat and meat products in Saudi Arabian markets (en ligne). *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, vol 38, N° 1.p45- 49.
- ANDI. 2013,** wilaya de Jijel, invest in Alegria.
- A.N.R.H. 2016.** Agence National des Ressources Hydriques (Wilaya de Jijel).
- AMINOT A, KEROUEL R .2004.**Hydrologie des écosystèmes marins, paramètres et analyses. Edition Ifremer. Paris. 336 p.
- AMINOT A, CHAUSSE-PIED M.1983.** Mnuale des analyses chimiques en milieu marin. Edition : CNEXO, Brest, France. 395p.
- ASSIAH V E, TON V S, ALDIN H. 2004.** AD15F La pisciculture en eau douce à petite échelle, fondation Agromisa, Wageningen. 84p.
- AZZAOUI S, HANBALI M E, LEBLANC M. 2002.** Note technique Cuivre, plomb, fer et manganèse dans le bassin versant du Sebou (en ligne), Sources d'apport et impact sur la qualité des eaux de surface. *Water Quality Research Journal*, vol 37, N°4. p773-784.
- B--BAIZE D. 1997.** Teneurs en éléments traces métalliques dans les sols (France). Références et stratégies d'interprétation. Programme ASPITET. QUAE, Paris, 401p.
- BAZIZ N. 2008.** Étude sur la qualité de l'eau potable et risque potentiels sur la sante cas de la ville de Batna. Mémoire magister. Université colonel Elhadj Lakhdar Batna.154p.

- BEAUCHAMP J. 2003.** La pollution littorale. DESS Qualité et Gestion de l'eau, Université de Picardie Jules Verne. France. 30p.
- BEISEL J, PELTRE M, USSEGLIO-POLATERA, P. 2011.** Impact de la pollution saline sur la biocénose aquatique de la Moselle - Rapport final mars 2011. In CNRS, Laboratoire des Interactions Ecotoxicologie, Biodiversité, Ecosystèmes.
- BELLI N, MESBAH L, CHEBAB S, TEKOUK M, LEGHOUCHI E. 2010.** Stress oxydant induit par la coexposition au plomb et au cadmium: deux contaminants des eaux souterraines d'Oued Nil (Jijel-Algérie) (en ligne). *Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science*, vol 23, N°3. p289-301.
- BENYAKHLEF M, NAJI S, BELGHYTI D. 2007.** Caractérisation des rejets liquides d'une conserverie de poissons (en ligne). *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, vol146. p225-234.
- BENNANI M, AMAROUC H, BOUKANJER A, NADRE H, LALAOUI M, ALLALI M, COHEN N. 2012.** Influence des facteurs environnementaux sur les charges des bactéries fécales dans le littoral méditerranéen du Maroc (en ligne). *Euro Journals Publishing*, Vol 71, N°1. p24-35.
- BENDSCHNEIDER K, ROBINSON R J. 1952.** A new spectrophotométrique method for the determination of nitrite in sea water. *Edition Centre national pour l'exploitation des océans*.19p.
- BENOIT-CHABOT V. 2014.** Les facteurs de sélection des bio-indicateurs de la qualité des écosystèmes aquatiques: élaboration d'un outil d'aide à la décision. Thèse de doctoral. Université de Sherbrooke, Québec. 104p.
- BERNARD C. 2007.** Introduction à l'étude de la médecine expérimentale, édition Biblio Bazaar, paris. 382p.
- BERNE F, CORDONNIER J. 1991.** Traitement des eaux : Epuration des eaux résiduaires de raffinage. Conditionnement des eaux réfrigération. Editions Technip, Paris, 306p.
- BERKANE S. 2011.** Contribution à l'étude hydrogéologique & hydro-chimique de la plaine alluviale d'oued Nil. Wilaya de Jijel. Mémoire d'ingénieur d'état en géologie. Université Mentouri. Constantine, 104p.
- BLACKWOOD C M. 1987.** L'eau dans les usines de traitement du poisson. *Food & Agriculture*, 80p.
- BLAIS S, PATOINE M, SIMONEAU M, RICHARD Y. 2002.** Le phosphore en milieu aquatique dans les agro-écosystèmes. In le recueil des textes de conférence du Colloque sur le

phosphore Une gestion éclairée. Direction du suivi de l'état de l'environnement du ministère de l'Environnement du Québec. 19p.

**-BLANCHET F, SOYEUX E, DEUTSCH J C, DE ROECK Y H. 2007.** Impact des rejets d'assainissement permanents ou transitoires sur la qualité des eaux de baignade (en ligne). Techniques Sciences Méthodes, N°3. p31-41.

**-BONNIN J. 1982.** Aide-mémoire d'hydraulique urbaine, Edition Eyrolles. France. 128p.

**-BONNEMAINS J, BOSSARD C, CREPEAU E, FENN E. 2011.** Atlas des marées noires dans les eaux intérieures du 1er janvier 2008 au 31 décembre 2010. Association Des robins Des Bois.

**-BONTOUX J. 1993.** Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturels, eaux usées, eaux de besoin. 2<sup>ème</sup> Edition .Technique et Documentation Lavoisier, Paris.170p.

**-BOUMAHROUK AMEL, BOUMAZA CHERIFA, AMIRA WIDAD.2017.**contribution à l'étude de la qualité physico chimique et de la contamination métallique (Cd, Pb et Zn) des eaux d'oued Nil (Jijel).Mémoire de master université de Jijel.57p.

**- BOUGHERIRA A, GHODBANI T. 2019.** Les côtes basses d'accumulation de la région orientale de la baie de Jijel : Enjeux, vulnérabilité et nécessité de protection.vol 43 .N° 4 .p541-558.

**-BOUDJEDJOU L, FENNI M. 2018.** Etude de la flore adventice des cultures de la région de Jijel. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ferhat Abbas, Sétif, Algérie. Thèse doctoral. p24-32.

**-BOULAHBEL H, DEBIECHE T H, BOUDJEMAA A, BOUKARROUM M, GHEMIT Y. 2006.** Qualité physico-chimique des eaux de surface de la wilaya de Jijel (en algérien). Université Mohamed Seddiki Benyahia, Jijel. p4.

**- BOUTEFNOUCHET N, BOUZERNA N, CHETTIBI H. 2006.** Biodégradation des hydrocarbures en eau de mer: Cas de Naphta B (en ligne). Sci Study Res, vol 7, N°2, p1582-1595.

**-BOUTIN J P, DELOLME H, ANDRE L J. 1992.** EAU DE MER ET PATHOLOGIE, Médecine d'Afrique Noire .p174-176.

**-BOUFEKANE A, SAIGHI O. 2010.** Use of Gis to Characterize the Vulnerability to Pollution - Application to the Alluvial Aquifer of the Wadi Nil (Jijel, Northeast Algeria) (en ligne). International Network Environmental Management Conflits, Santa Catarina – Brasil,vol 1, N°1. p267-274.



**-BOUKETTA S, BOUCHAHM Y. 2012.** L'effet de la géométrie urbaine sur l'écoulement du vent et la ventilation naturelle extérieure (en ligne). *Revue des Energies renouvelables*, vol15, N°4. p639-659.

**-BOURAHLA, DAFFALAH. 2007.** La pollution microbiologique de la plage de Sablette et Oureah au niveau de la wilaya de Mostaganem, mémoire d'ingénieur université de Mostaganem.145 P.

**-BRISOU J F, DENIS F A. 1978.** Hygiène de l'Environnement Maritime. Edition Masson, Paris. 248p.

**-BRUNO L. 1998.** Estuaire de la Seine Publication Université Rouen Havre, Association pour la diffusion de la pensée française, Paris.190 p.

**-C-**

**-CARDOT C. 1999.** Les Traitement Des Eaux (Procédés Physicochimiques; Cours Et problèmes Résolus), Edition Ellipse. Paris. 247p.

**-CATHERINE B, ANNE D. 2013.** Méthodes de bio-indication en eaux littorales. Indicateur phytoplancton et physico-chimie, Livrable A2 : Synthèse des conclusions du GT phytoplancton-hydrologie. Validation intermédiaire des grilles biomasse dans les MET de Manche Atlantique. Révision de la définition des masses d'eau turbides pour la prise en compte de l'indicateur phytoplancton, Ifremer Nantes et Brest. Rapport de contrat. N° 32358. p63.

**-CHAOUCH R. 2007.** Identification et quantification des déchets solides encombrant les plages d'Annaba: aspect physico-chimique et bactériologique des eaux. Mémoire de Magister. Université Badji-Mokhtar Annaba. 105p.

**-BOUMELIHA YACINE, CHAHREDINE SADEK.2016.**contribution à l'étude spatio-temporelle d'oued el- kébir (wilaya de Jijel). Mémoire master université de Jijel.66p.

**-CHARLES EHLER, FANNYDOUVERE. 2010.** L'avenir de la convention du patrimoine mondial pour la conservation marine, le programme marin du patrimoine mondial célèbre ses dix ans, chap sur le futur du patrimoine mondial marin-N° 28-Résultats de la première réunion des gestionnaires des sites marins du patrimoine mondial, Editions UNESCO, paris.143p.

**-CHEVALLIER. H. 2007.** L'eau un enjeu pour demain, Etat Des Lieux Et Perspectives, Editions Sang De La Terre-Médial. France. 352p.

**-CHIRSTELLE B. 2006.** Alimentation, santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rural: Module MP3 Bac professionnel Services en milieu rural, chap sur la gestion de la santé par une alimentation adaptée. Editions Educagri, France. 231p.

- CHRISTELLE B, JEAN-RENE C, FLORENCE L, JEROME T, EDITH UHCH C. 2006.** Alimentation, santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rural: Module MP3 Bac professionnel Services en milieu rural, Editions Educagri, France. 231p.
- COHEN N, KARIB H. 2007.** Vibrio spp. Dans les produits de la pêche: Risques et prévention(en ligne). Les technologies de laboratoire, vol 2, N°4. p365-37.
- CORBET P. S. 1993.** Are Odonate useful as bioindicators (en ligne). Libellula, vol 12, N° ¾. p91-102.

**-D-**

- DAAS T, HAMDY L, DAAS-MAAMCHA O, SCAPS P. 2011.** Biomarqueurs De Pollution Chez L'annélide Polychète Perinereis Cultrifera De La Côte Est Algérienne (en ligne). Bull. Soc. Zool. Fr, vol 136, N°1-4, p117-130.
- DAMIEN B, JEAN-CHRISTOPHE L. 2006.** Université Paris-Sud ; Laboratoire d'Ecologie, Systématique et Evolution, UMR 8079 - CNRS/ENGREF/ Univ. Paris-Sud, Orsay Cedex France. 362p.
- DE VALERY E, FORBES. 1994.** Ecotoxicologie Théorie Et Applications. Institut National De La Recherche Agronomique 147, rue de l'université- 75338, paris. 248p.
- DEGREEMENT J. 2005.** Mémento technique de l'eau, Lavoisier-Lexique technique de l'eau. Tome 1, Paris. 2503p.
- DEGREMONT J. 1989.** Mémento technique de l'eau. Degré mont 9ème Edition, Tome 1, Paris. 2503p.
- DELMAS R, TREGUER P. 1983 .**Evolution saisonnière des nutriments dans un écosystème eutrophe d'Europe occidentale (la rade de Brest). Interactions marines et terrestres. *Oceanologica acta* .vol 6, N° 4 .p345-356.
- DESJARDINS R. 1997.** Le traitement des eaux, Presses inter Polytechnique,canada. 304p.
- DETAY M. 1993.** Le Forage D'eau ; Réalisation, Entretien Et Réhabilitation. Edition Masson. Paris. 379p.
- DGT, DIRECTION GENERAL TRÉSOR. 2019.** La lutte contre la pollution marine aux déchets plastiques en Indonésie. France.
- DJAD M. E. A. 2015.** Qualité bactériologique des eaux littorales et méthodes d'analyses; cas du littoral Ouest Algérien. Thés de Doctoral, Université Djilali Liabes De Sidi Bel Abbes. 108p.
- DUFFUS J.H. 2002.** Heavy metals- a meaningless term, Pure(en ligne). App. Chem. vol 74, N°5. p793-807.

**-DUHALDE M. 2016.** Analyse des instruments des politiques de la biodiversité: le cas de Natura 2000 en milieu littoral et marin. Thés de Doctoral, Université de Bretagne occidentale-Brest.

**-DUPONT A. 1969.** Hydraulique urbaine, Hydrologie, captage et traitement des eaux. Tome 1. Édition Eyrolles. Paris. 246p.

**-E-**

**-EL OUCHY M, EL OUALTI A, ZERROUQ F, EL OUEDGHIRI K, OUZZANI CHAHDI F, EL OUALI LALAMI A. 2014.** Confirmation de validation de la méthode du dosage de nitrite, nitrate et orthophosphate dans l'eau par colorimètre (Confirmation of the validation of the assay method of nitrite, nitrate and orthophosphate in water by visible colorimeter) (en ligne), Maroc, Journal Mater. Environnement. vol 5, N°1. p2293-2302.

**-F-**

**-FAGROUCH A, AMYAY S, BERRAHOU A, EL HALOUANI H, ABDELMOUMEN H. 2010.** Performances d'abattement des germes pathogènes en lagunage naturel sous climat aride: cas de la filière de traitement des eaux usées de la ville de Taourirt (en ligne). Afrique Science, vol 6, N°3. p87-102.

**-FAURIE C, CHRISTIANE F, PAUL M, JEAN D, JEAN-LOUIS H. 2012,** Écologie Approche scientifique et pratique, 6<sup>ème</sup>, Edition TIC& DOC. France. p236.

**FENAZI B, DERRADJI E. F. 2013.** La qualité chimique des eaux du bassin versant de l'Oued Djendjen Wilaya de Jijel. p440-443.

**-FONKOU T. 1991.** Contribution à l'étude de *pristia stratiotes* L .dans les essais d'épuration des eaux usées au campus de l'université de yaoundé. Mémior de maîtrise des sciences de la vie. Yaoundé (cameroun) faculté des sciences. Université de yaoundé.

**-FRANÇOIS R. 2011.** Introduction à l'éco chimie: Les substances chimiques de l'écosphère à l'homme, Edition Lavoisier, France.828 p.

**-G-**

**-GARCIA-ARMISEN T. 2006.** Etude de la dynamique des *Escherichia coli* dans les rivières du bassin de la Seine, thèse de Doctoral, Université Libre de Bruxelles. 81 p

**-GAUJOUS D. 1995.** La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. 2<sup>ème</sup> Edition Technique et documentation, Edition Lavoisier, Paris. 49p.

**-GERARD G. 1999.** L'eau, milieu naturel et maîtrise, Édition INRA, France. 204p.

**-GENIN B, CHRISTIAN C, FRANÇOISE M. 2003.** Cours d'eau et indices biologiques: pollution, méthodes, IBGN, Editions Educagri. Paris. 221 p.

- GENEVIEVE A, FRANÇOISE Q. 2014.** Plancton marin et pesticides : quels liens ?, Editions QUAE, 144 p.
- GILLES C. 2004.** Les oiseaux reflets de qualité des zones humides, programme de suivi et d'évaluation de la qualité des zones humides du nord-pas de calais. p35.
- GOEURY D. 2014.** La pollution marine, in Woessner Raymond , Mers et océans, Edition Atlante, Clefs concours. Paris. 224 p.
- GRIMES SA, HADJ AISSA R, GHALEM N. 2015.** Stratégie nationale de gestion intégrée des zones côtières en Algérie, ministère charge de l'environnement.
- GROSCLAUDE G. 1999.** L'eau : usage et polluants, Edition INRA, France. 210p.
- H-**
- HANS H.H. 1988.** Le Poisson frais: qualité et altérations de la qualité, manuel de formation préparé pour le programme de perfectionnement FAO/DANIDA sur la technologie du poisson et le contrôle de qualité, Food & Agriculture Organique, 198p.
- HARVEY T.J, WOOD R. J. K, POWRIE H.E.G. 2007.** Electrostatic wear monitoring of rolling element bearings. Wear, vol 263, N°7-12, p1492-1501.
- HEBBAR C. 2005.** Surveillance de la qualité bactériologique des eaux de baignades cas des plages d'Ain franin et de Kristel, mémoire de magister, université d'ORAN, 228p.
- HEBERT S, LEGRE S. 2000.** Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère de l'Environnement Gouvernement du Québec, 5p.
- HELENE B. 2011.** Les pesticides dans le bassin de la Seine, Programme Interdisciplinaire de Recherche sur l'Environnement de la Seine. Edition agence de l'eau, paris, 62p.
- HODSON M.E. 2004.** Heavy metals - geochemical bogey men. Environnement Pollution, vol 129, p341-343.
- HUANG G. FALCONER R.A, LIN B. 2015.** Integrated river and coastal flow, sediment and Escherichia coli modelling for bathing water quality. Water, vol 7, N°9. p4752-4777.
- HUGH L. 1995.** Le problème et défis liés à l'environnement l'océan demain. Human impact on the oceans: the 1990s and beyond, vol 31, N° 4-12. p147-151.
- HUGHES K.A. 2003.** Influence of seasonal environmental variables on the distribution of presumptive fecal coliforms around an antarctic research station. Appl Environ Microbiol ; vol69, N° 8. p4884-4891. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> le :
- HUOT A. 2010.** Eau et santé. La revue Bio contact, n°200.

**-I-**

**-INTER, A. A. G. E. N. C. E. S. De l'eau. 2001.** Les macrophytes aquatiques bioindicateurs des systèmes lotiques. Intérêts et limites des indices macrophytiques

**-ITOPF. 2013.** Les effets de la pollution par les hydrocarbures sur l'environnement, guide d'information techniques

**-J-**

**-JANIN F, SCHNITZER G. 1996.** Plomb, Cadmium et Mercure dans l'alimentation : Evolution et Gestion du risque. Technique et documentation. Lavoisier. Paris. p 205-216.

**-JACINTA C, UZOIGWE E, O'BRIEN H, BROWN E.J. 2007.** Using nutrient utilization patterns to determine the source of Escherichia coli found in surface water. African Journal of Environmental Science and Technology, vol 1, N°1. p7-13.

**-JEAN PIERRE J, YAN CHIM J.T. 2018.** Les plantes hyperaccumulatrices de métaux lourds, édition connaissance et savoir, France. p168.

**-JEANNE MAGER S. 2000.** Encyclopédie de sécurité et de santé au travail ; bureau internationales du travail Genève.

**-JEAN-NOËL S. 2003.** Danger pollution, presses universitaires de bordeaux. Édition Presses Universitaires de Bordeaux. 172 p.

**-JENNY H 2011.** Site Web du Patrimoine de Terre-Neuve-et-Labrador.

**-JOHN S, ALASDAIR D, JOSE S. 1992.** Manual of methods in environment research. Biological assessment of marine pollution.

**-JORA. 1993.** Journal Officiel de la République Algérienne. Décret exécutif, N°93-164 du 10 juillet 1993 définissant la qualité requise des eaux de baignade.

**-K-**

**-KACEMI M. 2006.** Protection du littoral en Algérie entre politiques et pouvoirs locaux : Le cas du pôle industriel d'Arzew (Oran- Algérie). vol7, N°3.

**-KACEMI M. 2008.** La loi de protection et de valorisation du littoral en Algérie : un cadre juridique ambitieux toujours en attente le cas du pôle industriel d'Arzew (Oran – Algérie), Actes du colloque international pluridisciplinaire "Le littoral : subir, dire, agir". Lille, France, 16-18 janvier 2008. Proceedings of the international pluridisciplinary conference "The littoral : challenge, dialogue, action".

**-KELSEY R, ANTHONY T, MICHAEL D, DAVID H. 17 JUILLET 2015.** Pollution marine induite par les activités des navires de pêche à la senne coulissante dans la région du

pacifique central et occidental, 2004-2014, 26CP/ Représentants officiels/WP.10.3.3/Ann.1. p26.

**-KETTAB A. 1992.** Traitement des eaux : Les eaux potables, Edition Office des Publications Universitaires. Alger, vol 4. p118-111-123.

**-KHELIL F. 2007.** Evaluation de la contamination de l'eau de mer et d'un mollusque la moule *Mytillus galloprovincidis* pêche du port d'Oran. Mémoire de magistère, Université d'Oran, p112.

**-KHOBACH I, LAOUAR. 2006.** Etude de la pollution organique des eaux de l'oued elkebir. Mémoire d'ingénieur, université de Jijel. p61.

**-KI-TAI K. 1988.** Marine Nature, Marine, Science Institute Yeungnam University. Republic of Korea. p37-58.

**-KISS A.C. 1977.** La convention pour la protection de la Mer Méditerranée contre la pollution. Revue juridique de l'Environnement, vol 2, N° 2. p151-157.

**-KOFFI A, PIERRE T. Z. 2010.** Logiques paysannes et espaces agraires en Afrique. Karthala Editions, paris. 384 p.

**-KLOFF S. WICKS C. 2001.** Gestion environnementale de l'exploitation de pétrole offshore et du transport maritime pétrolier, dans le cadre du PRCM et avec la participation financière de la DGIS et de la fondation MAVVA.

**-KOUDENOUKPO C.Z, CHIKOU A. ZEBAZE S.H.T, MVONDO N. HAZOUME R. U, HOUNDONOUGBO P. K, LALEYE P.A. 2017.** Zooplanctons et Macroinvertébrés aquatiques: vers un assemblage de bio-indicateurs pour un meilleur monitoring des écosystèmes aquatiques en région tropicale. International Journal of Innovation and Applied Studies, vol 20, N°1. p276.

**-KORSAK N. CLINQUARTA. DAUBE G. 2004.** Salmonella spp. Dans les denrées alimentaires d'origine animale : un réel problème de santé publique. Département des sciences des denrées alimentaires faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège, Boulevard de Colonster, 20, bât. B43bis, 4000 Liège.

**-L-**

**-LAURENCE L. 18 MARS 2013.** Underwater seascapes. From geographical to ecological perspectives. 286p.

**-LAURENT B. Pierre François S, Olivier P. 2013.** La contamination chimique des milieux aquatiques outils et méthodes pour le diagnostic et l'action. Synthèse du séminaire surveiller, évaluer et réduire les contaminations chimiques des milieux aquatiques. Édition Onema. 72p.

-**LEYNAUD G. 1968.** Les pollutions thermiques, influence de la température sur la vie aquatique. B.T.I. Ministère de l'agriculture. p224-881.

-**LIEHR G.A, ZETTLER M.L, LEIPE T, WILT G. 2005.** The ocean quahog *Arctica islandica* L: a bioindicator for contaminated sediments. *Marine biology* 147. p671-679.

**-M-**

-**MAKHOUKH M. SBAA A. BERRAHOU M, VAN. CLOOSTER. 2011.** Contribution a l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya (maroc oriental), *Larhyss Journal*, N° 09. p149-169.

-**MARCHAND M. 2003.** Les pollutions marines accidentelles. Au-delà du pétrole brut, les produits chimiques et autres déversements en mer. *Responsibility et Environnement*. p70-92.

-**MARA D. 1980.** Sewage treatment in host climates. Edition John Wiley and Sons. p168.

-**MAZIERES J. RICHARD B. MAZIERES S. 1980.** Une méthode de recherche rapide des coliformes fécaux dans les eaux de mer et les coquillages. *Revue des travaux de l'institut des pêches maritimes*, vol 44, N° 3. p289-293.

-**MARCEL M. CHARTIER. 1974.** Les type de pollution de l'eau, publier avec le concoure de centre nationale de la recherche scientifique, N° 82. p183-193.

-**MARSILY G. 1995.** L'eau. Edition: Flammarion. p128.

-**MARKET B.A, BREURE A.M, ZECHMEISTER H.G. 2003.** Boindicators and biomonitor, principales, concepts and applications. Elsevier, Amesterdam. 2014p.

- **MAREK C, PARISOT F, GUYOMARD M, MARCOUX M, RONDEL M, TRAMOY R. 2020.** Lutte contre la pollution par les déchets plastiques en milieu marin. Rapport final. 119 p.

-**MAUREL A. 2006.** Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres et d'autres procédés non conventionnels d'approvisionnement en eau douce. *Technique et Documentation*, 2<sup>ème</sup> édition. p286.

-**MAYAT S. 1994.** Techniques de traitement: aliments et eaux, 1<sup>ère</sup> édition. p195.

-**MBEUKAM K.E. 2013.** Evaluation de la qualité bactériologique et physicochimique des eaux du lac municipal d'akonolinga. Département des sciences biologiques. (DI.P.E.S. II). Université de YAOUNDE I. p60.

-**MENETREY N, OERTLI B, SARTORI M, WAGNER A, LACHAVAN NE, B. 2010.** Eutrophication: are mayflies (Ephemeroptera) good bioindicators for ponas, *Hydrobiologia*, vol. 597, N°1. p125-135.

-**MERGHEM K.A, EL HALOUANI H, ALNEDHARY A.A, DSSOULI K, GHARIBI E, ALANSI R.Q, AL-NAHMI F. 2016.** Etude de l'impact des rejets d'eaux usées brutes et épurées



sur la qualité de l'Oued Bani Houat (Bassin de Sanaa): Etude spatio-temporelle. Vol 7, N°5. p1516-1530.

-**MICHAEL M. 2013.** Division de l'information de l'AIEA. Effets de la pollution sur les océans et la vie marine. Bulletin de l'AIEA. p2221.

-**MIGNAUX L. MEDDTL. 2010.** Pollutions et qualité du milieu marin, environnement littoral et marin. Commissariat général au développement durable. Service de l'observation et des statistiques.

-**MIGNAUX L, MEDDTL. 2011.** Chapitre V : pollutions et qualité du milieu marin. Commissariat général au développement durable. Service de l'observation et des statistiques. Environnement littoral et marin.

-**MISCH A. 1993.** Assessing Environmental Health Risks. In LBROWN and all. State of the world 1994, New York. In DERMECH E, S.1998.

-**M.A.T.E. 2002:** Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement « Le littoral : pour une préservation et une mise en valeur durable du littoral ».

- **AL-QAWATI M, AZAMI I Y, ALEMAD A, BELHAILI I, MARC I, BAICHOUTI F, EL KHARRIM K, BELGHYTI D. 2015.** Analyse et Contrôle de la qualité physicochimique des eaux souterraines de la région SIDI ALLAL TAZI-Gharb-MAROC, [ Physico-chemical analysis and quality control of groundwater from the region SIDI Allal Tazi-Gharb-MOROCCO ], Innovative Space of Scientific Research Journals, vol13, N°2 Oct. 2015, p420-429.

-**MONTÉGUT G.C. 2002.** Propriétés physiques de l'eau de mer. 8p.

-**MUSY A, HIGY C. 2004.** Hydrologie. Italie : presses polytechniques et universitaire romandes, vol 21. 314p.

-**MURPHY J. RILEY J. P. 1962.** A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Analytical Chemica Acta 27. p31-36.

**-N-**

-**NABULO G. BLACK C.R. YOUNG S.D. 2011.** Trace metal uptake by tropical vegetables grown on soil amended with urban sewage sludge. Environnement. Pollution, vol 159, N°2. p368-376.

-**NICOLAS G.G, DIDIER V. 2000.** L'élevage du Gibier a plumes: Elevage, Pathologie, Habitat, Populations, France Agricole Editions. p255.

**-O-**

- **OEHLMANN, J, STROBEN, E, SCHULTE-OEHLMANN, U, BAUER, B, FIORONI, P, MARKET, B. 1996.** Tributyltin biomonitoring using prosobranchs as sentinel organisms



(On ligne).Vol 354. N° 5-6. P 540-545.

**-OECD. 2008.** Coûts de l'inaction sur des défis environnementaux importants, OECD Publishing,France . 236 p.

**-OECD. 2012.** Études de l'OCDE sur l'eau Qualité de l'eau et agriculture Un défi pour les politiques publiques: Un défi pour les politiques. OECD Publishing, France. 172 p.

**-OMS. 1994.** Directives de qualité pour l'eau de boisson.recommandations Organisation mondiale de la Santé, 2 éme édition, 202 p.

**-Organisation Maritime Internationale. 2005.** Manuel sur la pollution par les hydrocarbures (iv) – lutte contre les déversements d'hydrocarbures. L'organisation maritime internationale, londres. 226p.

**-P-**

**-PARK,J,H, LAMB, D, PANEERSELVAM, P, CHOPPALA, G, NANTHI BOLAN, N, CHUNG, J.W. 2011.** Role of organic amendements on enhanced bioremediation of heavy metal (loid) contaminated soils (en ligne).vol 185, N° 2-3. p549-574.

**-PELSENEER, P. 1904.** L'océanographie : l'eau de mer. Imprimerie universitaire j.-h. Moreau , bruxelles.16p.

**-PETER H, LINDA R, DAVID M, RAVEN, HASSENZAHN, BERG. 2009.** ENVIRONNEMENT, Edition de boeck université,bruxelle. 700p.

**-PETER H. GLEICK; MEENA PALANIAPPAN, 2010.** Peak water limits to freshwater withdrawal and use, Proceedings of the National Academy of Science, vol 107, N° 25. p11155-11162.

**-PEREZ, T. 2000.** Evaluation de la qualité des milieux côtiers par les spongiaires: état de l'art. Bulletin de la Société zoologique de France, vol 125, N° 1. p17-26.

**-PETER H. RAVEN, LINDA R. BERG, DAVID M. HASSENZAHN. 2009.** Environnement, De Boeck Supérieur, Bruxelles .700 p.

**-PIERRE L, EMILE M, JEAN-B, AMON K, 1993.** Environnement et ressources aquatiques de Côte-d'Ivoire.Editions de l'ORSTOM, France. 546p.

**-POMEROL C. ET RENARD M. 1997.** « Élément de géologie », Armand Colin, rance. 615p.

**-PUBLICATION DU PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT (PNUE).2016.** Les grands écosystèmes marins, Julian Barbiere (COI-UNESCO), vol 4. p26.

**-Q-**

**-QUENEUDEC J. P. 1965.** Le rejet à la mer de déchets radioactifs. Annuaire français de droit international. vol 11, N° 1. p750-782.

**-R-**

**-RAPINAT M. 1982.** « L'eau », Presse universitaire de France. 1<sup>re</sup> édition, France. 132p.

**-REJESK F. 2002.** Analyse Des Eaux ; Aspects Réglementaires Et Techniques. Canopé - CRDP de Bordeaux, Paris. 360p.

**-REGGAM, A, BOUCHELAGHEM, H, HOUHAMDI, M. 2015.** Qualité physico-chimique des eaux de l'Oued Seybouse (Nord-Est de l'Algérie): Caractérisation et analyse en composantes principales [Physico-chemical quality of the waters of the Oued Seybouse (Northeastern Algéria): Characterization and principal component analysis)]. vol 6, N° 5. p1417-1425.

**-RODIER J, BAZIN C, BOURTIN J.P, CHAMBON P, CHAMPSAUR H, RODI L. 2005.** Analyse de l'eau : eaux naturelles aux résiduaires, eau de mer, 8<sup>ème</sup> édition Dunod, paris, 1383p.

**-RODIER J. 2009.** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, 9<sup>ème</sup> édition DUNOD, Paris, 1383p.

**-RODIER J. 1997.** L'analyse de l'eau : Eaux Naturelles, Eaux Résiduelles, Eaux De Mer. 8<sup>ème</sup> Edition. paris. 1384p.

**-RODIER J. 2005.** L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, Ed. Dunod, Paris, 1394p.

**-RODIER J, BAZIN C, BROUTIN J.P, CHAMBON P. ET CHAMPSAUR H. 1996.** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, chimie, physicochimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. . 8<sup>ème</sup> édition DUNOD. 1384p.

**-RODIER JEAN, BERNARD LEGUBE, NICOLE MERLET ET COLL. 2009,** L'Analyse de l'eau 9<sup>ème</sup> édition © Dunod, Paris, 1579p.

**-RODIER, J. 1996.** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, Ed. Dunod, 8<sup>ème</sup> Edition, Paris, Dunod .1394p.

**-ROUIBAH, M, FENNINECHE, H., HERIKECHE, M. 2018.** Contribution à l'étude de quelques facteurs causant le dépérissement du chêne-liège (*Quercus suber* L.) dans le littoral ouest de Jijel (Algérie). vol 2, N° 2. p92-100.

**-ROUSSEAU. 1992,** Le savoir-faire français en matière de lutte contre les pollutions marines accidentelles par hydrocarbures. Vol 4. N° 2.p139-147.

**-ROUX J.C. 1990.** Les Secrets De La Terre : L'eau Source De Vie. Editions De Brgm, Orléans Et La Compagnie Du Lierne, Paris.64p.

**-S-**

**-SATIN M, SELMI B, (1999).** Guide technique de l'assainissement: évacuation des eaux usées et pluviales, conception et composants des réseaux, épuration des eaux et protection de l'environnement, exploitation et gestion des systèmes d'assainissement. Editions du moniteur, Paris. 680p.

**-SIBA, A, ELJAAFARI, S, MOKHTARI, F. 2018.** Pollution Bactérienne Et Toxique Dans Les Eaux De Rejets Industriels Et Domestiques Du Littoral Atlantique (Casablanca Est-Maroc). European Scientific Journal. vol 14, N° 12. p28.

**-SINGH, A, SHARMA, R.K, AGRAWAL, M, MARSHALL, F.M. 2010.** Risk assessment of heavy metal toxicity through contaminated vegetables from waste water irrigated area of Varanasi, India. J. Trop. Ecol. vol 51, N° 2. p375-387.

**-SITE OFFICIEL DE LA WILAYA DE JIJEL, 2011.** Présentation De La Wilaya De Jijel, Disponible sur: < [www.jjel-dz.org](http://www.jjel-dz.org)>.

**-SOPHIE, G, CLAUDINE, G, CHRISTIAN, C, 2008,** Sciences de la vie et de la Terre – Physique-Chimie, Première L ..., Editions Bréal Amazon, France. 224p.

**-SOPHIE, T, 2012,** Matériau, matière d'architecture soutenable Choix responsable des matériaux de Construction, pour une conception globale de l'architecture soutenable. Presses univ. de Louvain, Belgique. 538p.

**-SOES, 2011 :** Service de l'Observation et des Statistiques, Commissariat général au développement durable, Environnement littoral et marin, Paris. 231p.

**-IFEN, 2008 :** Institut français de l'environnement. Indicateur : Evolution de la qualité des eaux de baignade en mer de 1992 à 2006, 2e version. Ministère français de la Santé, direction générale de la Santé, Observatoire du Littoral.

**-T-**

**-THAVASIMUTHU C., MARIAVINCENT M, B. 2017.** Marine Pollution and Its Impacts on Living Organisms, Biotechnology for Sustainability Achievements, Challenges and Perspectives .vol 4, N° 1.p1-36

**-THIEBAUT, G,TREMOLIERES, M, LAMBERT-SERVIEN, E. 2010.** Les végétaux aquatiques: des indicateurs biologiques de la qualité des eaux.

**-TRAMOY R, GASPERI J, DRIS R, COLASSE L, FISSON C, ROCHER V, BRUNO T. 2019.** JUNE. Flux et dynamique de transfert des macro-plastiques du continent à la mer: le cas

de la Seine. Premières rencontres nationales du GDR Polymères et Océans, Université Paris-Est Créteil.

**-TREMOLIERES M, BARRAT-SEGRETAIN M. H, THIEBAUT G. 2008.** Biologie et écophysiole des macrophytes. Ingénieries-EAT (spécial Plantes aquatiques d'eau douce: biologie, écologie et gestion).vol 51. p62.

**-U-**

**-UMBERTO P, STEFANO T. 2005.** Apnée : de l'initiation à la performance, Editions Amphora, France. 430p.

**-V-**

**-VILAGINES R. 2003.** Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. 2<sup>ème</sup> Edition. Lavoisier, Paris. 218p.

**-W-**

**-WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). 1987.** Factors affecting treatment in ponds In Wastewater Stabilization pond: Principles of Planning and Practice, FMRO Technical Publication, Alexandria. 138p.

**-WOOD. E. D, ARMSTRONG. F. A. J, RICHARDS. F. A. 1967.** Determination of nitrate in sea water by cadmium copper reduction to nitrite. Published online by Cambridge University Press. Vol 47, N<sup>o</sup> 1. p23-31.

**-Z-**

**-ZEGAOULA W, KHELLAF N. 2014.** Evaluation du degré de pollution des rejets liquides et atmosphériques du complexe fertial-Annaba (Algérie) Larhyss Journal, N<sup>o</sup>18. p77-91

**-ZOUAÏDIA, H, DE BÉLAIR, G, BENSLAMA, M, SOULIÉ-MÄRSCH, I, MULLER, S. D. 2015.** Intérêt des Characeae comme bioindicateurs de la qualité des eaux: le cas des zones humides de Numidie (Nord-Est algérien). Revue d'Ecologie (Terre et Vie). Vol 70. P121-133.

-Site Officiel De La Wilaya De Jijel, (2011). Présentation De La Wilaya De Jijel, Disponible sur: < [www.jjel-dz.org](http://www.jjel-dz.org)>.

# *Annexes*

**Tableau :** système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau, grilles d'évaluation (SEQ-Eau) Ministère de l'Ecologie et du Développement durable, Agence de l'eau (2003).

Paramètres	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
Température (C°)	<20	20-21,5	21,5-25	25-28	>28
pH	<8	8-8,5	8,5-9	9-9,5	>9.5
Conductivité (µS/cm)	180-250	2500-3000	3000-3500	3000-4000	>4000
DBO5 (mg/l)	<3	3-6	6-10	10-25	>25
DCO (mg/l)	<20	20-30	30-40	40-80	>80
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	<2	2-10	10-25	25-80	>80
NO <sub>2</sub> (mg/l)	<0,03	0,03-0,3	0,3-0,5	0,5-1	>1
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-5	>5
PO <sub>4</sub> (mg/l)	<0,1	0,1-0,5	0,5-1	1-2	>2
Cd (µg/l)	<0,001	0,001-0,01	0,01-0,1	0,1-0,37	>0,37
Pb (µg/l)	<0,21	0,21-2,1	2,1-21	21-100	>100
Zn (µg/l)	<0,23	0,23-2,3	2,3-23	23-52	>52
Chlorer	<50	50-100	100-150	150-200	>200
Coliformes totaux (germe/100ml)	<50	50-500	500-5000	5000-50000	>50000
Coliformes fécaux (germe /100ml)	<20	20-200	200-2000	2000-20000	>20000
Streptocoque fécaux (germe /100ml)	<20	20-200	200-1000	1000-10000	>10000

**Présenté par :**

**BOUAKAZ Meriem**

**NEFFAH Wissam**

**Encadreur : M CHAHREDINE S**

**Date de soutenance : octobre**

### **Thème**

contribution à étude de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau de baignade de certaines plages de la wilaya de Jijel.

### **Résumé**

La pollution est croissante dans l'ensemble du littoral algérien, en particulier dans les zones côtières du littoral de Jijel. L'objectif de notre travail est d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de baignades de certains estuaires de la wilaya de Jijel (Oued El Nil (Bazoul) et Oued El Kébir (Sidi Abdelaziz). À travers des études antérieures menées sur l'analyse des paramètres physico-chimique (pH, température, conductivité, Nitrite, Nitrate, Ammonium, Phosphore, Salinité, Chlore, DBO<sub>5</sub>, DCO..) et des paramètres microbiologiques (Coliformes Fécaux, Coliforme totaux et Streptocoque Fécaux...). L'eau de l'estuaire d'Oued Nil est polluée du point de vue physico-chimique. Par contre dans l'estuaire d'Oued El Kébir l'eau est moins polluée. Pour l'estuaire d'Oued El Kébir dans la plage de Sidi Abdelaziz l'eau est classée de bonne qualité bactériologique. La pollution varie d'un estuaire à l'autre et d'une saison à l'autre. La plage de Sidi Abdelaziz est bonne pour les paramètres microbiologiques, à l'opposé la plage de Bazoul elle est moyenne pour ce paramètre.

**Les mots clés :** baignade, la pollution, Embouchure, littoral, Oueds.

### **Summary**

Pollution is increasing throughout the Algerian coast, in particular in the coastal areas of the Jijel coast. The objectives of our work are to assess the physico-chemical and microbiological quality of bathing water in certain estuaries of the wilaya of Jijel (Oued El Nil (Bazoul) and Oued El Kébir (Sidi Abdelaziz). carried out on the analysis of physico-chemical parameters (pH, temperature, conductivity, Nitrite, Nitrate, Ammonium, Phosphorus, Salinity, Chlorine, BOD<sub>5</sub>, COD ..) and microbiological parameters (Fecal Coliforms, Total Coliforms and Fecal Streptococcus. ). The water in the Oued Nil estuary is polluted from a physico-chemical point of view. On the other hand, in the Oued El Kébir estuary the water is less polluted. For the Oued El estuary Kebir in the beach of Sidi Abdelaziz the water is classified of good bacteriological quality. The pollution varies from one estuary to another and from one season to another. The beach of Sidi Abdelaziz is good for microbiological parameters, on the other hand, the Bazoul beach is average for this parameter.

**The key words:** swimming, pollution, Mouth, coast, Oueds.

### **الملخص**

يتزايد التلوث في جميع أنحاء الساحل الجزائري ، ولا سيما في المناطق الساحلية لساحل جيجل. تتمثل أهداف عملنا في تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لمياه الاستحمام في بعض مصبات الأنهار بولاية جيجل واد النيل (بازول) ووادي الكبير (سيدي عبد العزيز). من خلال الدراسات السابقة التي أجريت على تحليل المقاييس الفيزيائية والكيميائية (درجة الحموضة ، درجة الحرارة ، الموصلية ، النتريت ، النترات ، الأمونيوم ، الفوسفور ، الملوحة، الكلور ، COD, BOD<sub>5</sub>) والمقاييس الميكروبيولوجية (القولونيات البرازية، مجموع القولونيات ، العقدية البرازية). المياه في مصب وادي النيل ملوثة من وجهة نظر فيزيائية - كيميائية. من ناحية أخرى ، في مصب واد الكبير تكون المياه أقل تلوثًا بالنسبة لمصّب واد كبير في شاطئ سيدي عبد العزيز المياه مصنفة من حيث الجودة بكتريولوجية جيدة ، ويختلف التلوث من شاطئ إلى آخر ومن موسم إلى آخر، وشاطئ سيدي عبد العزيز جيد للمقاييس الميكروبيولوجية ، على العكس ، فإن شاطئ بازول متوسط لهذه المقاييس

**الكلمات المفتاحية:** السباحة ، التلوث ، المصب ، الساحل ، الواد .