

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement et de la Recherche Scientifique*

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

**Université de Blida - 1 –**

*Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie*  
*Département de Biologie et Physiologie Cellulaire*



### **Mémoire de fin d'étude**

En vue de l'obtention de Diplôme de Master en Biologie

Domaine : **Science de la nature et de la vie**

Filière : **Sciences Biologiques Marines et Continentales**

Spécialité : **Restauration des Milieux Aquatiques Continentaux**

**Thème :**

**Analyses physico-chimiques et bactériologiques des  
eaux brutes d'oued Fedjana (W. Tipaza).**

**Présenté par :**

M<sup>elle</sup> Baa Karima

M<sup>elle</sup> Semrani Soumia

**Devant le jury :**

<b>President: Mr. MOHAMED SAID R.</b>	<b>M.C.B</b>	<b>UB1</b>
<b>Examinatrice : Mme RADI N.</b>	<b>M.A.A</b>	<b>UB1</b>
<b>Promotrice : Mme Med MAHMOUD F.</b>	<b>M.A.A</b>	<b>UB1</b>
<b>Co-promotrice : Mme BENTOURA S.</b>	<b>Magister en biotechnologie Végétale</b>	<b>UB1</b>

**\*\*\*Promotion : 2015/2016 \*\*\***

# Remerciements

Avant de présenter ce modeste travail, tout d'abord, nous tenons à remercier notre grand seigneur Dieu tout puissant pour nous avoir donné la foi en Lui, d'avoir éclairé notre route et de nous avoir guidé dans le meilleur et le bon chemin.

Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance à Madame Mohammed Mahmoud. F, on la remercie de nous avoir encadrées, orientées, aidées et conseillées.

A Madame Bentoura. S, Nous tenons à exprimer notre sincère reconnaissance pour avoir accepté de corriger notre mémoire et nous donner le soutien et de nombreux conseils et pour sa disponibilité à chaque fois.

A Monsieur MOHAMED SAID. R, le président du jury, pour avoir bien voulu présidé ces jury et évaluer notre travail.

A Madame RADI. N l'examinatrice, pour avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Enfin, à tous ceux celles qui, d'une manière ou d'une autre, ont apporté leur contribution à la réalisation de ce mémoire.



# ***Dédicace***

*Je dédie ce modeste travail*

*A mes parents*

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il Faut...*

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour*

*Le respect, la reconnaissance...*

*Aussi, c'est tout simplement que*

*Je souhaite que Dieu vous préserve une longue vie.*

*A mes sœurs et mes frères ; Faiza et Mounira, Zaki et Mounir*

*A eux tous, je souhaite un avenir plein de joie et de bonheur*

*A mon très cher fiancé Sofiane pour son soutien constant.et tout son famille*

*A tous les membres de ma famille en particulier mes belles cousines Meriem et Sarah je  
vous aime beaucoup*

*A tous mes amis*

*A tous ceux qui me sont chers*

*A ma chère binome Baà Karima et à toute sa famille*

*A toute la promotion de 2éme année master biodiversité et restauration des milieux  
aquatiques continentaux 2016.*

**SEMRANI SOUMIA.**

# Dédicace

*Je dédie ce travail de fin d'études*

*A mes chères et respectueux parents ; mon père AHMED et ma mère NACERA*

*Vous êtes pour moi une source de vie, car sans vos sacrifices, votre tendresse, et votre affection je ne pourrais arriver jusqu'au bout.*

*Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant  
Qu'ils seront toujours fiers de moi.*

*A mes très chère frères : DJALLEL, NASR ALLAH et ABD EL NOOR  
Qui je souhaite un avenir radieux plein de réussite.*

*A tous mes tantes et oncles paternelle et maternelle, en priori ma tante FATOMA.*

*A mon très cher fiancé FOUAD pour son soutien moral et matériel et toute sa famille.*

*A tous mes chers amis, OUARDIA, ROKIA, SOUAD, NADIA, SALMA...et la liste est bien  
longue.*

*A tous mes collègues de la promotion de 2<sup>ème</sup> année Master Biodiversité et Restauration des  
Milieux Aquatiques Continentaux (2015-2016).*

*A ma famille et toutes les personnes que j'aime.*

*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin*

*Baa Karima*

## *Résumé*

Notre étude est réalisée sur L'oued Fedjana qui situe dans la wilaya de Tipaza. Pour connaître la qualité de l'eau qui coule dans cet oued ont été effectuées des prélèvements au niveau de deux stations sur une période s'étalant du mois de janvier jusqu'au mois d'avril 2016. Cette étude concerne l'analyse des paramètres physico-chimiques (pH, Matière en suspension, Nitrate, Fer) et l'évaluation de la contamination bactériologiques (les coliformes totaux, staphylocoques, salmonelles).

Les résultats issus des analyses physico-chimiques montrent que les eaux de ce cours d'eau sont caractérisées par une température saisonnière, un pH légèrement alcalin. La détermination des paramètres indicateurs de pollution donne des teneurs élevées en matières en suspension (950 mg/l), en demande chimique en oxygène et en demande biochimique en oxygène durant le 4<sup>ème</sup> prélèvement (9 mars 2016). En outre la recherche des coliformes totaux et streptocoques fécaux montrent que leur valeurs sont en conformité avec les normes nationales (**J.O.R.A.D.P** : 2011), et internationales (**OMS** : 2004).

**Mots-clés** : Oued Fedjana, analyses physico-chimiques, analyses bactériologiques, eaux bruts.

## ملخص

الدراسة التي قمنا بها تمت على واد فجانة، الواقع بولاية تيبازة. لمعرفة جودة الماء الذي يسري في هذا الواد قمنا بأخذ عينات على مستوى محطتين على فترة ممتدة من شهر جانفي حتى شهر افريل 2016. هذه الدراسة تتعلق بتحليل عدة معايير فيزيائية (درجة الحرارة، قدرة الهيدروجين، النترات، الحديد) وتقييم التلوث الجراثيمي (القولونيات الاجمالية، المكورات العنقودية السالمونيلا).

نتائج التحاليل الكيميائية تدل ان مياه هذا المجرى تختص: بدرجة حرارة موسمية، قدرة هيدروجيني قلوي. ان تحديد المعايير التي تدل على وجود تلوث تظهر وجود نسبة مرتفعة فيما يخص المواد العالقة (950 مغ/ل)، المتطلبات الكيميائية فيما يخص الاكسجين والمتطلبات البيو كيميائية فيما يخص الاكسجين على مستوى العينة 4 (9 مارس 2016). علاوة على ذلك فان الابحاث فيما يخص القولونيات الاجمالية والقولونيات البرازية تدل على ان قيمهما تعادل المعايير الوطنية (الجريدة الرسمية: 2011) والدولية (المنظمة العلمية للصحة: 2004).

**كلمات البحث:** واد فجانة، التحاليل الفيزيائية والكيميائية، التحاليل البكتريولوجية، الجراثيم المسببة للأمراض.

## Summary

The protection of aquatic ecosystem is indispensable for the ecological balance of species and for a healthy diet for local people. Fedjana Valley is located in the department of Tipaza. To know the water quality that flows in this valley samples were taken from two stations for a period from February to April 2016. This study concerns the analysis of physicochemical parameters and the evaluation of the bacteriological contamination.

The results from the physicochemical analyzes discern that the water that flows in this valley has seasonal temperature, a slightly alkaline a pH. The determination of indicator parameters of pollution shows high level in chemical oxygen demand and biochemical oxygen demand at the 4 level of sample ( march 9,2016), Further research total coliforms and fecal streptococcus are in accordance with national standards official newspaper (2011) and international (World Health Organization; 2004)

**Keywords:** Fedjana Oued, physico-chemical analyzes, bacteriological analyzes, pathogenic germs.

# *Sommaire*

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

**Introduction**..... 01

## *PARTIE THEORIQUE*

### **Chapitre I : Généralités sur l'eau**

I.1. Cycle de l'eau ..... 02

I.2. Ressources hydriques naturelles..... 03

I.2.1. Les eaux superficielles..... 03

I.2.2. Les eaux souterraines..... 04

I.3. Usage d'eau..... 04

I.4. Généralités sur la pollution..... 05

I.5. Les paramètres de mesure de la pollution des eaux superficielles..... 06

I.6. Maladie à transmission hydriques..... 15

## *PARTIE EXPERIMENTALE*

### **Chapitre II : Matériel et Méthodes**

II.1. Présentation général de la zone d'étude..... 16

II.2. Matériel..... 19

II.3. Méthodes..... 19

II.3.1. Analyses physicochimiques..... 19

II.3.1.2. Paramètres physiques..... 21

II.3.1.3. Paramètres de minéralisation globale..... 25

II.3.1.4. Paramètres de pollution..... 27

II.3.1.5. Paramètres chimique indésirable..... 34

II.3.2. Analyses Bactériologiques..... 37

II.3.2.1. Recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale.....	37
II.3.2.2. Recherche et dénombrement des germes pathogènes.....	41

### *Chapitre III : Résultats et discussions*

III .1. Résultats des analyses physico-chimiques.....	43
III.1.1. Paramètres physiques.....	43
III.1.2. Paramètre de minéralisation globale.....	48
III.1.3. Paramètre de pollution.....	50
III.1.4 Paramètre chimique indésirable.....	55
III.2. Résultats des analyses bactériologiques.....	57
<b>Conclusion</b> .....	63
<b>Perspectives</b> .....	64
<b>Référence bibliographique</b>	
<b>Annexes</b>	

## Liste des abréviations

**DBO** : Demande biochimique en oxygène.

**DCO** : Demande chimique en oxygène.

**J.O.R.A.D.P** : Journal Officiel de la République Algérienne.

**MES** : Matières en suspension.

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.

**pH** : Potentiel d'Hydrogène.

**µS/cm** : Micro siemens par centimètre.

**P1, P2, P3, P4, P5, P6**: Prélèvements.

**SA** : Station A.

**SB** : Station B.

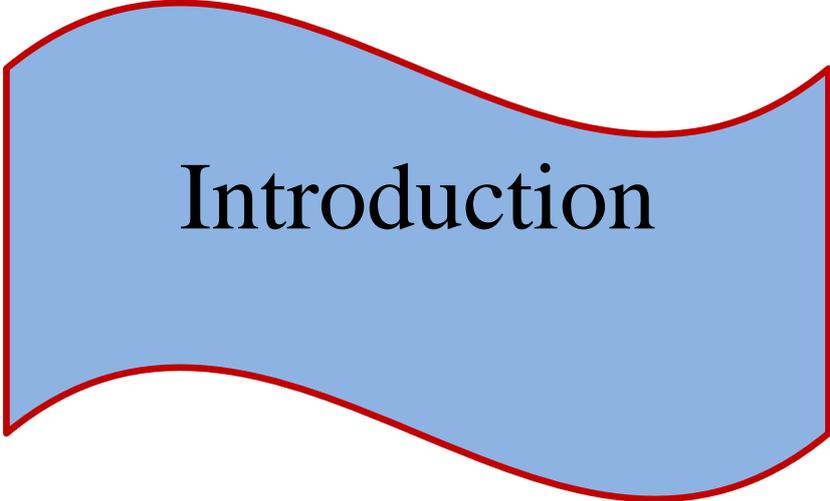
**SF** : Streptocoques fécaux.

# ***Liste des Tableaux***

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>I</b>	Principale maladies transmises par l'eau	<b>15</b>
<b>III</b>	Résultats des analyses des huiles et graisses.	<b>51</b>
<b>IV</b>	Rapport (DCO/DBO <sub>5</sub> ) calculé dans les deux stations de récoltes	<b>53</b>
<b>V</b>	Variations bimensuelles de phosphore.	<b>54</b>
<b>VI</b>	Grille de la qualité des eaux de rivière.	<b>55</b>
<b>VII</b>	Variations bimensuelles de fer.	<b>56</b>
<b>VIII</b>	Variation bimensuelle de manganèse.	<b>67</b>
<b>IX</b>	Résultats du rapport CF/SF.	<b>61</b>
<b>X</b>	Résultats des analyses physico-chimiques.	<b>Annexe I</b>
<b>XI</b>	Résultats des analyses bactériologiques.	<b>Annexe II</b>
<b>XII</b>	Les valeurs moyennes des paramètres Physico-chimiques.	<b>Annexe II</b>
<b>XIII</b>	Normes des paramètres physico-chimiques.	<b>Annexe III</b>
<b>XIV</b>	Normes des paramètres microbiologiques.	<b>Annexe III</b>

# *Liste des figures*

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Localisation géographique des sites de prélèvements au niveau D'oued Fedjana	<b>17</b>
<b>02</b>	La station A de prélèvements d'eau d'oued Fedjana.	<b>18</b>
<b>03</b>	La Station B de prélèvements d'eau d'oued Fedjana.	<b>19</b>
<b>04</b>	Protocole expérimental du mode de prélèvement.	<b>20</b>
<b>05</b>	Protocole expérimentale de la mesure de la conductivité électrique	<b>22</b>
<b>06</b>	Variations de la température.	<b>43</b>
<b>07</b>	Variations du pH.	<b>44</b>
<b>08</b>	Variations de la conductivité électrique.	<b>45</b>
<b>09</b>	Variations de la salinité.	<b>46</b>
<b>10</b>	Variations de l'oxygène dissous.	<b>47</b>
<b>11</b>	Variations des matières en suspension.	<b>48</b>
<b>12</b>	Variations de chlorure.	<b>49</b>
<b>13</b>	Variations de sulfate.	<b>50</b>
<b>14</b>	Variations de nitrate.	<b>51</b>
<b>15</b>	Variations de la DCO.	<b>52</b>
<b>16</b>	Variations de la DBO <sub>5</sub> .	<b>53</b>
<b>17</b>	Variations des coliformes totaux	<b>58</b>
<b>18</b>	Variations des coliformes fécaux.	<b>59</b>
<b>19</b>	Variations des streptocoques fécaux.	<b>60</b>
<b>20</b>	Variations des staphylocoques.	<b>61</b>



# Introduction

## Introduction

---

L'eau est devenue un enjeu stratégique mondial dont la gestion, doit impérativement s'intégrer dans une perspective politique de développement durable (**Garcia, 2006**).

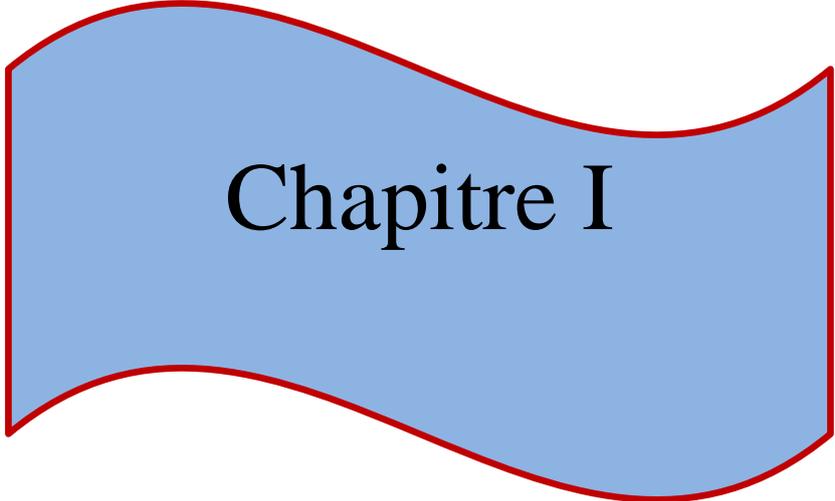
Les ressources naturelles en eau sont constituées d'eaux souterraines et superficielles. Elles sont prélevées pour être destinées à la consommation humaine, l'agriculture ou l'industrie (**Beaudry, 1984**).

Ces eaux sont susceptibles de contenir des substances diverses, de nature physico-chimique (sels minéraux, matières en suspension, micropolluants organiques et minéraux) et de nature biologique (bactéries, virus, parasites, ...). Certains de ces éléments peuvent non seulement dégrader la qualité organoleptique de ces eaux mais aussi créer des problèmes de santé publique (**Beaudry, 1984**).

Actuellement, la situation en Algérie se caractérise par une demande en eau croissante, alors que les ressources hydriques se raréfient d'une manière permanente (**Oluduro & Aderiye, 2007**).

Il faut rappeler que l'eau est une source de richesse et un bien-être pour l'homme, elle peut être la cause de pauvreté, de malnutrition et de famines, si elle venait à manquer ou si elle subit des altérations (**Bouziyani, 2006**). Il semble donc que le contrôle et l'amélioration de la qualité de l'eau sont indispensables pour la protection de l'environnement et de la santé des consommateurs.

A cet effet l'objectif de notre étude est d'évaluer la qualité des eaux de l'oued Fedjana situé à Sidi Amer, wilaya de Tipaza, par la détermination de ses caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques.



# Chapitre I

Les mers et les océans présentent 97,5 % de l'eau totale de la planète. Ce qui revient à dire que l'eau douce constitue 2,5 % des eaux stockées ; alors que plus de 0,66 % de cette dernière est concentrée dans les glaciers ; 0,33 % contenu dans les nappes souterraines et moins de 1% constitue l'humidité des sols et de l'air ; les 0,3 % restant (soit 0,007 % de l'eau de la planète) sont localisées dans les rivières, ruisseaux, réservoirs et lacs. L'eau accessible ne représente que 125000 milliards de m<sup>3</sup>. Un volume global qui reste insuffisant et mal réparti (**Remini, 2005**).

En Algérie, l'eau est une ressource de plus en plus précieuse. La concurrence des domaines de l'agriculture, de l'industrie, et de l'alimentation en eaux potable ont permis un accès et une disponibilité limitée aux ressources hydriques.

La pluviométrie moyenne annuelle dans le nord d'Algérie est évaluée entre 95 et 100×10<sup>-9</sup> m<sup>3</sup> plus de 80×10<sup>-9</sup>m<sup>3</sup> s'évaporent, 3×10<sup>-9</sup> m<sup>3</sup> s'infiltrent dans le sol et 12,5×10<sup>-9</sup>m<sup>3</sup> s'écoulent dans les cours d'eau. L'apport principal en eau vient du ruissellement et les eaux de surface stockées dans les barrages. En 2002, l'Algérie a disposé de 52 grands barrages d'une capacité de 5,2 milliards de m<sup>3</sup>, le reste (7,3× 10<sup>-9</sup> m<sup>3</sup>) qui se déversent en définitif dans les eaux de mer (**Remini, 2005**).

## **I.1. Cycle de l'eau**

La masse d'eau totale de l'hydrosphère ne varie pas au cours des années. L'eau change d'état au cours de son cycle mais sa quantité globale reste inchangée depuis 3 milliards d'années. C'est l'énergie solaire qui est le moteur du cycle de l'eau en entraînant ses changements d'état (**Maurel, 2006**).

### **I.1.1 Précipitations**

La vapeur d'eau atmosphérique se condense en nuages qui engendrent les précipitations sous forme de pluie, de neige ou de grêle (**Boeglin, 2001**).

### **I.1.2 Ruissellement**

Le volume d'eau qui ruisselle à l'air libre vers les lacs et les cours d'eau dépend des conditions biotiques et abiotiques (le relief, la végétation, la nature des roches et les conditions du climat) (**Bogomolov, 1986**).

### I.1.3 Evapotranspiration

L'évapotranspiration se produit directement sur les plans d'eau ou sur les sols humides et se fait également par extraction racinaire dans le sol et sera libérée ultérieurement à l'extérieur par transpiration par les végétaux (**Mersily, 1986**).

### I.1.4 Infiltration

Une partie des précipitations pénètre dans le sol et alimente les eaux souterraines, elle constitue les réserves d'eau du sol et des nappes phréatiques. Ces eaux souterraines retourneront naturellement ou artificiellement à la surface du sol où elles participeront à l'écoulement et l'évapotranspiration (**Boeglin, 2001**).

## I.2.Ressources hydriques naturelles

L'homme fait recours à l'eau pour ses besoins de consommation et l'utilise en parallèle dans ses diverses activités industrielles et agricoles à deux types de ressources naturelles (**Boeglin, 2001**).

- Les eaux superficielles ou de surface (de rivières, fleuves, et lacs ....).
- Les eaux souterraines.

### I.2.1.Les eaux superficielles

Les eaux superficielles sont constituées par les eaux des ruisseaux, rivières, fleuves, étangs, barrages réservoirs, glaciers (**Roland, 2003**), leur composition chimique dépend de la nature des terrains traversés par ces eaux durant leurs parcours dans l'ensemble des bassins versants (**Bliefret et Perraud, 2001**). Il s'agit d'une ressource facilement accessible mais malheureusement fragile et vulnérable, la pollution la rend souvent impropre à l'utilisation (**Boeglin, 2003**).

#### I.2.1.1 Différents types des eaux de surface

**I.2.1.1.1. Lacs** : On peut le considérer comme un bassin naturel de décantation dont la période de rétention est longue. Sa turbidité est faible et la contamination bactérienne est habituellement peu importante. Les caractéristiques des eaux de lac varient très lentement au cours de l'année (**Desjardins, 1990**).

**I.2.1.1.2. Oueds** : Dans les régions basses et en plaine, les cours d'eau prennent l'allure d'un oued, qui se jette les uns dans les autres et donnent naissance aux fleuves. Ces derniers se caractérisent par leur irrégularité de leur débit au cours de l'année, qui dépende de multiples facteurs (**Dussart, 1966**).

❖ **Les Oueds d'Algérie :**

**Les principaux oueds** : Oued Soummam, Oued Seybouse, Oued Tafna, Oued Mazafran, Oued Chiffa, Oued Mouilah.

**I.2.1.1.2. Etangs** : C'est une surface d'eau peu profonde (moins de 6cm), à très faible écoulement, sa masse liquide se renouvelle très lentement (**Bachasson, 1997**).

### **I.2.2. Les eaux souterraines**

Ces eaux qui ne sont ni évaporées, ni retournées à la mer par ruissellement elles s'infiltrent par contre dans le sol et le sous-sol et s'accumulent pour constituer les eaux souterraines. La pénétration et la rétention des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques du sol et sa structure (**Boeglin, 2001**). Elles sont également à l'abri de la pollution, et présentent d'excellentes qualités physico-chimiques et microbiologiques par rapport aux eaux de surface (**Mebarki, 1982**).

### **I.3. Usage d'eau**

#### **a- Usage domestiques**

Les eaux de consommation publique sont utilisées à différentes fins. Un habitant consomme 230 L par jour et n'utilise que seulement 1 % pour la boisson et 6 % pour la préparation de la nourriture, les 93 % restant sont consacrés aux bains-douches (39 %), aux sanitaires (20 %), au lavage de la linge (12 %), de la vaisselle (10 %), à des usages domestiques divers (6 %) et au lavages des voitures et arrosage du jardin (6 %) (**Schki, 1996**).

#### **b- Usage agricoles**

L'agriculture est l'activité humaine la plus consommatrice d'eau : elle représente en moyenne 70 % de la consommation mondiale. Elle varie selon les pays, les climats, les types de culture, les techniques d'irrigation, etc. Avec l'augmentation de la production agricole, l'usage de l'irrigation se répand et engendre des consommations d'eau croissantes.

L'alimentation du bétail nécessite également un approvisionnement abondant en eau dans les régions d'élevage (**Bensoullah, 1995**).

### c- Usage industriels

L'industrie utilise de grandes quantités d'eau, mais la majeure partie de celle-ci est recyclée dans le système hydrologique. Un rapport de **l'Unesco (2003)**, souligne que l'industrie consomme 22 % des ressources en eau mondiale en moyenne : 59 % dans les pays à revenus élevés, 8 % dans les pays à faibles revenus. Le rapport prévoit que cette moyenne atteindra 24 % en 2025, quand l'industrie utilisera environ 1 170 km<sup>3</sup> par an.

En effet, la qualité de l'eau est altérée par une surcharge en matières organiques, par des substances toxiques provenant des activités agricoles et par des effluents industriels et domestiques rejetés dans le milieu récepteur sans traitement.

## I.4. Généralités sur la pollution

Les problèmes de pollution constituent un danger de plus en plus important pour l'homme, parmi ces problèmes, la contamination de l'eau. En effet, l'eau est affectée de façon croissante par des matières minérales et organiques (pollution chimique) et même des micro-organismes (pollution biologique) dont certaines sont pathogènes et dangereux pour la santé (**Coulibaly, 2005**). Selon **Gaid (1984)**, la pollution de l'eau est une altération physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles provoquées par l'homme et de ses activités. Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatique et compromet les utilisations de l'eau et l'équilibre du milieu aquatique (**Mekkakia, 2001**). Selon **Cazaban et al., (2005)** cette pollution affecte beaucoup plus les eaux Superficielles comparées aux eaux souterraines. Les eaux de surface des lacs et des cours d'eau sont alimentées par le ruissellement et les eaux souterraines. Ils sont susceptibles d'être contaminées par les eaux usées fortement polluées (**Henry et Beaudry, 1992**).

### I.4.1. Les différents types de pollution d'eau

Selon l'origine des substances polluantes, quatre catégories de pollutions sont à distinguer (**Gilli et al., 2004**).

- **Pollution domestique**

Provenant des habitations, elle est en général véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration ; selon **Gaujous (1995)** elle se caractérise par la présence des germes fécaux, des fortes teneurs en matières organiques, des sels minéraux et des détergents.

- **Pollution industrielle**

D'après **Gaujous (1995)**, cette pollution provient des usines et sa diversité dépend de la nature de l'utilisation de l'eau. Parmi les pollueurs industriels :

- Matières organiques et graisses (industrie agro-alimentaires, équarrissages ...).
- Hydrocarbures (raffineries).
- Métaux (traitement de surface, métallurgie).
- Acides, bases, produits chimiques (industrie chimiques, tanneries ...).
- Eau chaudes (circuits de refroidissement des centrales thermiques).
- Matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

- **Pollution agricole**

L'agriculture moderne est aussi devenue une cause importante de pollution des eaux, suite de l'usage des engrais chimiques et des pesticides, dont certains présentent une grande toxicité qui s'avère être apparentée aux armes chimiques (**Ramade, 1995**).

- **Pollution naturelle**

Elle est à l'origine de divers phénomènes naturels comme l'éruption volcanique (**Gaujous, 1995**).

## **I.5. Les paramètres de mesure de la pollution des eaux superficielles**

La qualité des eaux de surface se repose sur la mesure des paramètres organoleptiques, physico-chimiques ainsi que la présence ou l'absence d'organisme et de micro-organismes aquatiques (**Villers et al., 2005**).

### **I.5.1. paramètres organoleptiques**

L'eau de bonne qualité et propre à la consommation doit suivre certaines conditions tel que : l'absence de la turbidité et dépourvue d'odeurs désagréables, ces deux conditions

représentent des qualités exigées dans une eau d'approvisionnement public (**Tampo et al., 1992**).

➤ **Couleur**

La couleur de l'eau est due à la présence de matières organiques dissoutes ou colloïdales. Une eau colorée n'est pas agréable pour les usages domestiques et en particulier pour la boisson car elle provoque toujours un doute sur la potabilité (**Degremont, 2005**).

➤ **Odeur**

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. Toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition (**Rodier et al., 1996**).

➤ **Goût**

Il peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives et de sensibilité chimique perçue lorsque l'eau est dans la bouche (**Rodier et al., 1996**).

### **I.5.2. Paramètres physiques**

➤ **Température**

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, et aussi pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges (**Rodier et al., 2009**). La température maximale acceptable pour l'eau potable, est de 15 °C, température à laquelle on admet que l'eau est rafraichissante (**Monique et Beaudry, 1984**).

➤ **Potentiel d'hydrogène**

Le potentiel d'hydrogène représente une mesure de l'activité des ions H<sup>+</sup> contenus dans une eau (**Henry et al., 1992**). Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des sols. Il varie entre 7,2 et 7,6 (**Bremond et Vuichard, 1973**). Et dans certains cas, il peut varier de 4 à 10 selon la nature acide ou basique des terrains traversés, néanmoins des pH faibles augmentent le risque de présence de métaux sous leur forme ionique la plus toxique alors que des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac (**Villers et al., 2005**).

➤ **Conductivité électrique**

La conductivité électrique est une mesure de la capacité de l'eau à transmettre le courant électrique (**Gaujous, 1998**). Elle définit la salinité et permet une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau (**Makhoukh et al., 2011**). La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500  $\mu\text{s/cm}$  (**Villers et al., 2005**).

➤ **Turbidité**

**Henry et al., (1992)**, définissent la turbidité comme l'inverse de la limpidité ou de la transparence, une eau turbide est donc plus ou moins trouble. Elle est due à la présence des matières en suspension finement divisées : l'argile, limons, grains de silice et matières organiques (**Rodier et al., 2005**). L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus que le traitement de l'eau aura été plus efficace (**Rodier et al., 2009**).

### **I.5.3. Paramètres de minéralisation globale**

Les composés minéraux présents dans l'eau naturelle sont l'origine des échanges qui se produisent entre l'eau et le sol, et l'eau et l'atmosphère. Ils résultent aussi du métabolisme des éléments constitutifs de la biomasse aquatique (**Bentoux, 1983**). La minéralisation traduit la teneur globale en sels minéraux dissous, tels que les carbonates, les bicarbonates, les chlorures, les sulfates, le calcium, le sodium, le potassium, le magnésium (**Bonnin, 1982**).

➤ **Sulfate**

Les eaux naturelles contiennent des sulfates, en proportion très variables, cette teneur varie de 5 à 200 mg/l (**Rodier, 1984**). Ils résultent de la légère solubilité du sulfate de calcium des roches gypseuses, et l'oxydation des sulfures répandus dans les roches (**Henry et Beaudry, 1992**).

Les sulfates participent au métabolisme des bactéries Sulfito-réductrices contenues dans l'eau qui transforment les sulfates en sulfures avec dégagement de gaz sulfureux créant des perturbations environnementales (**Mizi, 2006**).

➤ **Chlorures**

Les chlorures sont des ions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, soit sous forme de sels de sodium ou de potassium. Ils sont souvent

utilisés comme un indice de pollution (**Makhoukh et al., 2011**). Ils confèrent une saveur désagréable à l'eau à partir de 250 mg/l surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium, elles participent à la conductibilité électrique de l'eau (**Rodier, 2005**). La concentration maximale admissible de chlorures pour l'eau destinée à l'irrigation est de 1065 mg/l (**FAO, 2003**).

➤ **Calcium et Magnésium**

Dans les eaux naturelles, les cations les plus abondants sont le calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et le  $\text{Mg}^{2+}$  qui est responsables de la dureté de l'eau, leur dissolution résulte principalement de l'infiltration des eaux de surface à travers les formations rocheuses calcaires et dolomitiques (**Henry et Beaudry, 1992**).

➤ **Sodium**

Le sodium est toujours présent dans les eaux naturelles en proportion très variable (**Tardat et Beavdbry, 1995**). Sa présence est due à l'existence de certaines formations de types argileuses et feldspathiques (**Goujous, 1993**).

➤ **Potassium**

C'est un élément naturel des eaux, où sa concentration est dans certains cas constante, ne dépasse habituellement pas (10 à 15 mg/l), sauf dans certaines exceptions (**Potelon et Zysman, 1998**). Dans les sols, ce sont surtout les minéraux argileux qui constituent le réservoir du potassium, leur présence dans l'eau résulte de leur dissolution (**MHIRI, 2002**).

➤ **L'oxygène dissous**

L'oxygène dissout est indispensable à la respiration des organismes, il facilite la dégradation des matières organiques et facilite l'accomplissement des cycles biochimiques (**Alzieu, 1989**). L'oxygène dissout dans les eaux de surface provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène dissout, varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments (**IBGE, 2005**).

➤ **Extrait sec**

La détermination des résidus totaux sur une eau non filtrée reflète la teneur en matières dissoutes et en suspension non volatiles (**Potelon et Tzysman, 1998**), sa valeur ne dépasse pas généralement 1,5 g/l dans les eaux de surface (**Drouiche, 2006**).

#### **I.5.4. Paramètres indicateurs de pollution**

➤ **Matières en suspension**

Les matières en suspension représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux. Elles sont fonction de la nature du sol, de la saison, de la pluviométrie et du régime d'écoulement des eaux (**Rodier et al., 1984**).

➤ **Azote ammoniacal**

Les eaux naturelles contiennent toujours de l'azote ammoniacal, produit normal de la biodégradation de l'azote organique (**Henry et al., 1992**). Il n'a pas d'effet appréciable sur la santé du consommateur, mais sa présence dans l'eau de surface est un indicateur de pollution (**Degrement, 1995**). Il est présent sous deux formes en solution : L'ammoniaque et l'ammonium dont les proportions dépendent du pH et de la température, l'ammonium est souvent dominant, c'est pour quoi ce terme est employé pour désigner l'azote ammoniacal (**Aminot et Chaussepied, 1983**).

➤ **Nitrite**

Les nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles concentrations rencontrées en milieu aquatique (**Ghazali et Zaid, 2013**), donc ils proviennent :

✓ Soit d'une oxydation partielle de l'azote ammoniacale sous l'action des bactéries nitreuses.

✓ Soit d'une réduction des nitrates par les bactéries dénitrifiantes (**Tardat et Beaudry, 1992**).

Une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspect car cette présence est souvent liée à une détérioration de la qualité microbiologique (**Potelon et Zysman, 1998**).

➤ **Nitrate**

Selon **Rodier et al., (2005)**, les nitrates dans l'eau proviennent généralement des engrais azotés, de la décomposition des matières végétales et animales et des effluents industriels. En effet, dans les eaux naturelles non polluées, le taux de nitrates est très variable suivant la saison et l'origine des eaux.

➤ **Phosphore**

Le contenu en phosphore total comprend non seulement les ortho phosphates mais également les poly phosphates et les phosphates organiques (**Villers et al., 2005**).

Les phosphates peuvent être d'origine naturelle (produit de décomposition de la matière vivante, lessivage des minéraux) mais, à l'heure actuelle, leurs présences dans les eaux sont plutôt d'origine artificielle (engrais, poly phosphates des formulations détergentes, eaux traitées aux phosphates, industrie chimique...) (**Merabet, 2010**).

#### **I.5.5.Paramètres indésirables**

➤ **Fer**

Le fer contenue dans l'eau provient des roches et des sols (**Lounnas, 2009**), il peut être sous différentes formes, à un pH qui varie entre (4,5 et 9), le fer soluble présent est généralement à l'état ferreux les eaux superficielles n'en contiennent que très peu, rarement plus de 1 mg/l (**Rodier et al., 2009**).

➤ **Manganèse**

Il est présent dans la plupart des sols et sédiments, il existe aussi dans les roches métamorphiques (**Kemmer et al., 1984**).

#### **I.5.6.Paramètres bactériologiques**

La mauvaise qualité microbiologique de l'eau est un facteur de risque pour l'environnement, ce qui rend indispensable d'effectuer les analyses microbiologiques afin d'évaluer les risques sanitaires (**Martineau, 1997**). Ces suivis complètent les analyses physico-chimiques ponctuelles qui n'offrent qu'une image instantanée sur la qualité des eaux (**Marc et al., 2007**).

- **Germes indicateurs de pollution fécale**

Les bactéries les plus couramment recherchées dans l'eau sont principalement des témoins de contamination fécale (**Gaujous, 1995**). La grande majorité de ces microorganismes nocifs diffusent dans l'environnement aquatique par l'intermédiaire de ces souillures fécales humaines ou animales (**Hasley et Leclerc, 1993**).

- ✚ **Coliformes totaux**

Les coliformes totaux sont présents un peu partout dans la nature, dans les eaux riches en éléments nutritifs, dans les sols, sur la végétation et chez les animaux (**Hadde, 2003**).

Les coliformes sont des bacilles à Gram négatif, non sporulés, oxydase négatif, aéro-anaérobies facultatifs. Ils peuvent se développer en présence des sels biliaires ou d'agents de surface. Ils sont capables de fermenter le lactose avec production d'acides et de gaz en 48 heures à une température de (35 à 37) °C (**Delarras, 2007**).

Les coliformes regroupent les genres ; *Escherichia*, *Citobacter*, *Entérobacter*, *Klebsiella*, *Yersina*, *Serratia* (**Rodier et al., 2005 ; Jolet et Reynaud, 2003**).

- ✚ **Coliformes fécaux**

Les coliformes fécaux sont des espèces d'origine fécales (**Lebres et al., 2002**), ce sont des bactéries thermo-tolérantes productrices de gaz et présentent les mêmes propriétés que celles des coliformes totaux (**Rodier et al., 2009**).

*Escherichia coli* est l'espèce la plus spécifique est la plus connue pour ces caractéristiques, et aussi pour sa production de l'indole à partir de tryptophane (**Bonnefoy et al., 2002**). Sa présence dans l'eau indique une pollution fécale récente (**Anonyme, 2001**).

- ✚ **Streptocoques fécaux**

Ils se répartissent en genres *Streptococcus* et *Enterococcus*. Le plus grand nombre de ces espèces appartiennent au genre *Enterococcus*. Leur recherche dans le milieu hydrique présente un intérêt certain, car leur comportement diffère nettement à celui des coliformes. Leur caractère de cocci à Gram positif leur confère une bonne résistance dans les milieux hydriques (eaux douces et marines). Ce qui permet la mise en évidence de la durée et le degré de pollutions (**Jestin, 2004**).

### ✚ Clostridium Sulfito-Réducteurs (ASR)

Ce sont des hôtes de l'intestin, Ils sont d'origine tellurique. Dans l'eau, les formes sporulées, constituent la forme la plus résistante que les formes végétatives et permettent de déceler une contamination fécale ancienne (**Bonnefoy et al., 2002**). Ces bacilles sont sous leurs formes sporulées quand les conditions du milieu sont défavorables.

Selon **Lebras (2002)**, le genre Clostridium est constitué de bacilles à Gram positif, anaérobies stricts, capsulés, mobiles parfois immobiles et capsulés.

- **D'autres germes pathogènes**

### ✚ Salmonelle

Les Salmonelles sont classées dans la famille des Entérobactéries. Ce sont des bacilles à Gram négatif (**Federighi, 2005**). Elles sont à l'origine de deux principaux types d'infection : la fièvre typhoïde et paratyphoïde et les gastro-entérites (**Delarras, 2003**).

Elles vivent dans l'intestin de l'homme et des animaux et se retrouvent également dans les sols contaminés (**Singleton et Sainsury, 1984**).

### ✚ Vibrions cholériques

Les vibrions font partie de la famille des *Vibrionaceae*, ils sont très largement répandus dans les eaux d'égout et les eaux de surface polluées (**Lecler et Haslay, 1993**).

### ✚ Staphylococcus

- *Staphylococcus aureus*

Selon **Dellaras (2007)**, *Staphylococcus aureus*, est une espèce à Gram positif, coagulase positive et catalase positive.

### ✚ Pseudomonas aeruginosa

*Pseudomonas aeruginosa* est un bacille Gram négatif, aérobie stricte. C'est la seule espèce de *Pseudomonas* produisant deux pigments, la pyocyanine et la pyoverdine. Elle se trouve fréquemment dans certains réseaux et dans l'environnement, son origine peut être humaine et éventuellement fécale (**Delaras et Bernard, 2006**).

### I.6. Maladie à transmission hydriques

Les eaux naturelles superficielles et souterraines véhiculent un certain nombre de microorganismes dont la plus parts sont pathogènes pour l'homme (**Caselli et al., 2002**).

Les maladies à transmission hydrique recouvrent un éventail de manifestation pathologique d'origine bactérienne, parasitaire ou virale dont les plus importantes sont : la fièvre typhoïde, le choléra, les dysenteries et l'hépatite virale (**Tableau I**).

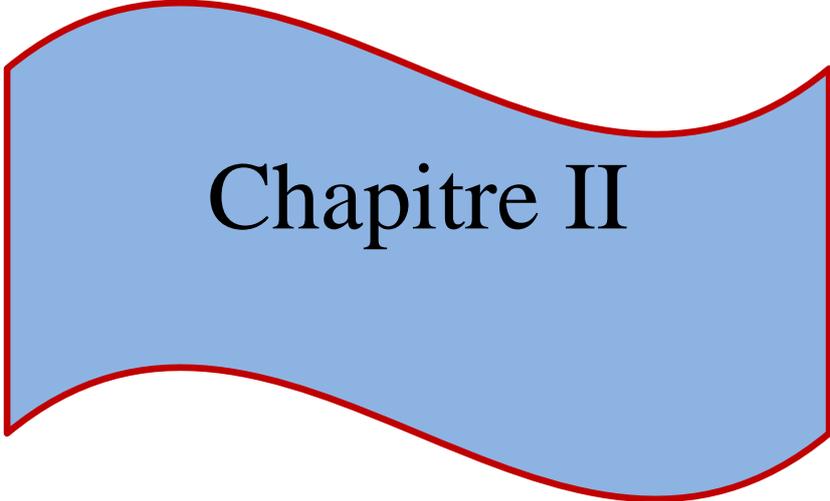
La transmission d'une maladie infectieuse fait intervenir un agent infectieux, un sujet réceptif, et une voie d'introduction.

Dans le cas des infections d'origine hydrique, les agents responsables qui ont contaminé l'eau proviennent des individus malades, les porteurs sains, ou des animaux, qu'on appelle communément les réservoirs des germes (**Haslay et Leclerc, 1993**).

Tableau I : Principale maladies transmises par l'eau

Groupes	Organismes	Maladies	Principale site atteint
<b>Bactéries</b>	<i>Shigella Shigellose</i> (dysenterie bacillaire Système gastro-intestinal)	Shigelloses (dysenterie bacillaire)	Système gastro-intestinal
	<i>Salmonella typhi</i>	Fièvre typhoïde	Intestin
	<i>Salmonella cholerae</i>	Fièvre enterique	Système gastro-intestinal-
	<i>Salmonella enteritique</i>	Gastro enterite	Système gastro-intestinal
	<i>Escherichia coli</i>	Gastro enterite	Système gastro-intestinal
	<i>Vibron cholerae</i>	Cholera	Intestinal
	<i>Francisella tularensis</i>	Tularemie	Système respiratoire foie-rate Ganglions lymphatiques
	<i>Leptospirose ictero- haemorrhagiae</i>	Leptospirose	Foie
<b>Virus</b>	<i>Poliovirus</i>	Poliomyelite meningite aseptique	Moelle épinière Méningite
	<i>Coxsackie virus</i>	Myocardite meningite Aseptique epidémie myalgia	Cœur –muscle
	<i>Echovirus</i>	Meningite aseptique Gastroenterite	Méningites-intestin
	<i>Adenovirus</i>	Pharyngite	Pharynx
	<i>Reovirus</i>	Maladies respiratoires diarrees	Appareil respiratoire et digestif
	<i>Virus A de l'hepatite</i>	Hepatite infectieuse	Foie
	<i>Virus gastro-enteritique</i>	Gastro-enterite	Système gastro intestinal
<b>Protozoaires</b>	<i>Entamoeba histolytica</i>	Amibiase	Système gastro-intestinal
	<i>Naegleria gruberia</i>	Meningite encephalique	Système nerveux central

(ASANO, 1998)



## Chapitre II

Notre travail expérimental est basé sur l'étude de deux sites de prélèvement de l'eau d'oued Fedjana situé dans la wilaya de Tipaza, l'expérimentation s'est étalée du mois de janvier jusqu'au mois d'avril 2016.

L'étude est articulée sur la détermination de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de cet oued. Les analyses ont été réalisées au niveau du laboratoire régional de l'environnement de la wilaya d'Alger pour les analyses physico-chimiques et du laboratoire d'hygiène de la wilaya de Tipaza pour les analyses bactériologiques.

## **II.1. Présentation générale de la zone d'étude**

### **II.1.1. Situation géographique :**

L'oued Fedjana se situe au Nord de l'Algérie, au Sud-est de la wilaya de Tipaza, en Basse Kabylie. Il prend naissance sur les hauteurs de forêt de Tizi Franco et se déverse dans le barrage Boukourdene après un parcours de 12 Km. Du point de vue géographique, la région d'étude est délimitée :

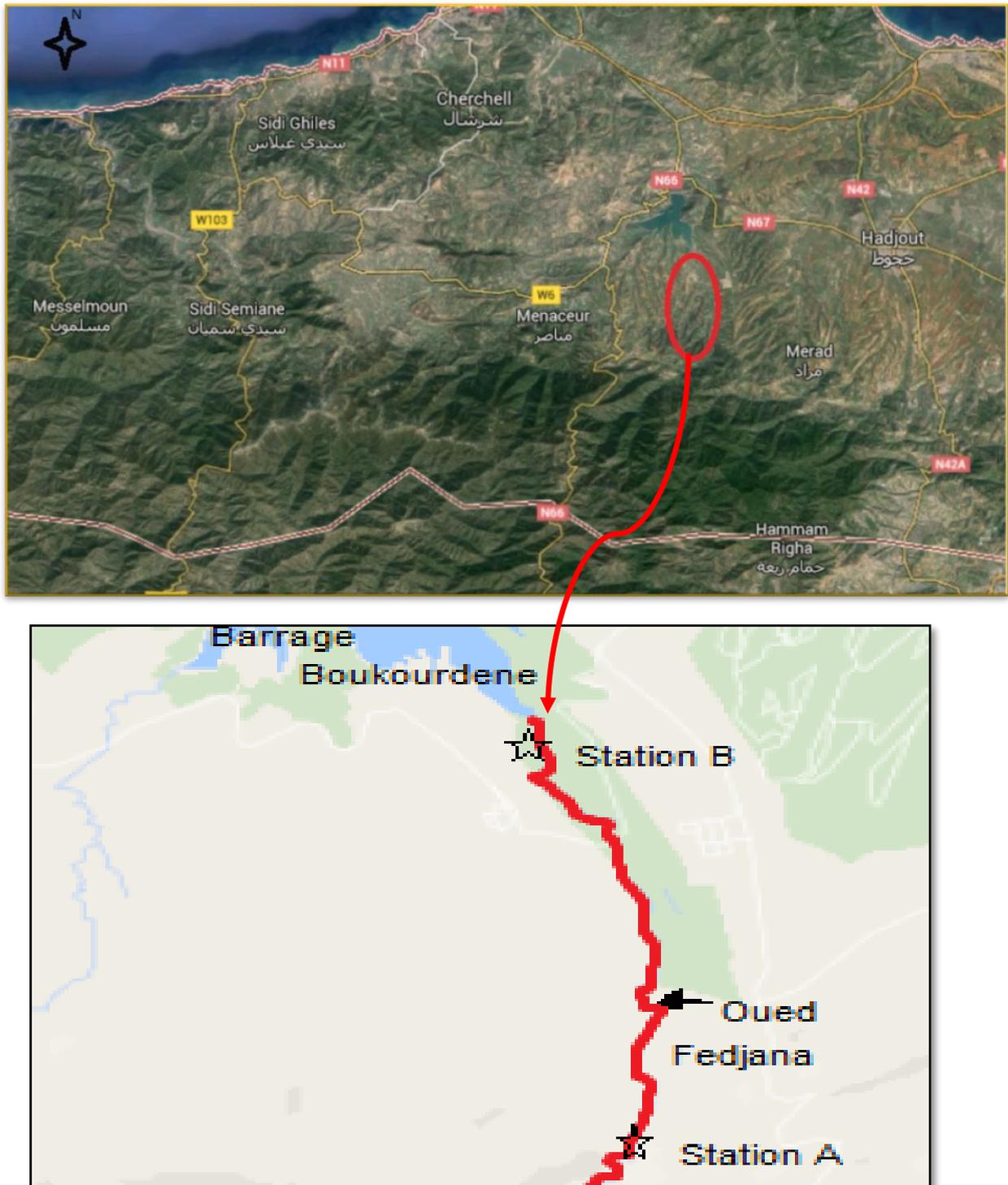
- A l'Ouest par la ville de Menaceur.
- A l'Est par la commune de Meurad.
- Au Nord par le barrage Boukourdene.
- Au Sud par la Wilaya d'Ain Defla.

L'oued se trouve dans une zone caractérisée par un climat méditerranéen où les hautes barrières montagneuses qui limitent le domaine oriental vers l'Ouest privent la région des apports de pluies venant de l'Atlantique et réduisent la pluviométrie de cette région à 190 mm/an en moyenne (A.N.R.H, 1989).

La formation géologique de la région est caractérisée par :

- Les roches basiques et les produits de leur altération actuelle in situ.
- Les roches sédimentaires tertiaires et les terrains qui s'y développent (S.T.E.P., 2015).

Cet oued est parmi les principaux cours d'eau qui alimente le barrage de Boukourdene et qui donnent naissance à oued El Hachem (S.T.E.P., 2015).



**Figure 1:** Localisation géographique des sites de prélèvements au niveau d'oued Fedjana (Google Earth, 2016) (Modifier).

### II.1.2. Principaux espèces végétales

Parmi les végétaux qu'on peut les trouver aux rives d'oued Fedjana :

- ✓ Le Laurier-rose (*Nerium oleander*).
  - ✓ La ronce commune (*Rubus fruticosus*).
  - ✓ Le Myrte commun (*Myrtus communis*).
  - ✓ Eucalyptus (*Eucalyptus sp.*).
  - ✓ Lentisque (*Pistacia lentiscus*).
- **Station A (Figure 2) :** Se situe sur la rive droite de la ville de Fedjana, se trouve proche des terres agricoles, le lit d'oued est constitué de galets et des cailloux. L'eau de cette station est conçu pour l'irrigation, la baignade, et parfois utilisé comme eau de boisson.



**Figure 2 :** La station A de prélèvements d'eau d'oued Fedjana (photo originale).

- **Station B (Figure 3) :** se situe à 25 m près du barrage Boukourdene, l'eau dans cette station est caractérisée par un débit faible par apport à la station A et recevant des effluents des rejets domestiques.



**Figure 3 :** La Station B de prélèvements d'eau d'oued Fedjana (photo originale).

## **II.2. Matériel**

L'eau brute de deux stations de prélèvement d'oued Fedjana est le principal matériel utilisé en plus de l'appareillage, verreries, réactifs, solutions et les milieux de cultures (Annexe IV).

## **II.3. Méthodes**

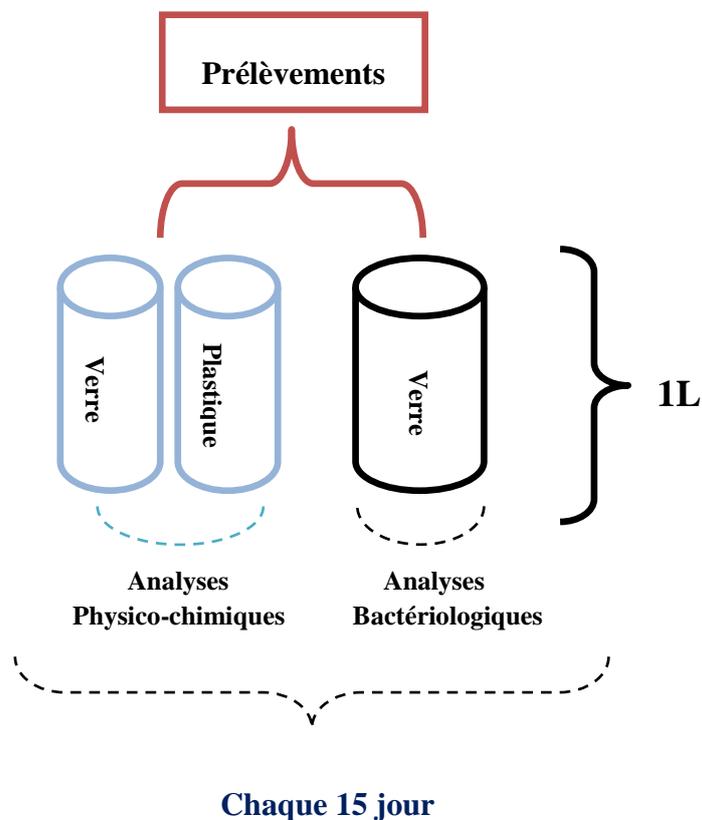
### **II.3.1. Analyses physico-chimiques**

#### **II.3.1.1. Mode de prélèvement**

L'eau a été prélevée chaque 15 jours, à partir des deux stations d'études dans :

- Des flacons en plastiques et en verres, à raison d'un volume de 1 litre par flacon destinés aux analyses physico-chimiques.

- Des flacons en verre stérilisés, à raison d'un volume de 1 litre destinés aux analyses microbiologique (Figure 4).
- Les échantillons d'eau ont été ensuite conservés à l'abri de la lumière à 4 °C, dans une glacière pendant le transport vers le laboratoire, pour les analysés dans les 24 heures qui suivent.



**Figure 4:** Protocole expérimental du mode de prélèvement.

**II.3.1.2. Paramètres physiques****II.3.1.2.1. Mesure de la température**

La détermination de la température de l'échantillon d'eau est effectuée par mesure *in situ* à l'aide d'un thermomètre à mercure.

**Mode opératoire :**

On immerge un thermomètre à mercure directement dans l'eau à analyser, puis on attend 10 minutes pour faire la lecture.

**Expression des résultats :**

Les résultats sont exprimés en degré Celsius (°C).

**II.3.1.2.2. Mesure du pH**

La détermination du potentiel chimique d'hydrogène de l'échantillon d'eau a été effectuée grâce à une sonde de pH combinée à un multiparamètre, le protocole de la mesure utilisé est celui adopté par le laboratoire régional de l'environnement.

**Mode opératoire :**

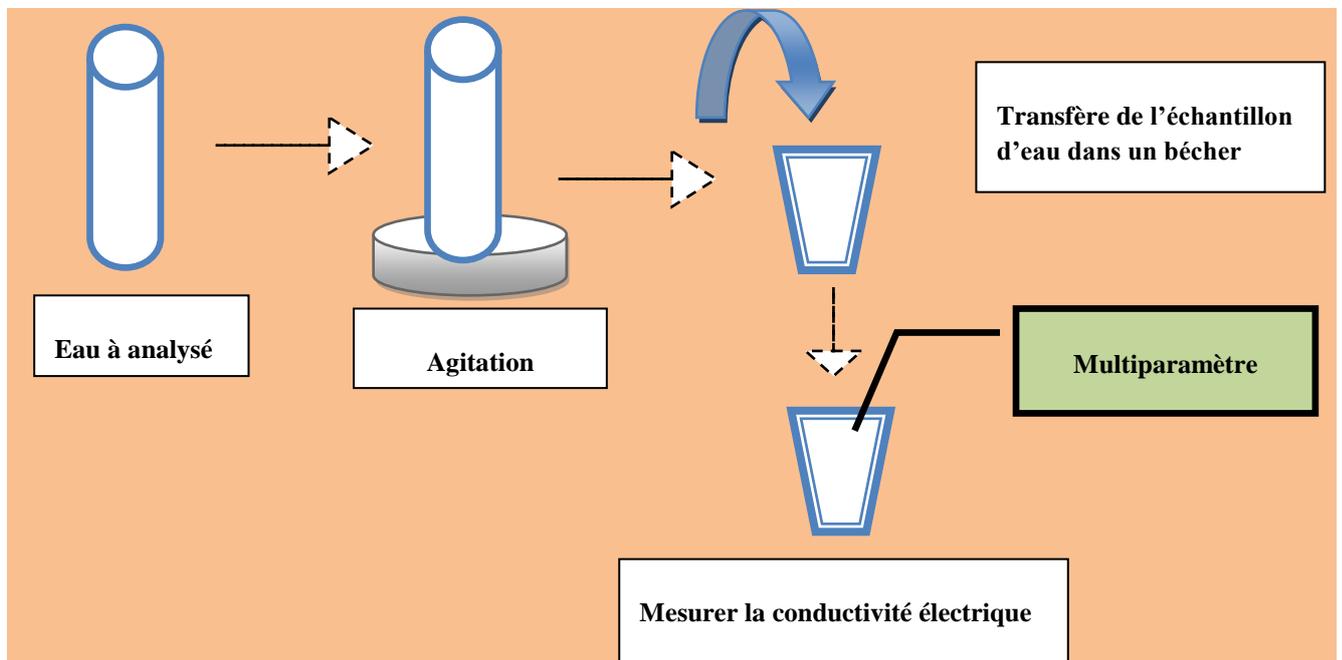
- Prendre l'échantillon d'eau (1 litre) conservée dans de bonnes conditions (température ambiante (25 °C), hygiène).
- Agiter l'échantillon d'eau à examiner plusieurs fois.
- Remplir un bécher avec une quantité suffisante d'eau à examiner.
- Immerger la sonde de pH dans le bécher, puis appuyer sur la touche **READ**.
- La valeur affichée sur l'écran de l'appareil nous permettra de lire directement le pH.
- Après la mesure, rincer la sonde avec de l'eau distillée et la placer dans la solution de conservation (KCl).

### II.3.1.2.3. Mesure de la conductivité électrique (CE)

La détermination de la conductivité électrique de l'échantillon d'eau a été effectuée grâce à une sonde de conductivité électrique combinée à un multiparamètre, le protocole de la mesure utilisé est celui adopté par le laboratoire régional de l'environnement.

#### Mode opératoire :

- La mesure de la conductivité électrique nécessitant la suivie des mêmes étapes précédentes d'analyse du pH, le même appareil est utilisé, mais on change la sonde avec une autre spécifique à la mesure de la conductivité électrique (Figure 5).



**Figure 5:** Protocole expérimentale de la mesure de la conductivité électrique.

#### Expression des résultats :

Les résultats obtenus sont donnés par unité de micro simens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

### II.3.1.2.4. Mesure de la salinité (S)

La détermination de la salinité de l'échantillon d'eau a été effectuée à l'aide d'une sonde de salinité combinée à un multiparamètre, le protocole de la mesure utilisé est celui adopté par le laboratoire régional de l'environnement.

**Mode opératoire :**

- La mesure de la salinité nécessitant la suivie des mêmes étapes précédentes d'analyse du pH, le même appareil est utilisé, mais on change la sonde avec une autre spécifique à la mesure de la salinité.

**Expression des résultats :**

Les résultats obtenus sont exprimés en ‰.

**II.3.1.2.5. Mesure de l'oxygène dissous**

La détermination de l'oxygène dissous de l'échantillon d'eau a été effectuée à l'aide d'une sonde d'oxygène dissous combinée à un multiparamètre, le protocole de la mesure utilisé est celui adopté par le laboratoire régional de l'environnement.

**Mode opératoire**

- La mesure de l'oxygène dissous nécessitant le suivie des mêmes étapes précédentes de l'analyse du pH, le même appareil est utilisé, mais on change la sonde avec une autre spécifique à la mesure de l'oxygène dissous.

**Expression des résultats :**

Les résultats obtenus sont exprimés en unité de milligramme d'oxygène par litre (mg d'O<sub>2</sub>/l).

**II.3.1.2.6. Dosage des matières en suspension (MES)**

Le dosage des matières en suspension est effectué par méthode de filtration, suivant un protocole adopté par le laboratoire régional de l'environnement, selon la norme **(ISO : 11923 / 1997)**.

**Principe :**

A l'aide d'un appareil de filtration sous vide (ou sous pression), l'échantillon d'eau est filtré sur un filtre en fibre de verre, ce dernier est ensuite séché à 105 °C ± 2 °C et la masse de

résidu retenu sur le filtre est déterminée par la pesée. Le protocole utilisé est celui adopté par le laboratoire régional de l'environnement.

**Mode opératoire :**

- Laissez l'échantillon d'eau jusqu'à ce qu'il atteigne la température ambiante (25 °C).
- Peser le filtre.
- A l'aide d'une pince, Placer la partie lisse du bas du filtre dans l'entonnoir de l'appareil de filtration et connecter le dispositif d'aspiration sous vide (ou sous pression).
- Agiter vigoureusement le flacon et transférer immédiatement et d'un seul trait un volume convenable (100 ml) dans une éprouvette graduée.
- Filtrer l'échantillon, puis rincer l'éprouvette graduée avec environ 20 ml d'eau distillée et utiliser cette portion pour laver le filtre. Rincer les parois internes de l'entonnoir avec une autre portion d'environ 20 ml d'eau distillée.
- Libérer le dispositif sous vide (ou sous pression) lorsque le filtre est pratiquement sec.
- Retirer le filtre délicatement de l'entonnoir à l'aide d'une pince.
- Placer le filtre sur le support de séchage.
- Mettre le support de séchage dans l'étuve à  $105\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  pendant 2 heures.
- Retirer le support de séchage de l'étuve et mettre le dans le dessiccateur pour refroidir.
- Peser le filtre.

**Expression des résultats :**

Le dosage des matières en suspension est exprimé en milligramme par litre (mg/l) et donné par l'équation suivante :

$$[Mes] = \frac{(P_1 - P_0) \times 1000}{V_e}$$

Où :  $P_0 = b_0 - a_0$  /  $P_1 = b_1 - a_1$

**b<sub>0</sub>** = masse du filtre après filtration en milligramme du blanc.

**a<sub>0</sub>** = masse du filtre avant filtration en milligramme du blanc.

**b<sub>1</sub>** = masse du filtre après filtration en milligramme de l'échantillon.

**a<sub>1</sub>** = masse du filtre avant filtration en milligramme de l'échantillon.

**V<sub>e</sub>** = volume d'échantillon en millilitre.

### II.3.1.3. Paramètres de minéralisation globale

#### II.3.1.3.1. Dosage de chlorure

Le dosage de chlorure est effectué par la méthode de MOHR, suivant un protocole adopté par le laboratoire régional de l'environnement, selon la norme (ISO : 9297 / 1989).

#### Principe :

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).

#### Mode opératoire :

- Mesurer 100 ml d'échantillon d'eau à analyser dans un bécher avec un barreau magnétique sur un agitateur magnétique.
- Ajouter trois gouttes d'indicateur de Dichromate de Potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) et mélanger. L'échantillon tournera au jaune citron.
- Mettre la solution de nitrate d'argent ( $AgNO_3$ ) dans la burette.
- Titrer lentement avec le nitrate d'argent tout en mélangeant continuellement. La titration est terminée lorsqu'on observe une coloration rouille à peine brunâtre.
- Noter la valeur du volume de nitrate d'argent.

**Expression des résultats :**

La concentration des ions chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) exprimée en milligramme par litre dans l'échantillon d'eau est calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$[\text{Cl}^-] = \frac{(\text{Vte} - \text{Vtb}) \times 0,01 \times 35,5 \times 1000}{\text{Ve}}$$

Où :

$[\text{Cl}^-]$  : La concentration en milligramme par litre de chlorure.

$\text{Vte}$  : Volume en ml d'Ag NO<sub>3</sub> pur de l'échantillon.

$\text{Vtb}$  : Volume en ml d'AgNO<sub>3</sub> pur de la solution à blanc.

$\text{Ve}$  : Volume en ml de l'échantillon analysé.

**II.3.1.3.2. Dosage du Sulfate**

Le dosage du sulfate est effectué par la méthode gravimétrique, suivant un protocole adopté par le laboratoire régional de l'environnement, selon (**Rodier et al., 1960**).

**Principe :**

Les ions de Sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) sont précipités à l'état de Sulfate de Baryum (**BaSO<sub>4</sub>**), puis déterminer gravimétriquement.

**Mode opératoire :**

- Introduire 100 ml d'eau à analyser dans un bécher.
- Ajouter 5 ml d'acide chlorhydrique (**HCl**).
- Porter l'ébullition sur un agitateur magnétique chauffant.
- Ajouter goutte à goutte 20 ml de solution de chlorure de baryum (**BaCl<sub>2</sub>**). Un précipité blanc de (**BaSO<sub>4</sub>**) se formera.
- Prolonger l'ébullition pendant 10 min sans interrompre l'agitation.
- Décanter le liquide surnageant, en le laissant s'écouler le long d'un agitateur au-dessus du filtre placé sur un entonnoir.

- Laver le précipité resté dans le bécher avec de l'eau bouillante, agiter et laisser déposer 5 min, puis décanté à nouveau avec le filtre.
- Laver à la fin avec l'alcool puis l'éther, puis porter le filtre et l'entonnoir à l'étuve à 110 °C jusqu'à dessiccation complète.
- Renverser délicatement le filtre au-dessus d'une capsule de platine.
- Tapoter légèrement le filtre pour faire tomber les particules adhérentes au filtre.
- Ajouter 2 à 3 gouttes d'acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ ).
- Evaporer doucement dans un bain marie.
- Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser.

**Expression des résultats :**

Les résultats sont exprimés, en milligramme par litre.

**II.3.1.4. Paramètres de pollution****II.3.1.4.1. Dosage des nitrates**

Le dosage des nitrates est effectué par la méthode spectrométrique au Diméthyl-2,6 phénol ( $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}$ ), suivant le protocole adopté par le laboratoire régional de l'environnement, selon la norme (**ISO : 7890/1-1986**).

**Principe :**

La réaction des nitrates avec le Diméthyl-2,6 phénol ( $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}$ ) en présence des acides sulfurique et ortho phosphorique, conduit à la formation du Nitro-4 Diméthyl-2,6 phénol.

**Mode opératoire**

- Introduire à l'aide d'une pipette 25 ml de l'échantillon dans un bécher sec.
- Ajouter 0,05 ml de solution de Sulfate d'argent ( $\text{AgSO}_4$ ).
- Mélanger le contenu de bécher puis filtrer à travers un papier filtre.
- Recueillir le filtrat dans un bécher sec.
- Mettre 35 ml de mélange d'acide dans un erlen mayer de 150 ml.
- Ajouter 5 ml de filtrat de l'échantillon traité et 5 ml solution de Diméthyl-2,6 phénol ( $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}$ ).

- Mélanger soigneusement le contenu de l'eren par agitation circulaire et laisser reposer pendant 10 à 60 min.
- Mesurer l'absorption de l'échantillon à une longueur d'onde de 324 nm dans une cuve de 10 mm d'épaisseur.

**Expression des résultats :**

Les résultats sont donnés directement en milligramme par litre (mg/l).

**II.3.1.4.2. Dosage des huiles et graisse par l'hexane.**

Le dosage des huiles et graisse par l'hexane est effectué suivant un protocole adopté par le laboratoire régional de l'environnement, selon la norme Japonaise (**JIS K 0102.24.2**).

**Principe :**

Par la méthode d'extraction liquide-liquide, les huiles et graisses sont extraites de l'échantillon d'eau et sont acidifiées à pH environ 4 par l'acide chlorhydrique (**HCl**), puis les dosées après évaporation du solvant organique.

**Mode opératoire**

- Mesurer 1 litre d'échantillon et la mettre dans une ampoule à décantation de 1000 ml.
- Acidifier avec HCl (pH < 4) pour éliminer les émulsions.
- **1<sup>er</sup> extraction :**
  - ✓ Ajouter 20 à 50 ml d'Hexane [ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$ ].
  - ✓ Agiter l'ampoule à décantation pendant 5 minutes.
  - ✓ Remettre l'ampoule à décantation sur le support et attendre la séparation des deux phases.
  - ✓ Remettre la partie « eau » dans le flacon d'échantillonnage et transférer la partie « solvant » dans l'ampoule à décantation de 250 ml.
  - ✓ Mettre l'ampoule à décantation de 1000 ml au-dessus de celle de 250 ml et bien rincer ses parois avec de l'eau distillée.

- **2<sup>ème</sup> extraction :**

- ✓ Le solvant obtenu lors de la première extraction va subir une 2<sup>ème</sup> extraction nécessitant le suivie des mêmes étapes que celles de la première.
  - ✓ On fini cette extraction par rajout du Sulfate de Sodium (**NaSO<sub>4</sub>**) sur les parois internes de l'ampoule et faire tourner lentement l'hexane dessus pour enlever d'éventuelles traces d'eau.
- Filtrer l'hexane à travers un papier filtre plié en forme de cône mit dans un entonnoir au-dessus d'une capsule en verre préalablement pesée.
- Disposer les capsules sur un bain marie à 80 °C jusqu'à évaporation totale de l'hexane.
- Mettre les capsules à l'étuve à 75 °C pendant environ 30 minutes.
- Peser les capsules.

**Expression des résultats :**

La concentration en masse  $\rho(\mathbf{H\ et\ G})$  huiles et graisses est exprimée en milligramme par litre (mg/l) dans l'échantillon d'eau selon l'équation suivante :

$$\rho(\mathbf{HetG}) = \frac{(\mathbf{P_e - P_0}) \times 1000}{\mathbf{V_e}}$$

Où :  $\mathbf{P_e = P_{pe} - P_{ve}}$

**P<sub>pe</sub>** : le poids de la capsule pleine de l'échantillon en mg.

**P<sub>ve</sub>** : le poids de la capsule vide de l'échantillon en mg.

$$\mathbf{P_0 = P_{p0} - P_{v0}}$$

**P<sub>p0</sub>** : le poids de la capsule pleine du blanc en mg.

**P<sub>v0</sub>** : le poids de la capsule vide du blanc en mg.

**V<sub>e</sub>** : Le volume de l'échantillon en ml.

### II.3.1.4.3. Dosage de la demande chimique en oxygène (DCO)

Le dosage de la demande chimique en oxygène (DCO) est effectué suivant un protocole adopté par le laboratoire régional de l'environnement, selon la norme Algérienne (**NA : 1134**) et les normes internationales (**ISO : 6060 /1989**).

#### Principe :

La demande chimique en oxygène (DCO) est la concentration en masse d'oxygène équivalente à la quantité de dichromate de potassium (**K<sub>2</sub> Cr<sub>2</sub> O<sub>7</sub>**) consommée par matière organique dissoute et en suspension lorsqu'on traite l'échantillon d'eau avec cet oxydant dans les conditions définies.

#### Mode opératoire :

- Laisser l'échantillon jusqu'à ce qu'il atteigne la température ambiante (25 °C).
- Prélever 10 ml d'échantillon d'eau à l'aide d'une pipette et les mettre dans le tube à réaction.
- Sous la hotte aspirante, ajouter 5 ml ± 0,01 ml de solution de Dichromate de Potassium (**K<sub>2</sub> Cr<sub>2</sub> O<sub>7</sub>**) dans le tube et agiter doucement.
- Ajouter doucement 15 ml de solution de Sulfate d'Argent (**Ag<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>**) dans le tube à réaction.
- Mettre les tubes à réaction dans le monobloc chauffant.
- Porter la température de la réaction à 148 °C ± 3 °C et chauffer pendant 120 minutes en appuyant sur le bouton **ENTER** sur le bloc de commande.
- Après l'arrêt automatique du chauffage de l'appareil, faire sortir les tubes du bloc et laisser refroidir jusqu'à 60 °C puis rincer les tubes à réaction avec un petit volume d'eau.
- Placer les tubes à réaction dans le système de refroidissement avec agitation jusqu'à refroidissement complet.
- Ajuster les volumes des tubes à réaction à 100 ml avec de l'eau distillée.
- Mettre un barreau magnétique et ajouter quelques gouttes de l'indicateur Ferroïne [**C<sub>36</sub>H<sub>24</sub>FeN<sub>6</sub>O<sub>4</sub>S**].

- Titrer l'excès de Dichromate de Potassium avec le Sulfate de Fer (II) Ammonium  $[(\text{NH}_4)_2 \text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ . Le virage se fait du bleu-vert au rouge-marron.
- Noter le volume titrant du sulfate d'ammonium ferreux (II) en ml.

**Expression des résultats :**

La demande chimique en oxygène, exprimée en milligramme d'oxygène par litre (mg /l) est donnée par l'équation suivante :

$$[\text{DCO}] \text{mg/l} = \frac{(\text{V}_0 - \text{V}_1) \times \text{C} \times 8000}{\text{V}_e}$$

**Où :**

**[DCO]** : Concentration de la demande chimique en oxygène en mg/l.

**C** : Concentration du sulfate d'ammonium ferreux (II) en mol/l.

**V<sub>e</sub>** : Volume d'échantillon utilisé pour le dosage sans dilution en ml.

**V<sub>0</sub>** : Volume consommé du sulfate d'ammonium ferreux (II) de l'échantillon témoin en ml.

**V<sub>1</sub>** : Volume consommé du sulfate d'ammonium ferreux (II) de l'échantillon d'eau en ml.

**8000** : Masse molaire de ½ d'oxygène en mg/l.

**II.3.1.4.4. Dosage de la demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)**

Le dosage de la demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) est effectué suivant un protocole adopté par le laboratoire régional de l'environnement, selon la norme **(ISO : 5815 / 1989(F))**.

**Principe :**

La demande biochimique en oxygène est la concentration de l'oxygène dissout consommée dans des conditions définies par l'oxydation biologique des matières organiques et/ou inorganiques contenues dans l'eau.

**Mode opératoire :**

- Préparation de l'eau de dilution :
  - On ajoute respectivement pour chaque litre d'eau de dilution :
    - 1 ml de la solution tampon de Phosphate.
    - 1 ml de la solution de chlorure de fer hexa hydraté ( $\text{Fe Cl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ).
    - 1 ml de la solution de magnésium sulfate héptahydrate ( $\text{Mg SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ).
  - Saturer cette dernière avec l'oxygène par barbotage à l'aide du compresseur à air et ce pendant 10 min.
- Laissez l'échantillon jusqu'à ce qu'il atteigne la température ambiante (25 °C).
- Ajuster son pH entre 6 et 8.
- Prélever 10 ml de l'échantillon à l'aide d'une pipette jaugée et les mettre dans une fiole de 100 ml puis ajuster (dilution de 1/10).
- Prélever respectivement 7 ml, 15 ml et 30 ml de l'échantillon dilué et les mettre dans les fioles spéciales  $\text{DBO}_5$ .
- Préparer parallèlement deux fioles de  $\text{DBO}$  pour les blancs.
- Transvaser 350 ml de l'eau de dilution dans une éprouvette d'un litre, agiter 20 secondes puis remplir respectivement les fioles des blancs ainsi que les autres fioles contenant les différents dilutions de l'échantillon (7, 15 et 30 ml).
- Doser l'oxygène dissout dans les fioles sous agitation. La valeur indiquée par l'oxymètre est la  $\text{DBO}_{1.2}$
- Mettre les fioles dans l'incubateur à 20 °C pendant 5 jours, puis mesurer la  $\text{DBO}_5$  une 2<sup>ème</sup> fois, cette valeur est la  $\text{DBO}_2$ .

**Expression des résultats :**

La demande biochimique en oxygène, exprimée en milligramme d'oxygène par litre (mg d' $\text{O}_2$ /l) est donnée par l'équation suivante :

$$\text{DBO}_5 = [(\text{DBO}_1 - \text{DBO}_2) \times F \times V_t \times V_e]$$

**Où :**

**DBO<sub>1</sub>** : Concentration initiale de l'oxygène dissous (mg/l).

**DBO<sub>2</sub>** : Concentration de l'oxygène dissous après 5 jours (mg/l).

**V<sub>t</sub>** : Volume totale de l'échantillon (ml).

**V<sub>e</sub>** : Volume prélevé de l'échantillon (ml).

**F** : Facteur de dilution.

#### **II.3.1.4.5. Dosage du phosphore (P)**

Le dosage du phosphore est effectué par la méthode spectrométrique au molybdate d'ammonium, suivant un protocole adopté par le laboratoire régional de l'environnement, selon la norme Algérienne (**NA: 2364**) et les Normes internationales (**ISO 6878 : 2004**).

**Principe :**

En milieu acide, le molybdate d'ammonium et le tartrate d'antimoine et de potassium réagissent avec l'ortho phosphate pour former l'acide Phosphomolybdique. Ce dernier est ensuite réduit par l'acide ascorbique pour former un complexe bleu intense, de type colloïdal. L'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration d'ortho phosphates est mesurée par spectrophotométrie à 880 nm.

**Mode opératoire :**

- Prélever à l'aide d'une pipette 40 ml de l'échantillon d'eau non filtrée et la mettre dans une fiole borosilicate.
- Ajouter 4 ml de peroxydisulfate de potassium (**K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>**).
- Mettre les fioles borosilicate dans l'autoclave et chauffer entre 115 °C et 120 °C pendant 30 min.
- Refroidir et transférer dans une fiole de 50 ml.
- Neutraliser avec du NaOH (2 mol/l) à pH neutre.

- Ajouter 1 ml d'acide ascorbique ( $C_6H_8O_6$ ), puis 2 ml de la solution de molybdate d'acide  $[(NH_4)_6 MO_7 O_{24}, 4H_2O]$ .
- Ajuster le volume de la fiole avec l'eau distillée jusqu'à le trait de jauge, puis mélanger.
- Laisser reposer 30 min.
- Faire passer au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 880 nm.

### Expression des résultats :

La concentration en masse du phosphore est exprimée en milligramme par litre (mg/l), dans l'échantillon d'eau à l'aide de l'équation suivante :

$$[P] = \frac{(A - A_0) \times F \times V_{max}}{V_s}$$

Où :

**[P]** : Concentration du phosphore (mg/l).

**A** : L'absorbance de la prise d'essai.

**A<sub>0</sub>** : L'absorbance de l'essai à blanc.

**F** : L'inverse de la pente de courbe d'étalonnage.

**V<sub>max</sub>** : Volume maximal de la prise d'essai (40 ml).

**V<sub>s</sub>** : Volume en millilitre de la prise d'essai.

### II.3.1.5. Paramètres chimique indésirable

#### II.3.1.5.1. Dosage du Fer

Le dosage du Fer est effectué par la méthode de spectrométrie d'absorption atomique avec flamme, suivant un protocole adopté par le laboratoire régional de l'environnement, selon les normes internationales (**FD T90 - 112**).

**Principe :**

Lorsque un échantillon acidifié est aspiré dans une flamme air / acétylène d'un spectromètre d'absorption atomique, un faisceau lumineux d'une longueur d'onde donnée, traverse la solution, une fraction de la lumière incidente est absorbée en fonction de la concentration du composé à déterminer.

**Mode opératoire :**

- Prendre 100 ml d'échantillon d'eau à analyser et agiter.
- Ajouter 5 ml d'acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ ) et 2 ml de peroxyde d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ).
- Evaporer jusqu'à 15 ml sur une plaque chauffante.
- Après refroidissement, la solution filtrer et transférer dans une fiole de 100 ml, puis le volume est ajusté avec l'eau distillée.
- Mettre l'échantillon dans la machine.
- Optimiser les conditions de flamme.
- Régler le zéro de l'appareil en pulvérisant dans la flamme la solution de réglage de l'appareil.
- Pulvériser successivement dans la flamme les solutions d'étalonnage par ordre croissant de concentration dans le but d'établir la courbe d'étalonnage, puis noté l'absorbance.
- Vérifier le réglage du zéro de l'appareil avec la solution du point zéro après la mesure de chaque solution d'étalonnage.
- Après chaque série de mesures (après 10 à 20 mesures), utiliser la solution d'essai à blanc et une solution d'étalonnage à mi-gramme pour vérifier si la courbe d'étalonnage est toujours valable.

**Expression des résultats :**

On calcule la concentration en masse du Fer  $\rho$  (**Fe**) en milligramme par litre (mg/l), dans l'échantillon d'eau à l'aide de l'équation suivante:

$$\rho(\text{Fe}) = \frac{(A_1 - A_0) \times V_1}{B \times V_2}$$

**Où :**

**A<sub>0</sub>** : L'absorbance de la solution d'essai à blanc.

**A<sub>1</sub>** : L'absorbance de la solution de mesure.

**B** : La pente de la courbe d'étalonnage, en litres par milligramme.

**V<sub>1</sub>** : Le volume en millilitres, de la solution de mesure.

**V<sub>2</sub>** : Le volume en millilitres, de l'échantillon d'eau utilisée pour la préparation de la solution de mesure.

#### **II.3.1.5.2. Dosage du Manganèse (Mn)**

Le dosage du Manganèse (Mn) est effectué par la méthode de spectrométrie d'absorption atomique avec flamme, suivant un protocole adopté par le laboratoire régional de l'environnement, selon la norme **(ISO : 8288-1986)**.

**Principe :**

Lorsque un échantillon acidifié est aspiré dans une flamme air / acétylène d'un spectromètre d'absorption atomique, un faisceau lumineux d'une longueur d'onde donnée, traverse la solution, une fraction de la lumière incidente est absorbée en fonction de la concentration du composé à déterminer.

**Mode opératoire :**

- La mesure du Manganèse nécessitant la suivie des mêmes étapes précédente (mode opératoire du Fer), car on est utilisé le même appareil de mesure.

**Expression des résultats :**

La concentration en masse  $\rho(\text{Mn})$  du manganèse est exprimée en milligramme par litre (mg/l) et calculée à l'aide de la même équation précédente utilisé pour calculer le Fer.

### **II.3.2. Analyses bactériologiques**

L'objectif de l'analyse bactériologique d'une eau n'est pas d'effectuer un inventaire de toutes les espèces présentes (**Rodier et al., 2009**). L'étude de la variation de la population bactérienne globale, le dénombrement et la recherche des bactéries d'origine fécale et la recherche des bactéries pathogènes sont les grandes lignes des analyses bactériologiques des eaux. (**Guiraud, 1998**).

Pour la recherche des bactéries indicateurs de pollution fécale, nous avons procédé à un dénombrement directe des colonies après concentration par filtration sur membranes (0,22-0,45µm), puis à appliquer ces membranes sur les géloses sélectives, coulées en boites de Pétri de 55 mm de diamètre, cette technique à comme objectif de minimiser le risque de contamination. Pour la recherche des bactéries pathogènes, nous avons procédé à utiliser des milieux d'enrichissements sélectifs, dans le but d'inhiber le développement des autres bactéries, de sélection puis de confirmation.

#### **❖ Préparation des Dilutions décimales :**

Pour ces analyses nous avons effectué une dilution de 1/10 à partir de la suspension mère et à l'aide d'eau distillée stérile dans le but de minimiser la charge bactérienne.

#### **II.3.2.1. Recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale.**

##### **II.3.2.1.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux (CT) et coliformes fécaux (CF) ou thermotolérants.**

- La recherche et le dénombrement des coliformes totaux et fécaux a été effectuée par la technique de concentration par filtration sur membrane en milieu solide, selon la norme (Norme Française en ISO : 9308-1)

#### **Mode opératoire :**

- Stériliser l'entonnoir de la rampe de filtration ainsi que la membrane poreuse à l'aide d'un bec Bunsen.

- Refroidir l'entonnoir soit avec une quantité d'eau à analysée, soit avec une quantité d'eau distillée stérile.
- Prélever à l'aide d'une pince stérile, une membrane (0.45 µm de diamètre) de son emballage et la déposer sur la membrane poreuse de la rampe de filtration.
- Agiter soigneusement le flacon d'eau à analyser.
- Verser stérilement la quantité désirée (100 ml) de l'eau à analyser.
- Ouvrir le robinet de la rampe pour laisser l'eau s'écouler et actionner la pompe à vide en parallèle.
- Lorsque la quantité d'eau à analyser est filtrée, transférer la membrane aseptiquement à l'aide d'une pince stérile sur le milieu sélectif (gélose tergitole chlorure 2-3-5 triphényl-tétrazolium) en faisant attention de ne pas piéger les bulles d'air.
- Incuber à :
  - 37 °C pendant  $21 \pm 3$  heures dans des boîtes de Pétrie pour suivre la recherche des coliformes totaux (CT).
  - 44 °C pendant  $44 \pm 4$  heures dans des boîtes de Pétrie pour suivre la recherche des coliformes fécaux (CF).

**Lecture :**

Après la période d'incubation, dénombrer les colonies caractéristiques des coliformes qui apparaissent sous forme de petites colonies jaunes ou jaunes orangées, lisses et légèrement bombées.

**Expression des résultats :**

Les résultats sont exprimés en nombre de germes par 100 ml.

**II.3.2.1.2. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (SF).**

- La recherche et le dénombrement des Streptocoques a été effectuée par la méthode de concentration par filtration sur membrane en milieu solide, suivant les normes : **(ISO : 7899-2)** et **(NF T 90-416)**.

**Mode opératoire :**

- Stériliser la rampe de filtration à l'aide d'un bec Bunsen.
- Refroidir avec l'eau à analyser.
- Prendre le filtre stérile à l'aide d'une pince stérile.
- Verser dans l'entonnoir la quantité désirée de l'échantillon à analyser (100 ml).
- Attendre jusqu'à ce que la totalité de l'eau à analyser soit filtrée, puis retirer la membrane aseptiquement.
- Placer la membrane dans la boîte de Pétri contenant une plaque de gélose Slanetz et Bartley (**Slanetz et al., 1955**).
- Incuber la boîte de Pétri dans l'étuve à  $36 \pm 2$  °C pendant  $44 \pm 4$  heures.

**Lecture :**

Après la période d'incubation, on compte les colonies caractéristiques de Streptocoques fécaux (SF) qui apparaissent sous forme de petites colonies opaques de 1 à 2 mm de diamètre et de coloration rouge brique ou rose.

**✚ Etape de confirmation :**

- Transférer aseptiquement la membrane sur une plaque de gélose BEA (Bile Esculine Azide) (**Isenberg et al., 1970**).
- Incuber la boîte de BEA à  $44 \pm 0.5$  °C pendant 2 heures.

**Lecture :**

Après la période d'incubation, dénombrer les colonies de Streptocoques qui apparaissent sous forme de petites colonies noires, légèrement bombées et lisses.

**Expression des résultats :**

Les résultats du dénombrement de Streptocoques fécaux sont exprimés en nombre de germes par 100 ml.

**II.3.2.1.3. Recherche et dénombrement des spores de Bactéries Anaérobies Sulfito-Réductrices (ASR).**

- La recherche et le dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices a été effectué par la méthode d'incorporation en gélose en tubes profonds, suivant la norme (NF T90-415).

**Mode opératoire :**

- A l'aide d'une pipette graduée transférer 25 ml d'eau à analyser dans 4 tubes stériles, à raison de 5 ml par tube, qui sont par la suite soumis à un chauffage au bain marie régler à une température de 80 °C pendant 10 min. Dans le but de détruire toutes les formes végétatives des bactéries anaérobies sulfito-réductrices.
- Après le chauffage, refroidir immédiatement (choc thermique) sous l'eau de robinet.
- Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose viande foie (VF) additionné de leurs additifs spécifiques ; 2 ml d'Alun de Fer + 5 ml de Sulfite de Sodium.
- Mélanger doucement l'inoculum, en évitant d'introduire de l'oxygène et la formation des bulles d'air.
- Laisser les tubes pour solidifier sur la paille pendant environ 30 min, puis les incuber à 36 °C ± 2 °C pendant 16 – 24 et 48 heures.

**Lecture :**

- La première lecture est faite après 16 heures d'incubation car très souvent les spores de Bactéries Sulfito-Réductrice sont envahissantes.
- La deuxième lecture est faite après 24 heures d'incubation et la troisième lecture est faite après 48 heures d'incubation.
- Après la lecture, dénombrer les colonies caractéristiques de couleurs noires de 5 mm de diamètre sur les 4 tubes.

**Expression des résultats :**

Les résultats obtenues sont exprimés en nombre de spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices dans 100 ml.

#### II.3.2.1.4. Recherche et dénombrement des staphylocoques.

- La recherche et le dénombrement des Staphylocoques ont été effectués par la technique de concentration par filtration sur membrane en milieu solide, suivant la norme (NF T 90- 421).

##### Mode opératoire :

Stériliser la rampe de filtration à l'aide d'un bec Bunsen, puis refroidir avec l'eau à analyser ; prendre la membrane stérile à l'aide d'une pince stérile et le placer au centre de la membrane poreuse de la rampe de filtration ; agiter soigneusement le flacon, puis verser (100 ml) d'eau à analyser ; attendre jusqu'à ce que l'eau à analyser soit filtré totalement ; transférer la membrane aseptiquement sur une plaque de gélose Chapman au mannitol (**Chapman, 1945**) ; incuber la boîte de Chapman à  $36\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  pendant  $44 \pm 4$  heures.

##### Lecture

Après la période d'incubation, compter les colonies caractéristiques *des Staphylococcus aureus* qui apparaissent sous forme de colonies convexes, lisses de 1 à 4 mm de diamètre à un pigment jaune doré ou citrin.

##### Expression des résultats :

Les résultats obtenus sont exprimés en nombre de germes par 100 ml.

#### II.3.2.2. Recherche et dénombrement des germes pathogènes

##### II.3.2.2.1. Recherche des *Salmonella*

- La recherche et le dénombrement des Salmonelles se fait par ensemencement sur milieu liquide à partir de l'échantillon mère de l'eau à analyser en trois étapes, suivant la norme (ISO : 6348).

**Première étape :** C'est le premier enrichissement qui se réalise le premier jour, il consiste à :

- ✓ Introduite dans un flacon contenant un milieu liquide sélectif (SFB D/C) (Le bouillon sélénite-cystine) (**Leifson, 1936**), un volume égale de l'échantillon mère d'eau à analyser, puis incubé à  $37\text{ °C}$  pendant 18 à 24 heures.

### Lecture :

Elle se fait par lecture macroscopique, le résultat est considéré positif s'il y a virage du milieu vers la couleur orange.

**Deuxième étape :** c'est le deuxième enrichissement et le premier isolement, il se fait le deuxième jour à partir des tubes positifs, elle consiste à :

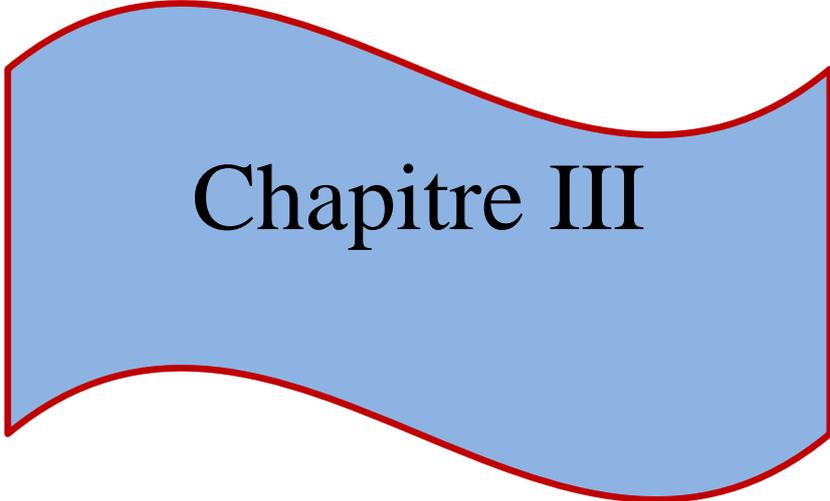
- Réaliser un deuxième enrichissement dans des tubes contenant le bouillon (SFB D/C) puis les mélanger
- Réaliser le premier isolement par ensemencement sur une plage de gélose Hektoen (**King et Metzger, 1967**), ensuite les incuber à 37 °C pendant 24 heures.

**Troisième étape :** C'est une étape qui se réalise le troisième jour et qui consiste en une lecture et identification biochimique.

- ✓ S'il y a présence de colonies verdâtres avec un pigment noire au centre ; passer à l'identification biochimique en utilisant la galerie Api 20E (Appareillage et procédé à l'identification comprend 20 test biochimique pour les Entérobactéries).

### Expression des résultats :

Les résultats sont exprimés en nombres de germes par 100 ml.



# Chapitre III

### III.1. Analyses physico-chimiques

Les résultats de 15 paramètres physico-chimiques réalisés sur les eaux d’oued Fedjana sont représentés dans le tableau X (Annexe I). Ces résultats sont comparés aux normes de (J.O.R.A.D.P) (2011) [Norme 1] et celle de l’OMS (2004) [Norme 2].

#### III.1.1. Analyses physiques

On a mesuré les paramètres suivants : (Température, Potentiel d’hydrogène, Conductivité électrique, Salinité, Oxygène dissout, Matière en suspension, Chlorure, Sulfate, Nitrate, Huile et Graisse, DCO, DBO<sub>5</sub>, Phosphore total, Fer et Manganèse).

##### III.1.1.1. Température

D’après les résultats illustrés dans la figure 6, la température présente une faible variété où la moyenne est comprise entre 9,66 °C dans la station A et entre 9,83 °C dans la station B, cette variation est influencée par le climat de la région et la période de prélèvement. Ces valeurs restent inférieures aux normes fixées par (J.O.R.A.D.P, 2011) à 25 °C et celle de (l’OMS, 2004) à 30 °C.

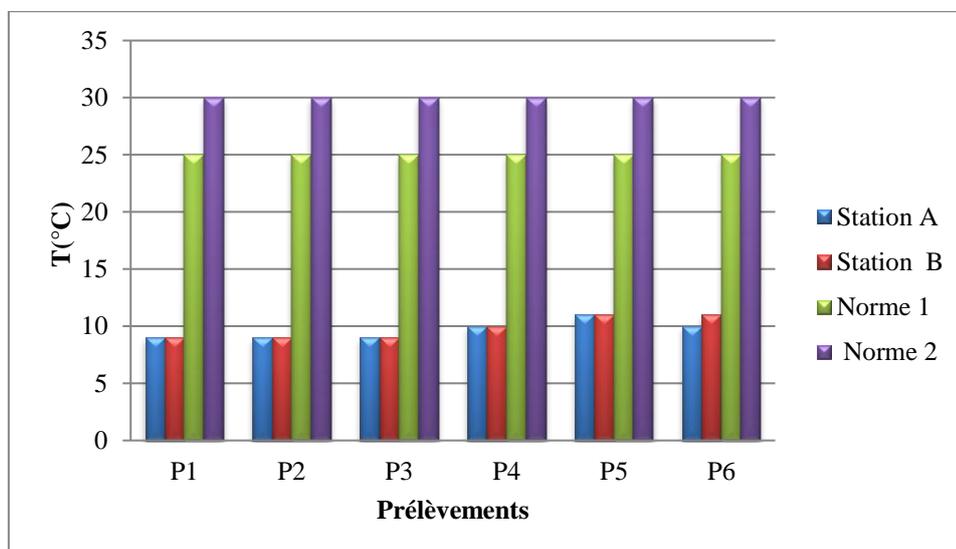


Figure 6 : Variations de la température.

La température de l’eau en rivière est un paramètre ayant une importance majeure pour la vie aquatique (Belanger et al., 2005). Elle agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l’eau, la dissociation des sels dissous, de même que sur les réactions chimiques et biochimiques, le développement et la croissance des organismes vivants dans l’eau et particulièrement les microorganismes (OMS, 1987). L’activité métabolique des organismes

aquatiques est également accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît (Viller et al., 2005).

### III.1.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

D'après les données enregistrées dans la figure 7, on constate que le pH témoigne une légère alcalinité dans les deux stations (A et B) d'oued Fedjana. En effet les valeurs ne montrent pas des variations importantes (entre 6,5 et 8,14), avec une moyenne de 7,55 dans la station A et de 7,55 dans la station B. Ces valeurs se situent entre 6 et 8,5 dans les eaux naturelles (Chapman et Kimstach, 1996). Elles ne dépassent pas les normes préconisées par le (J.O.R.A.D.P) (2011) et celle de l'OMS (2004).

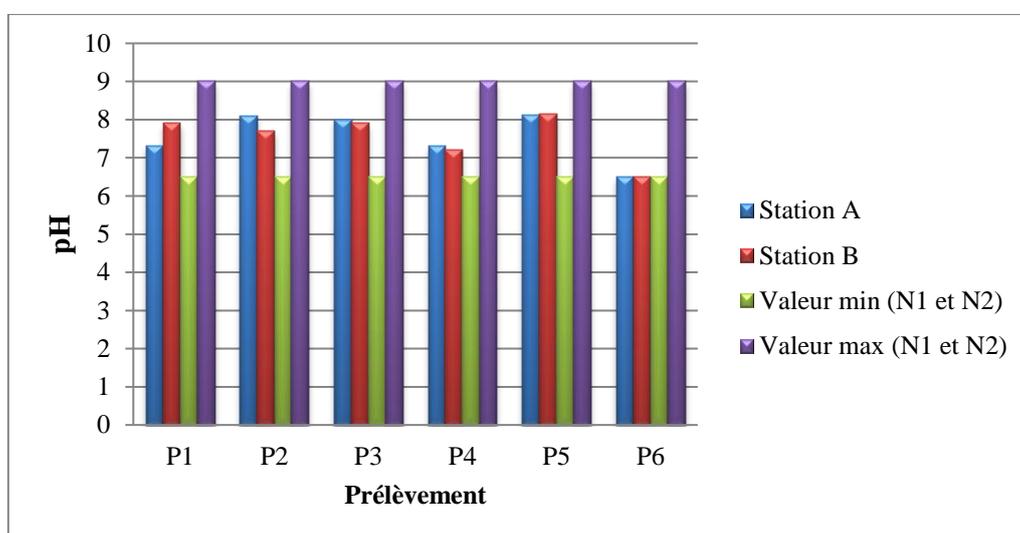


Figure 7 : Variations du pH.

Le potentiel d'hydrogène (pH) de l'eau mesure la concentration des ions ( $H^+$ ) contenus dans l'eau et traduit ainsi la balance entre les acides et les bases sur une échelle logarithmique de 0 à 14 (Chapman et Kimstach, 1996). Selon Dussart, (1966); Bermond et Vuichard, (1973) le pH dépend de l'origine des eaux, de la nature géologique du substrat et du bassin versant traversé. En général, lorsque le pH s'éloigne de la neutralité, la survie des bactéries semble affectée négativement. Les pH extrêmes sont nuisibles pour les microorganismes d'origine fécale, un effet négatif manifestant aussi avec des pH basiques (Givord et Dorioz, 2010).

III.1.1.3. Conductivité électrique (CE) :

La conductivité électrique est proportionnelle à la quantité de sels ionisables et varie avec la température (Zourez et Ferhani, 2003). Les valeurs de la conductivité électrique enregistrées dans la figure 8, oscillent entre 1206  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 664  $\mu\text{S}/\text{cm}$  avec une moyenne de 930,83  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dans la station A et entre 976  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 720  $\mu\text{S}/\text{cm}$  avec une moyenne de 781,83  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dans la station B. Notons que ces valeurs obtenues restent inférieures aux normes (J.O.R.A.D.P, 2011) (2800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) et celle de (l’OMS, 2004) (2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

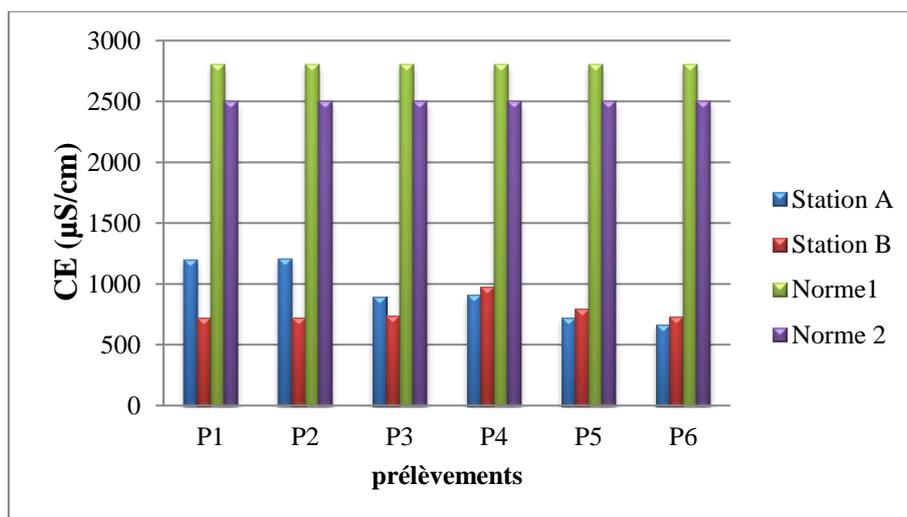


Figure 8: Variations de la conductivité électrique.

D’après la grille de classification de Rodier et al., (1984), les eaux d’oued Fedjana sont caractérisées par **une minéralisation importante à élever** selon la période de prélèvement (Tableau II).

Tableau II : Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique.

Conductivité électrique	Taux de minéralisation
$CE < 100 \mu\text{S}/\text{cm}$	minéralisation très faible
$100 < CE < 200 \mu\text{S}/\text{cm}$	minéralisation faible
$200 < CE < 333 \mu\text{S}/\text{cm}$	minéralisation moyenne
$333 < CE < 666 \mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation moyenne accentée
$666 < CE < 1000 \mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation importante
$CE > 1000 \mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation élevée

(Rodier et al., 1984).

III.1.1.4.Salinité

La mesure de la salinité illustrée dans la figure 9, présente peu de variation entre la station A et B, s’observant essentiellement durant les prélèvements 1, 2 et 3 qui correspond aux mois de janvier et février où la teneur de la salinité la plus élevée est enregistrée dans la station A (0,5 ‰). Ces valeurs s’étalent de 0,1 ‰ à 0,5 ‰ avec une moyenne de 0,316 ‰ dans la station A et de 0,1 ‰ à 0,3 ‰ avec une moyenne de 0,2 ‰ dans la station B. D’après le travail de **Bouchelghem et Hafi, (1990)** la salinité varie considérablement d’une saison à une autre et d’un lieu à un autre.

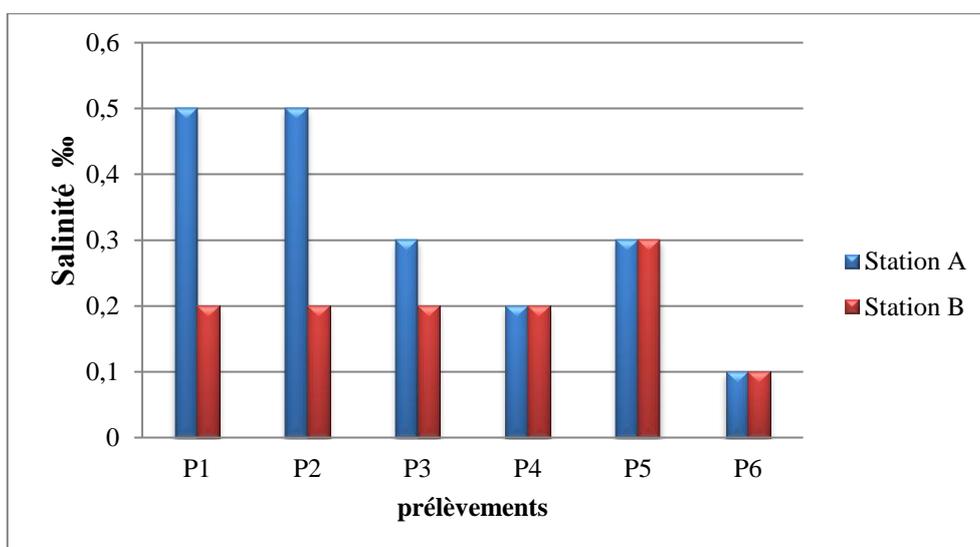


Figure 9 : Variations de la salinité.

La salinité est déterminée directement par la somme des concentrations mesurées en éléments dissous et indirectement à partir de la conductivité électrique (**Kloppmann et al., 2010**). Lorsque la salinité y varie dans de larges gammes, elle peut constituer un critère de répartition des espèces vivantes (**Aminot et Kerouel, 2004**).

III.1.1.5.Oxygène dissous

Selon les résultats représentés dans la figure 10, la concentration de l’oxygène dissous est comprise entre 2,8 mg d’O<sub>2</sub>/l et 10, 21 mg d’O<sub>2</sub>/l avec une moyenne de 6,535 mg d’O<sub>2</sub>/l dans la station A, alors que dans la station B les valeurs sont comprises entre 2,5 mg d’O<sub>2</sub>/l et 10,5 mg d’O<sub>2</sub>/l avec une moyenne de 6,503 mg d’O<sub>2</sub>/l. Les teneurs en oxygène dissout enregistrées sont caractérisées par des variations légères entre la station A et B. Ces valeurs restent inférieures aux normes recommandées par le (**J.O.R.A.D.P, 2011**) (30 mg d’O<sub>2</sub>/l) et (**l’OMS, 2004**) (>5 mg d’O<sub>2</sub>/l), sauf les (P3) et (P4) qui ne sont pas conformes aux normes.

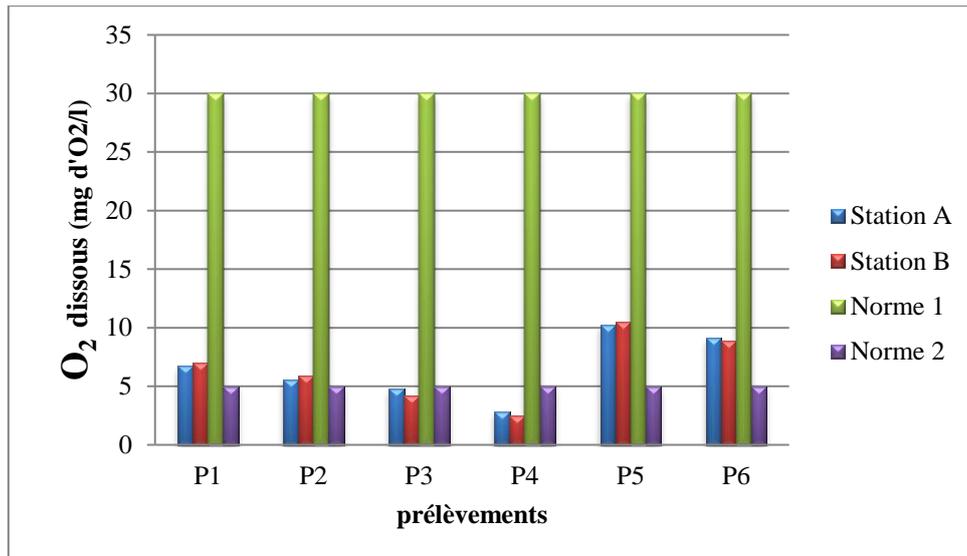


Figure 10 : Variations de l’oxygène dissous.

L’oxygène présent dans les eaux est le résultat des échanges entre l’atmosphère et la surface de l’eau ainsi que de l’activité photosynthétique du phytoplancton (Alzieu, 1989). Le cycle diurne de l’oxygène est fortement influencée par la disponibilité de la lumière car elle conditionne d’une part l’activité autotrophe, et d’autre part, les variations de la température de l’eau (Livingstone, 1991). D’après Zourez et Ferhani (2003), l’oxygène dissous donne une mesure indirecte du degré de pollution d’une eau.

### III.1.1.6.Matières en suspension (MES)

D’après les résultats mentionnés dans la figure 11, les teneurs des matières en suspension montrent une valeur minimale de 7 mg/l et maximale de 950 mg/l avec une moyenne de 196,5 mg/l notée dans la station A. Alors que dans la station B, la valeur minimale est de 7 mg/l et la valeur maximal est de 170 mg/l avec un moyenne est de 71,66 mg/l. Ces teneurs sont supérieures aux normes recommandées par le (J.O.R.A.D.P, 2011) à 25 mg O<sub>2</sub>/l et celle de (l’OMS, 2004) à 30 mg O<sub>2</sub>/l.

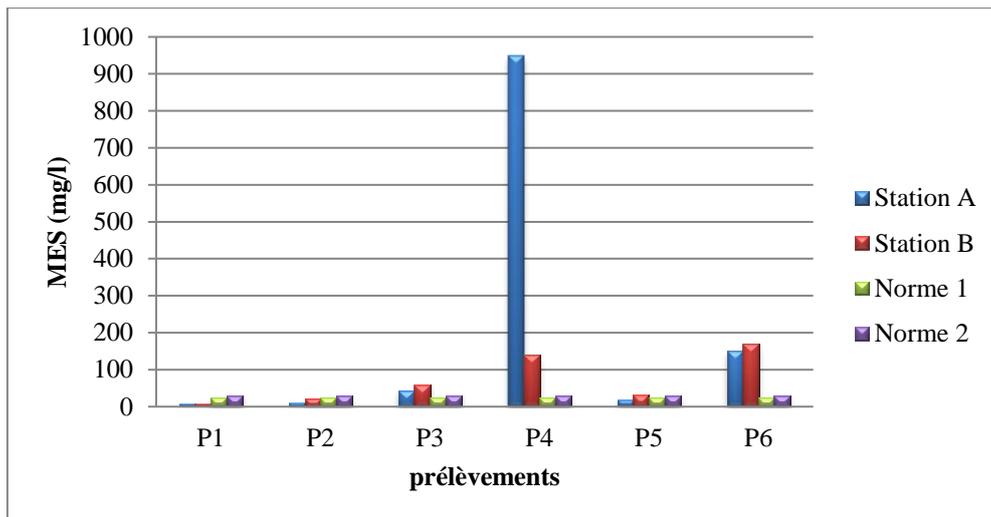


Figure 11 : Variations des matières en suspension.

Les matières en suspension, représentent l’ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux. Elles sont en fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, de régime d’écoulement des eaux et de la nature des rejets (Rodier, 1996). Une forte charge exceptionnelle (950 mg/l) est enregistrée dans la station A, qui peut être le résultat d’une diversement ponctuelle. Les teneurs élevées en matières en suspension peuvent être considérées comme une forme de pollution (Heberts et Legare, 2000). Ces dernières peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (les métaux, pesticides...etc.) (De Viller et al., 2005).

### III.1.2. Paramètre de minéralisation globale

#### III.1.2.1. Chlorure

Les valeurs de chlorure représentées dans la figure 12 sont comprises entre 32 mg/l et 150 mg/l, avec une moyenne de 106,16 mg/l pour la station A. Un minimum de 36 mg/l et un maximum de 130 mg/l, avec une moyenne de 88,5 mg/l est déterminé dans la station B. Donc les valeurs de la station A sont supérieures par rapport aux valeurs de la station B, à l’exception le prélèvement cinq (mois de mars). Ces dernières sont inférieures aux normes fixées par le (J.O.R.A.D.P, 2011) à 600 mg/l et celle de (l’OMS, 2004) à 250 mg/l.

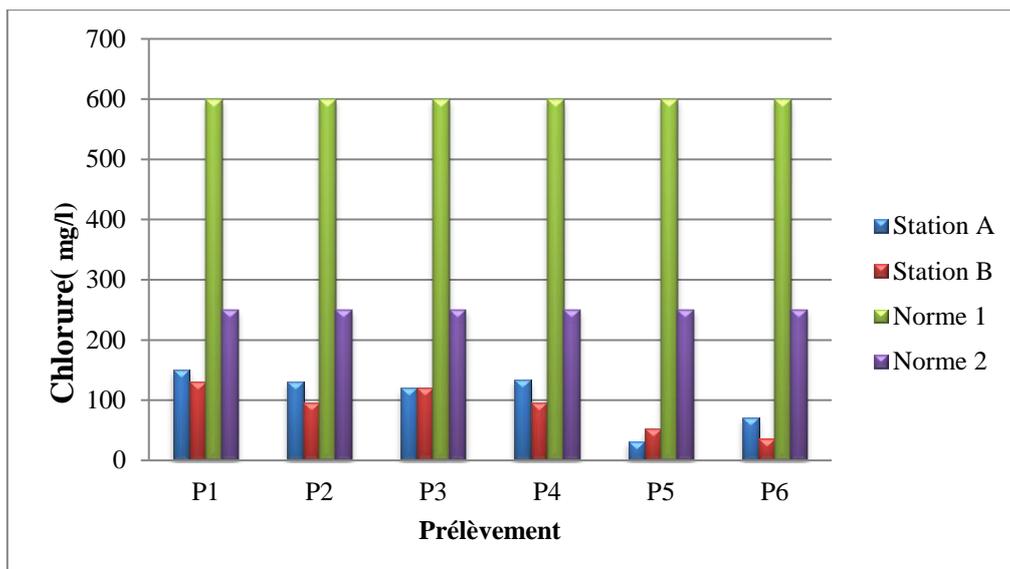


Figure 12 : Variations de chlorure.

Les chlorures sont des anions inorganiques contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux (Demba n'dlaye et al., 2013).

Les teneurs en chlorures des eaux de surface sont principalement liées à la nature des terrains traversés (Rodier, 1984). Les chlorures sont fréquents dans les réserves d'eaux douces à un taux de 10 mg/l à 100 mg/l (NALCO, 1983).

### III.1.2.2.Sulfate

Selon les résultats obtenus dans la figure 13, on constate au niveau de la station A des valeurs oscillent entre 270 mg/l et 25 mg/l avec une moyenne de 96,83 mg/l, et entre 250 mg/l et 34 mg/l avec une moyenne de 89,66 mg/l au niveau de la station B. Les valeurs de sulfate enregistrées ne dépassent pas les normes (J.O.R.A.D.P, 2011) fixées à 400 mg/l et (OMS, 2004), sauf les prélèvements (P1) durant le mois de janvier et (P4) durant le mois de mars qui sont supérieures à la norme de 150 mg/l.

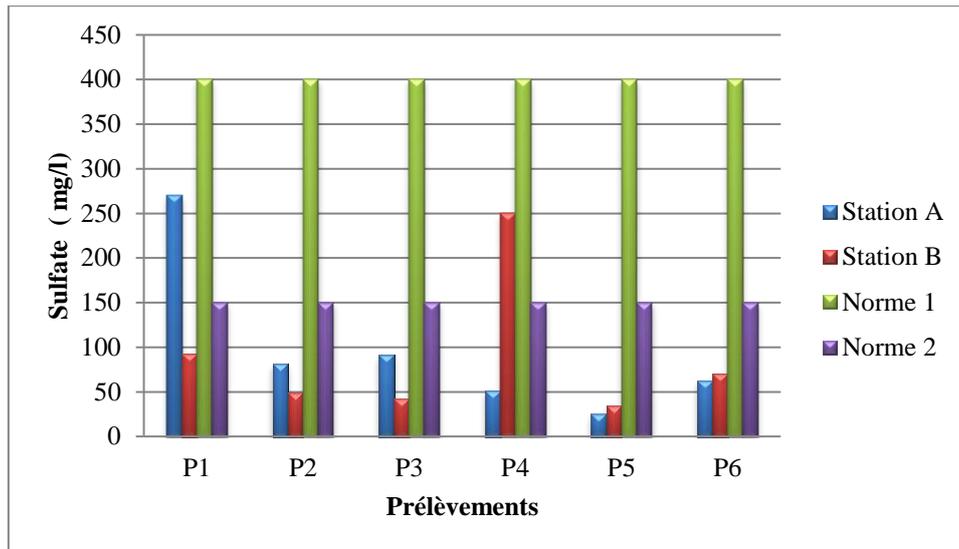


Figure 13 : Variations de sulfate.

Les ions sulfates proviennent de la dissolution du gypse ( $\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$ ) et par l'oxydation des sulfures en sulfates dans les déchets miniers. Ils sont très solubles et leurs concentrations sont très variables dans les eaux naturelles. Les fortes teneurs en sulfate dans la zone d'étude enregistrés durant les prélèvements (P1 et P4) peuvent être causées par les activités agricoles et la nature des terrains traversés.

Selon **Abdellaoui, (1990)** les concentrations élevées de ces ions peuvent poser des problèmes en agriculture, pour l'irrigation et l'abreuvement. Une teneur supérieure à 480 mg/l rend l'eau impropre à l'agriculture.

### III.1.3. Paramètre de pollution

#### III.1.3.1. Nitrate

Les concentrations de nitrate enregistrées dans la figure 14 oscillent entre 0,33 mg/l et 1,2 mg/l avec une moyenne de 0,61 mg/l au niveau de la station A et entre 0,1 mg/l et 1,5 mg/l avec une moyenne de 0,81 mg/l au niveau de la station B. On peut conclure que les teneurs en nitrates enregistrées dans les eaux d'oued Fedjana sont inférieures à la teneur suggérée par les normes de **(J.O.R.A.D.P, 2011)** et **(OMS, 2004)** fixées à 50 mg/l. Ce qui indique que les eaux étudiées ne sont pas soumises à un risque de pollution par les nitrates.

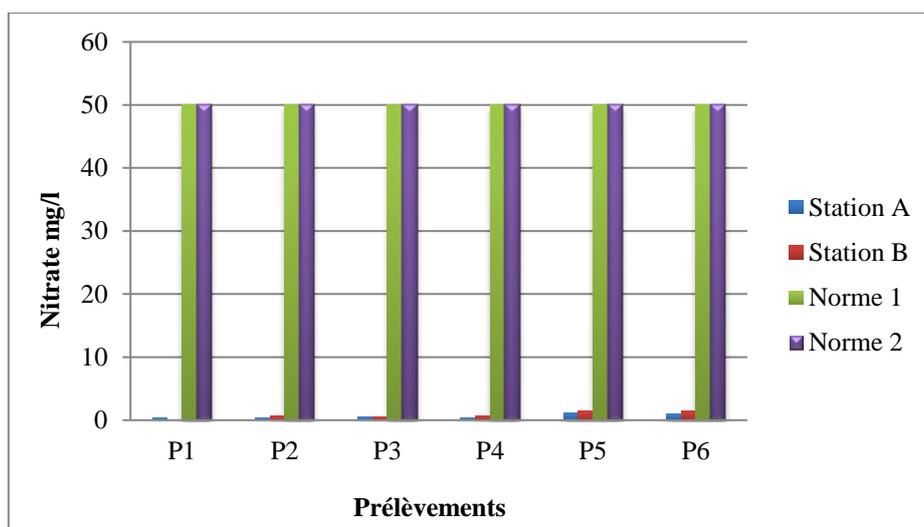


Figure 14 : Variations de nitrate.

Les ions de nitrate proviennent soit naturellement du sol, soit de la pollution par l’industrie chimique, ou des engrais azotés. Les eaux naturelles contiennent normalement des nitrates à des doses variant selon les saisons (Abdellaoui, 1990). Leurs concentrations dans les eaux naturelles sont comprises entre 1 et 10 mg/l (Anonyme, 2004).

### III.1.3.2. Huile et Graisse

Les huiles et les graisses retrouvées dans l’eau sont très souvent sous forme d’émulsions ou saponifiées sous l’action de produits chimiques, de détergents, etc. (Rodier et al., 2009).

Selon le tableau (III), nous remarquons qu’il y a une valeur constante (< 2 mg/l) pour la station A et B, Durant toute la période de cette étude.

La présence des huiles et graisses est d’origine domestique (Rodier et al., 2009). Aussi ils peuvent être dus à l’utilisation des huiles de moteur pour le pompage de l’eau d’oued Fedjana.

Tableau III : Résultats des analyses des huiles et graisses.

Prélèvements	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Station						
Station A	< 2 mg/l					
Station B	< 2 mg/l					

III.1.3.3.Demande chimique en oxygène (DCO)

D’après les données enregistrées dans la figure 15, la demande chimique en oxygène révèle des concentrations comprises entre un minimum < 30 mg d’O<sub>2</sub>/l et un maximum de 130 mg d’O<sub>2</sub>/l avec une moyenne de 104 mg d’O<sub>2</sub>/l dans la station A. Alors qu’au niveau de la station B les valeurs oscillent entre < 30 mg d’O<sub>2</sub>/l et 90 mg d’O<sub>2</sub>/l avec une moyenne de 86 mg d’O<sub>2</sub>/l. Cependant, la station A montrée des taux plus élevés par rapport à la station B. Ces résultats sont supérieurs aux normes fixées par le (J.O.R.A.D.P, 2011) et (l’OMS, 2004) à 30 mg d’O<sub>2</sub>/l.

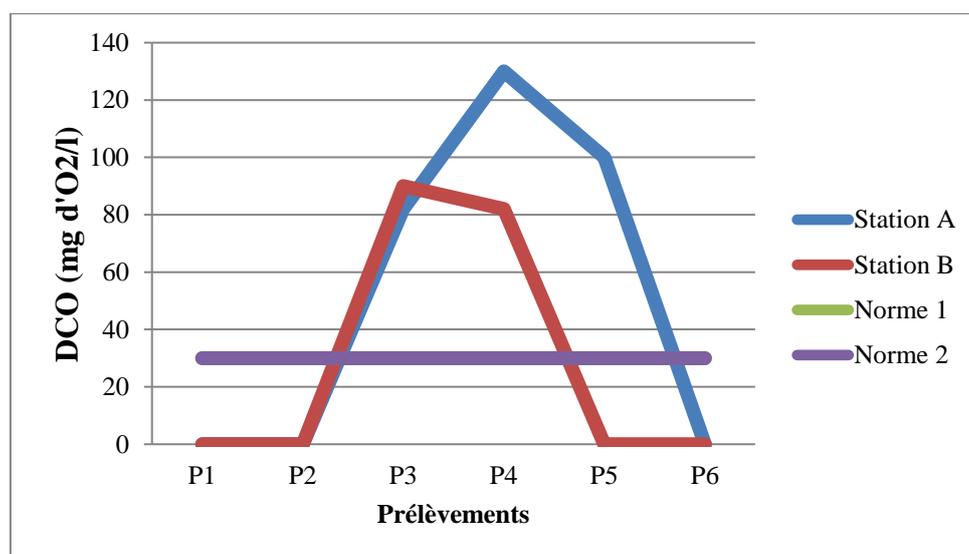


Figure 15 : Variations de la DCO.

La demande chimique en oxygène représente la quantité d’oxygène consommée par les matières oxydables chimiquement contenues dans l’eau (Makhoukh et al., 2001). Les teneurs élevées de la DCO surtout dans le 4<sup>ème</sup> prélèvement de la station A peuvent être expliquées par la présence des matières organiques ou minérales non biodégradables, due à des apports élevés en pesticides et en engrais provenant des activités agricoles.

III.1.3.4.Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

A partir des données représentées dans la figure 16, on constate des variations très importantes entre les deux stations (A et B), un minimum < 3 mg/l et un maximum de 70 mg/l avec une moyenne de 29 mg/l enregistré dans la station A. Au niveau de la station B un minimum de 6 mg/l et un maximum de 19 mg/l avec une moyenne de 12,5 mg/l est enregistré.

Ces valeurs sont largement supérieures aux normes préconisées par le (J.O.R.A.D.P, 2011) et (l’OMS, 2004) à 7 mg/l.

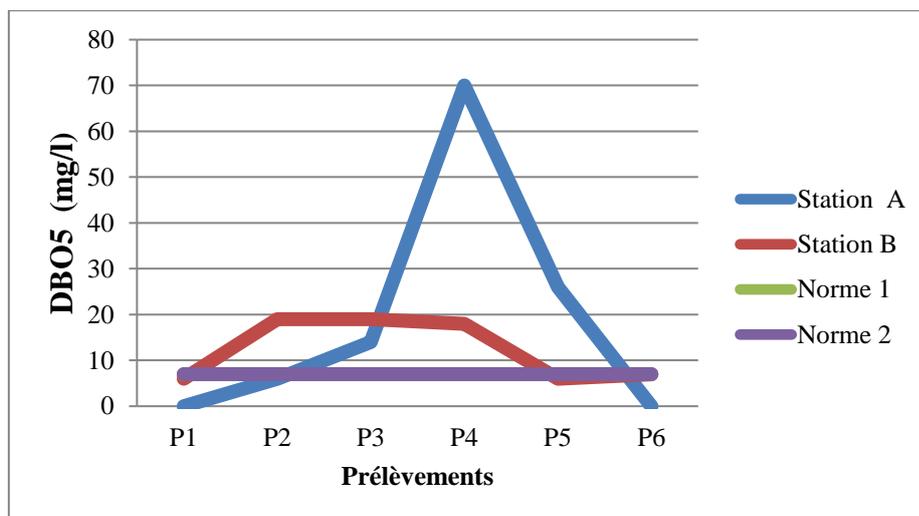


Figure 16 : Variations de la DBO<sub>5</sub>.

La DBO<sub>5</sub> correspond à la quantité d’oxygène nécessaire aux microorganismes décomposeurs pour dégrader et minéraliser en 5 jours la matière organique présente dans un litre d’eau polluée, Plus la DBO<sub>5</sub> est élevée, plus la quantité de matières organiques présentes dans l’échantillon est élevée (Villers et al., 2005).

### III.1.3.5.Rapport DCO/DBO<sub>5</sub>

Le rapport entre la DCO et la DBO<sub>5</sub> constitue une mesure indicative de la « biodégradabilité » biochimique des composés présents dans l’eau.

Tableau IV : Rapport (DCO/DBO<sub>5</sub>) calculé dans les deux stations de récoltes

Moyenne Station	DCO	DBO <sub>5</sub>	DCO/DBO <sub>5</sub>
SA	104	29	3,58
SB	86	12,5	6,88

Selon les résultats du tableau (IV), le rapport calculé (DCO/DBO<sub>5</sub>) est de 3,58 dans la station A et de 6,88 dans la station B.

La biodégradabilité traduit l’aptitude d’un effluent à être décomposé ou oxydé par les microorganismes qui interviennent dans le processus d’épuration biologique des eaux. Elle est exprimée par un coefficient **K**, tel que :  $K = DCO/DBO_5$

- Si  $K < 1,5$  : cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grand partie de matières fortement biodégradables.
- Si  $1,5 < K < 2,5$  : cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.
- Si  $2,5 < K < 3$  : cela signifie que les matières oxydables sont peu biodégradables.
- Si  $K > 3$  : cela signifie que les matières oxydables sont non biodégradables.

Les valeurs obtenues sont  $> 3$ , ce qui est conforme que les eaux d’oued Fedjana de l’amont à l’aval et au niveau des deux stations sont non biodégradables.

**III.1.3.6.Phosphore total**

A partir des données enregistrées dans le tableau (V) ci- dessous, les concentrations du phosphore sont toujours  $< 0,05$  mg/l, sauf une variation observée au niveau du (P4) dans la station A et au niveau du (P4), (P6) dans la station B, qui comprend une valeur maximale de 0,95 mg/l. La moyenne de la station A est de 0,27 mg/l et de la station B est de 0,62 mg/l. Ces teneurs sont inférieures à la norme de **(J.O.R.A.D.P, 2011)**.

**Tableau V** : Variations de phosphore.

	Station A	Station B	Norme (J.O.R.A. D.P) (2011)
P1	< 0,05 mg/l	< 0,05 mg/l	10 mg/l
P2	< 0,05 mg/l	< 0,05 mg/l	
P3	< 0,05 mg/l	< 0,05 mg/l	
P4	0,27 mg/l	0,95 mg/l	
P5	< 0,05 mg/l	< 0,05 mg/l	
P6	< 0,05 mg/l	0,3 mg/l	

D'après **Zekri (2013)** la variation des teneurs en phosphore dans les eaux naturelles provient principalement de drainage des terres agricoles, de l'utilisation des détergents ainsi que des eaux usées provenant des déchets humaines. Les teneurs élevées de cet élément dans les eaux de surface peuvent entraîner leur eutrophisation (**Vilain, 1989**).

**Tableau VI** : Grille de la qualité des eaux de rivière.

Phosphore totale	Qualité de l'eau
< 0,1	Excellente
0,1 – 0,3	Bonne
0,3 – 0,5	Moyenne
0,5 – 3	Mauvaise
> 3	Très mauvaise

Selon la grille de classification, les eaux d'oued Fedjana sont qualifiées de qualité excellente à mauvaise selon la période de prélèvement.

### III.1.4 Paramètres chimiques indésirables

#### III.1.4.1. Le Fer

Les valeurs du fer enregistrées dans le tableau (VII) ci- dessous, sont comprises entre une valeur nulle et une valeur maximale de 9,85 mg/l avec une moyenne de 3,68 mg/l au niveau de la station A, et entre < 0,2 mg/l et 29,2 mg/l avec une moyenne de 10,11 mg/l au niveau de la station B. Les teneurs enregistrées restent dans les normes préconisées par le (**J.O.R.A.D.P, 2011**) et (**l'OMS, 2004**) à l'exception de quatrième et le cinquièmes (Station B) et le sixième prélèvement (Station A et B) qui sont supérieures à 1 mg/l.

Tableau VII : Variations de fer.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
<b>Station A</b>	<0,2 mg/l	<0,2 mg/l	<0,2 mg/l	0,76 mg/l	0,45 mg/l	9,85 mg/l
<b>Station B</b>	<0,2 mg/l	0,2 mg/l	<0,2 mg/l	29,2 mg/l	1,37 mg/l	9,7 mg/l
Norme <b>(J.O.R.A. D.P)</b>	1 mg/l					
Norme <b>OMS</b>	1 mg/l					

Les eaux de surface peuvent contenir jusqu'à 0,5 mg/l de fer qui peut avoir pour origine des terrains traversés ou des pollutions industrielles. Le fer de l'eau ne présente certes aucun inconvénient du point de vue physiologique, mais à des teneurs très importantes tel qu'au niveau de (P4) (Station B) et (P6) pour les deux stations A et B, il peut influencer la qualité organoleptique de l'eau (mauvais goût, couleur et saveur) **(Rodier, 1996)**.

#### III.1.4.2.Manganèse

Les valeurs du manganèse enregistrées dans le tableau (VIII), sont inférieures au 0,03 mg/l dans les deux stations, à l'exception du quatrième prélèvement au niveau de la station B où on remarque une valeur de 0,34 mg/l. Ces résultats sont inférieurs aux normes fixées par **J.O.R.A.D.P** (1 mg/l) et l'**OMS** ( $\leq 0,05$ ).

Tableau VIII : Variation de manganèse.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
<b>Station A</b>	< 0,03 mg/l	< 0,03 mg/l	<0,03 mg/l	< 0,03 mg/l	< 0,03 mg/l	< 0,03 mg/l
<b>Station B</b>	< 0,03 mg/l	< 0,03 mg/l	< 0,03 mg/l	0,34 mg/l	< 0,03 mg/l	< 0,03 mg/l
Norme <b>(J.O.R.A.D.P)</b>	1mg/l					
Norme <b>OMS</b>	≤ 0,05					

### III.2.Résultats des analyses bactériologiques

Les résultats des analyses bactériologiques des eaux de surface échantillonnées dans les deux stations d’oued Fedjana sont consignés dans le tableau XI (annexe II).

#### III.2.1.Coliformes totaux

D’après la figure 17, on constate que les eaux d’oued Fedjana sont caractérisées par une faible teneur en coliformes totaux oscillant entre 150 germes/100 ml et 3560 germes/100 ml, avec une moyenne de 1360 germes/100 ml pour la station (A), une valeur minimale de 700 germes/100 ml et une valeur maximale de 4290 germes /100 ml qui est la valeur la plus élevée enregistrée entre les deux stations (A et B), avec une moyenne de 1730 germes /100 ml pour la station (B). On remarque que les concentrations des coliformes totaux augmentent en allant de la station A vers la station B. Ces valeurs restent inférieures aux normes fixées par le (J.O.R.A.D.P, 2011) et (l’OMS, 2004) à 50000 germes/100 ml.

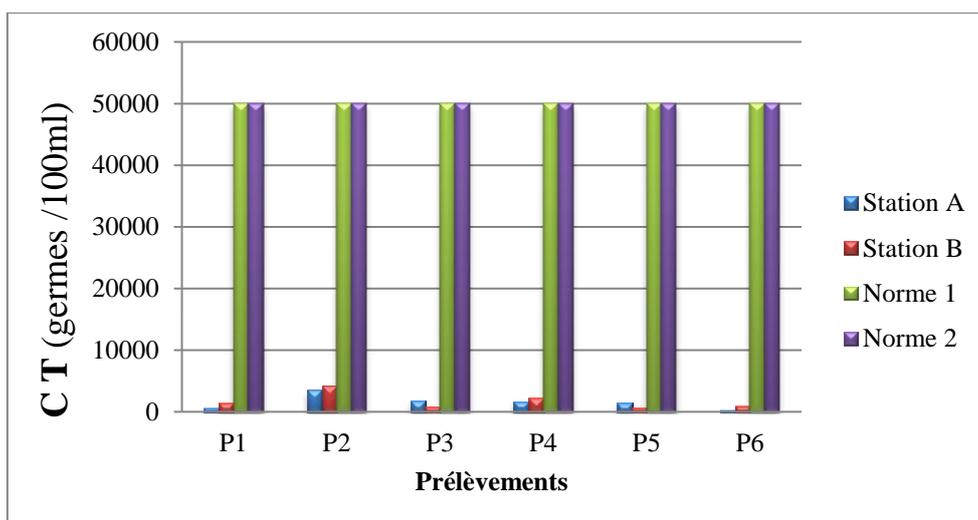


Figure 17 : Variations des coliformes totaux.

Les coliformes totaux sont des entérobactéries qui incluent des espèces bactériennes qui vivent dans l’intestin des animaux homéothermes, mais aussi dans l’environnement en général (sols, végétation et eau). Ce groupe bactérien est utilisé comme indicateur de la qualité microbienne de l’eau parce qu’il contient notamment des bactéries d’origine fécale (Anonyme, 2009). La presque totalité des espèces isolée sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé (Edberg *et al.*, 2000 ; OMS, 2011), à l’exception de certaines souches d’*Escherichia coli* ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes.

### III.2.2.Coliforme fécaux

D’après la figure 18, les eaux d’oued Fedjana sont caractérisées par la présence des coliformes fécaux dont la concentration est comprise entre 50 et 950 germes /100 ml avec une moyenne de 368.33 germes /100 ml dans la station A et entre 60 et 1300 germes /100 ml avec une moyenne de 651.66 germes /100 ml dans la station B. Ces résultats restent inférieures aux normes fixées par le (J.O.R.A.D.P, 2011) et (l’OMS, 2004) à 20000 germes/100 ml.

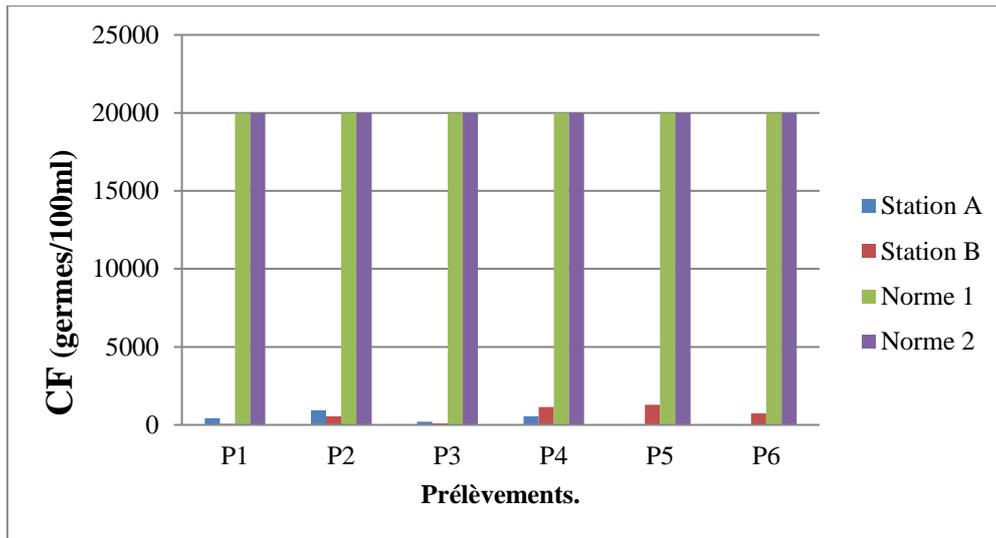


Figure 18 : Variations des coliformes fécaux.

L'origine de la contamination fécale peut être attribuée à l'utilisation des matières fécales des animaux comme engrais pour les terres agricoles. Cette matière fécale peut être véhiculée par l'eau de pluie vers l'oued Fedjana. En milieu agricole, les déjections d'animaux d'élevage et les eaux usées des villages des alentours représentent les principales sources de contamination bactériologique des eaux.

La présence des coliformes fécaux dans un milieu aquatique, et plus particulièrement celle d'E. coli, est considérée comme un bon indicateur d'une contamination récente du milieu par du matériel fécal humain ou d'animaux à sang chaud (Helmer et al.1991, Baudisova, 1997).

### III.2.3.Streptocoques fécaux (SF)

D'après la figure 19, les concentrations des Streptocoques fécaux sont moins importantes que celles notées pour les coliformes totaux et les coliformes fécaux, les valeurs varient entre 20 et 340 germes /100 ml avec une moyenne de 76,66 germes /100 ml pour la station A et entre 50 et 220 germes /100 ml avec une moyenne de 156,66 germes /100 ml pour la station B. Dans le (P3) et le (P4), on a enregistré une absence totale des (SF). Selon El samrani et al., (2005), la diminution des paramètres bactériologiques pendant le temps de pluie est due vraisemblablement aux effets de la dilution. Ces résultats restent inférieures aux normes fixées par le (J.O.R.A.D.P, 2011) et (l'OMS, 2004) à 10000 germes/100 ml.

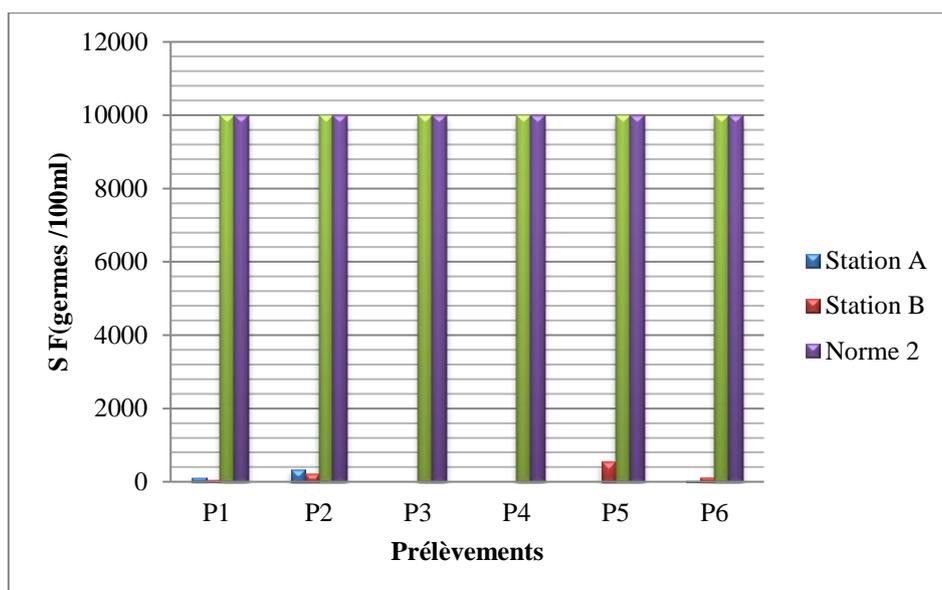


Figure 19 : Variations des streptocoques fécaux.

Les streptocoques colonisent l'intestin de l'homme et les animaux à sang chaud et leurs présences dans le milieu hydrique prouvent une pollution d'origine fécale de l'eau. Cependant, on peut trouver aussi des streptocoques fécaux dans le sol, les plantes et les insectes (**Papadakis, 1982**). La prolifération des streptocoques est due au déversement des matières organiques et des substances nutritives azotées (**Rodier et al., 2009**). Selon **Slimani (2006)**, l'apport d'entérocoques par rapport aux coliformes consiste en leur grande résistance dans les eaux naturelles. De plus, il est intéressant de rappeler que la présence des coliformes fécaux par rapport aux streptocoques est un signe d'une contamination d'origine humaine (**Ghezellaoui, 2008**). L'origine de la pollution fécale est liée au rapport quantitatif des coliformes fécaux sur les streptocoques fécaux  $R=CF/SF$

- ✓ Si  $R < 0,7$  : la contamination est d'origine animale.
- ✓ Si  $0,7 < R < 1$  : l'origine de la contamination est mixte à prédominance animale.
- ✓ Si  $1 < R < 2$  : cette origine est incertaine.
- ✓ Si  $2 < R < 4$  : l'origine est dite mixte à prédominance humaine.
- ✓ Si  $R > 4$  : elle est d'origine humaine (**Borrego et Romero, 1982**).

Tableau IX : Résultats du rapport CF/SF

Moyenne Stations	CF	SF	CF/SF
Station A	368,33	76,66	4,84
Station B	651 ,66	156,66	4,15

Le rapport (CF/SF) calculé au niveau des deux stations (A et B) d’oued Fedjana est de 4,84 dans la station A et de 4,15 dans la station B, dans ce cas l’origine de la pollution est humaine provient des rejets d’eaux usées urbaines.

### III.2.4. Staphylocoques

Selon les données illustrées dans la figure 20, on constate la présence des Staphylocoques durant cette étude marquée par une valeur nulle et une valeur maximale de 230 germes /100 ml, une moyenne de 155 germes /100 ml au niveau de la station A et une valeur maximale de 900 germes /100 ml, une moyenne de 240 mg/l au niveau de la station B.

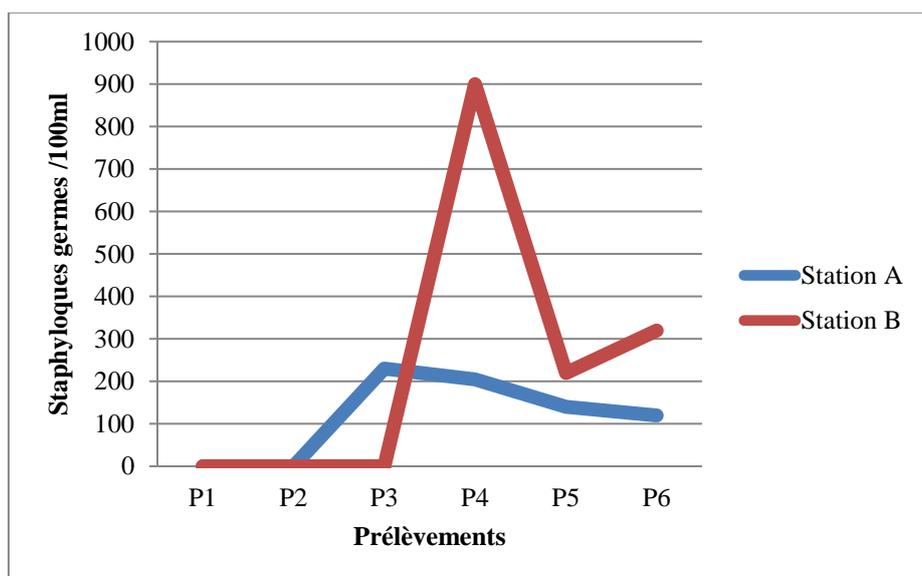


Figure 20 : Variations des staphylocoques.

Selon **Gaujous (1995)**, la recherche des Staphylocoques présente un intérêt pratique surtout dans les eaux destinées à la baignade.

### III.2.5. *Clostridium* Sulfito-Réducteurs

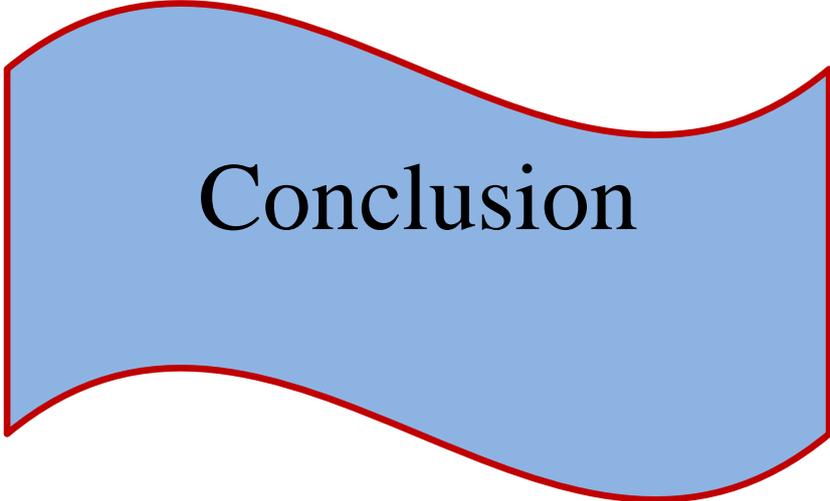
Les résultats de la recherche et du dénombrement des spores de *Clostridium* sulfito-réducteurs dans tous les échantillons s'avèrent négatives durant toute la période d'étude. Ces dernières sont conformes aux normes préconisées par le (**J.O.R.A.D.P, 2011**) et (l'**OMS, 2004**) à 0 germes /100 ml.

Les spores d'anaérobie sulfito-réducteurs sont extrêmement persistantes dans l'environnement et résistantes aux processus de désinfection de l'eau et dans leur valeur comme indicateur de contamination fécale a été mise en doute car les spores pourraient se trouver naturellement dans l'environnement ou représenter une source ancienne de contamination fécale (**Pitkanen, 2010**).

### III.2.6. Salmonelles

Durant cette étude, nous remarquons une absence totale des salmonelles dans tous les échantillons. Ces résultats sont conformes aux normes préconisées par le (**J.O.R.A.D.P, 2011**) et (l'**OMS, 2004**) à 0 germes /100ml.

Selon **Aboukacem et al., (2007)**, ceci peut être expliqué par la difficulté de recherche de ces germes du fait de leur nombre très faible par rapport aux germes habituels.



Conclusion

## Conclusion

---

A la lumière des résultats obtenus au niveau des analyses physico-chimiques et bactériologiques des échantillons d'eaux superficielles issues de deux stations (A et B) d'oued Fedjana sont caractérisées par :

- ✓ Un potentiel d'Hydrogène légèrement alcalin, une température qui suit un rythme saisonnier avec un maximum de 11 °C durant les mois de mars et avril (P5 et P6).
- ✓ Des valeurs acceptables et conformes aux normes de (**J.O.R.A.D.P**) pour l'oxygène dissous, le chlorures et le sulfates, mais ne sont pas conformes aux normes recommandées par l'**OMS**.
- ✓ Des valeurs élevées en matières en suspension (900 mg/l), en demande chimique en oxygène (130 mg d'O<sub>2</sub>/l) et en demande biochimique en oxygène (70 mg/l) au niveau du 4<sup>ème</sup> prélèvement de la station A. Le fer a également noté des teneurs supérieures aux normes (9,85), (9,7), (29,2 mg/l).
- ✓ Des faibles teneurs en nitrates (1,5 mg/l), en phosphore totale (0,3 mg/l), et en manganèse (0,34 mg/l).

Pour les paramètres bactériologiques on a signalé :

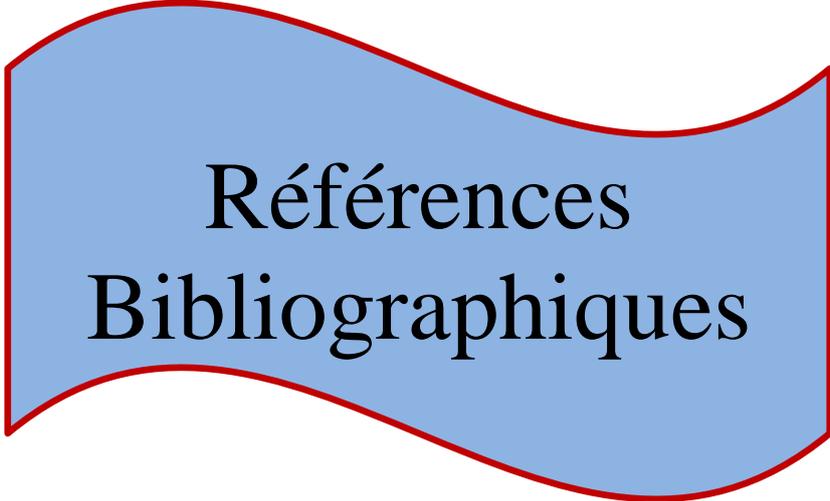
- ✓ La prédominance des coliformes totaux et fécaux.
- ✓ La présence des streptocoques fécaux due peut être aux rejets des égouts directement dans l'oued.
- ✓ L'absence totale des spores des bactéries *Clostridium* sulfito-réductrices.
- ✓ La présence des staphylocoques et l'absence des salmonelles.

## Perspectives

---

A travers l'ensemble de ces analyses, il sera intéressant à l'avenir de prendre en considération les points suivants :

- Elargir l'échantillonnage à plusieurs stations afin qu'il soit représentatif pour l'exploitation statique.
- Compléter l'étude physico-chimique par une caractérisation des pesticides.
- L'épuration des rejets domestiques avant d'être rejetées dans l'oued Fedjana.



Références  
Bibliographiques

## Référence bibliographique

---

### A

- ✓ **Abdellaoui A., 1990.** « Contribution à l'étude de la pollution des cours d'eau marocains par les métaux lourds - cas de l'oued Boufekrane-», Thèse, Faculté des sciences de Meknès. Université Moulay Ismail.
- ✓ **Aboukacem A, Chahlaoui A. Soulaymani A. Rhazi-filali F. et Benali D. (2007).** Etude comparative de la qualité bactériologique des eaux des oueds Boufekrane et Ouislane à la traversée de la ville de Meknès (Maroc), REMISE, vol 1, n° 1, p 10-22.
- ✓ **Ait El djoudi H, 2008.** Pollution de l'oued Soummam : L'écosystème en péril, Publié dans El Watan le 26 - 07 – 2008.
- ✓ **Alzieu C. 1989.** L'eau : milieu de culture inaquaculture. 2<sup>ème</sup> éditions. Tom1. 43p.
- ✓ **Aminot A. Chaussepied M. 1983.** Manuel des analyses chimique en milieu marin. ENEX, 395p.
- ✓ **Aminot A. Kerouel R., 2004.** Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. Éd. Ifremer, 336 p.
- ✓ **Anonyme, 2002.** Réseaux communautaires d'eau potable DIT-SM-01.
- ✓ **ANONYME, 2006 :** Encyclopédie collection Microsoft Encarta 2005. 1993-2004 Microsoft corporation. (4 CD ROM).
- ✓ **Asano T., 1998.** Wastewater reclamation and reuse, water quality management library. 1475p.

### B

- ✓ **Bachassou B. 1997.** Mise en valeur des étangs. Edition Lavoisier TEC ET DOC .22ME édition, 80p.
- ✓ **Bélangier M. 2005.** Estimation de la température de l'eau de rivière en utilisant les réseaux de neurones et la régression linéaire multiple, Revue des sciences de l'eau journal of water science. P 403-421.
- ✓ **Benaabidate L. 2000.** Caractérisation hydrologique du bassin versant de Sebou : hydrogéologie, qualité des eaux et géochimie des eaux thermales .Thèse DOC. Es-sc., Faculté des Sciences et Techniques, Fès, 250p.
- ✓ **Bensahraoui A.** Consolidation techniciens prévention de centre de développement et d'application des techniques pétroliers et gazières –HASSI MESSAUD.
- ✓ **Bensoullah S. 1995.** Contribution à l'étude hydrogéologique des haute plaines sétifiennes dans le cadre de la haute vallée de l'oued Rhumel en amont d'oued Athmanai. Mémoire de magister. Université Montouri de Constantine. Faculté des sciences de la terre.

## Référence bibliographique

---

- ✓ **Berche P, Simonet M, Gaillard J-L. 1988.** Bactériologie ; Bactéries des infections humaine ,1ère édition, édition Ed économie à p 5-15.
- ✓ **Berrogo A, Romero P. 1982.** Study of the microbiological pollution of a Malaga littoral area Relationship between fecal coliforms and fecal streptococci: VIè journée etude de la pollutions, Cannes,France, p 561-569.
- ✓ **Blifret C, Perraud R. 2001.** chimie de l'environnement : air, eau, déchets Bruxelles : Da Boeck, p 285,287.
- ✓ **Boeglin J-C. 2003.** Technique de l'ingénieur, volume 1-Edition : Paris, 20p.
- ✓ **Boeglin J-C. 2001.** Technique de l'ingénieur G1 (6-110 à 110-7). Environnement .Edition technique d'ingénieur. Paris.
- ✓ **Bogomolov G. 1986.** Hydrologie et notion de géologie d'ingénieur. Edition Moscou, 278p.
- ✓ **Bonin J. 1982.** Aide-mémoire Hydraulique Urbain, Edition Eyrolles, p 25.
- ✓ **Bonnefoy Guillet F, Leyral G, Verne –Bourdais E. 2002.** Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires. Paris : collection biosciences et techniques série science des aliments. 248p.
- ✓ **Bouziani, 2006.** L'eau de la Pénurie à la Maladie. Edition Eben Khaldoun. 2000, p84.
- ✓ **Bontoux J. 1993.** Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson, qualité et santé, 261116 édit. CEBE DOC. liège : 169p.
- ✓ **Bremond R, Vuichard R, 1993.** Paramètres de la qualité des eaux, OSPEPE, Paris.

### C

- ✓ **Caselli G, Vallin J, Wunsch G. 2002.** Démographie : analyse et synthèse, les déterminant de la mortalité, volume 3. Edition de l'institut nationale d'études démographiques, France, 47p.
- ✓ **Cazaban M, Duffour J, Fabbro-pery, 2005.** Santé publique. 5<sup>ème</sup> édition. 242p.
- ✓ **CEAEQ (2009).** Recherche et dénombrement simultané des coliformes fécaux et d'Escherichia coli dans l'eau potable avec le milieu de culture MI ; méthode par filtration sur membrane. Centre d'expertise en analyse environnementale, Gouvernement du Québec, 20 p.
- ✓ **Centre d'expertise en analyse environnementale en QUEBEC (CEBEC). 2006.** Recherche et dénombrement des entérocoques : méthode par filtration sur membrane, MA 700 - Ent 10, Rév. Ministre de développement durable, de l'environnement et des parcs du Québec. 23p.

## Référence bibliographique

---

- ✓ **Chapman D, Kimstach V.1996.** Selection of water quality variables. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman édition, 2nd éd. E & FN Spon.
- ✓ **Coin L .1981.** La pratique de l'eau. Edition du Moniteur. 1121p.
- ✓ **Coulibaly K. 2005.** Etude de la qualité de l'eau des puits de certains quartiers du district de BAMAKO.

### D

- ✓ **Debiech T. H. 2002.** Evolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielles. Thèse de doctorat en science de la terre (hydrogéologie et environnement). Université de Franche –comité. France. 199p.
- ✓ **Dubief J. 1963 :** Le climat du Sahara. Institut de Recherches sahariennes, Algérie, Mémoire hors-série.
- ✓ **Degrement T. 1989.** Memento technique de l'eau, 9<sup>ème</sup> Ed., Ed. Lavoisier, Paris, Tome 1, p575 - 581.
- ✓ **Degrement T. 1995.** Mémonto technique de l'eau, tome 1. 10<sup>ème</sup> édition. Lavoisier France, p40, 46, 59, 60,1114.
- ✓ **Degremont., 2005.** Mémento technique de l'eau. 10<sup>ème</sup> édition – Rueil Malmaix : Degremont. P1717.
- ✓ **Delarras C. 2007.** Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire et microbiologie des eaux. Edition Tec et Doc. p70, 160.
- ✓ **Delarras C, Bernard T. 2006.** Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux .Edition Tec et Doc, p70, 160.
- ✓ **Delarras C. 2003.** Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux, Lavoisier. 269p.
- ✓ **Desjardins R. 1990.** Le traitement des eaux. 2<sup>ème</sup> édition de l'école polytechnique de Montréal, p3, 4, 8, 27, 28, 29, 31, 47,72.
- ✓ **Dussart B.1996.** Limnologie : l'étude des eaux continentales, Edition géologique écologique aménagement. 2<sup>ème</sup> trimestre. 252p.

## Référence bibliographique

---

### E

- ✓ **Edberg SC, Rice EW, Karlin RJ, Allen MJ, 2000.** Escherichia coli: the best biological drinking water indicator for public health protection. *Journal of Applied Microbiology*, 88: 106S-116S.
- ✓ **Elghachtoul Y. Allaoi M. Mhamdi H. Gabi H. 2005.** Eutrophisation des eaux des retenues des barrages Smir et Sehla (Maroc) : causes, conséquences et consignes de gestion. *Revue des sciences de l'eau*. p75-89.
- ✓ **El samrani A-G, Kazpard V, Ouaini N, Lartiges B, Slim K et Saad Z, (2005).** Trace éléments carriers in river sédiments (Ibrahim River Lebanon): Investigation on natural and anthropogenic inputs. *Int. J. Environ. Eng. Sci.*, 1, 1-16.

### F

- ✓ **Federighi. 2005.** Bactériologie alimentaire compendium d'hygiène des aliments, 2<sup>ème</sup> Article Tafna, Larousse du XX<sup>e</sup> siècle, éd. 1933 révisée, tome V, 570p.

### G

- ✓ **Garcia A. 2006.** Etude de la dynamique des Escherichia coli dans les rivières du bassin de la Seine. Thèse Doctorat, Université Libre de Bruxelles. p15-16.
- ✓ **Gaujous D .1995.** La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire .2<sup>ème</sup> édition vue Lavoisier : technique et documentation. 217, 219,220p.
- ✓ **Gaujous D. 1995.** La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire .Edition technique documentation Lavoisier. 217,220p.
- ✓ **Gaujous D .1993.** La pollution des milieux aquatiques .aide-mémoire .Edition .Tec et Doc .Lavoisier .Paris. p42, 50,68
- ✓ **Gaujous D. 1998.** La pollution des milieux aquatiques 2<sup>ème</sup> édition Lavoisier 219 p.
- ✓ **Gazali D et Zaid A. 2013 :** « Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source AIN SALAM-JERRI » Meknes, Maroc. *Larhyss journal*, ISSN 1112-3680, N°12, p25-36.
- ✓ **Ghizellaoui S .2008.** Evaluation and evolution of the quality of the water resources in the distribution network. Elsevier. *Desalination* 222:502-512.
- ✓ **Gilli E., Mangan C. Mudry J. 2004.** Hydrologie : objets, méthodes et application. Edition DUNOD. Paris. 352p.
- ✓ **Givord L et Dorioz JM. 2010.** La survie des microorganismes d'origine fécale dans les effluents et les sols.

## Référence bibliographique

---

- ✓ **Guasmi I, Djabri L, Hani A, Lamouroux C.2006.** Pollution des eaux de l'Oued Medjerda par les nutriments. Larhyss Journal. ISSN 1112-3680, n°05.
- ✓ **Gunnar F, Nodberg, BruceA, Nodberf F–W, Friberg L .2007.** Handbook the toxicology of metals. 3<sup>ème</sup> édition. Acadimic Press. 1024p.

### H

- ✓ **Haslay C, Lerlec H. 1993.** Microbiologie des eaux d'alimentation .Edition Lavoisier Tech et Doc –Paris. p66, 101, 108.
- ✓ **Haslay C, Leclerc, H. 1992.** Microbiologie des eaux d'alimentation Edition Lavoisier. Tec et Doc, Paris. 908p.
- ✓ **Henry M, Beaudry ,1992.** Chimie des eaux, édition le griffon d'argile ; Canada, p71, 105,106, 130,157, 258.

### I

- ✓ **IBGE, 2005.** L'eau à Bruxelles. Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement ,16p.

### J

- ✓ **Jestin E. 2004.** La production et le traitement des eaux destinées à l'alimentation et à la préparation de denrées alimentaires. Agence de L'eau Seine-Normandie.
- ✓ **Jolet B, Reynaud A. 2003.** « Entérobactéries ; systématique et méthodes de diagnostic » Coll. Monographie de microbiologie, édition Médicales internationales, p356.
- ✓ **J.O.R.A.D.P, 2011.** Décret exécutif n°: 34.fixant les objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau des populations .Journal officielle de la République Algérienne.

### K

- ✓ **Kemmer A, Frank N, Mccaillon J, Qellosi Q. 1984.** Manuel de l'eau Edition Lavoisier Tec & DOC – Paris. p 95, 100, 109, 220.
- ✓ **Kloppmann k, Bourhane A, Schomburgk A et Asfirane F. 2010.** Salinisation des masses d'eaux en France : du constat au diagnostic, Paris, 9p.

## Référence bibliographique

---

### L

- ✓ **Laraba H, Hadj Zobir S.**2009.Pollution organique des eaux de l'Oued Seybouse (Plaine alluvial de Guelma, Nord - Est Algérien). Bulletin des sciences géographiques N° 23.
- ✓ **Lebras ,2002.** Les anaérobies en hygiène alimentaire. Institut Pasteur d'Algérie.
- ✓ **Lebras E, Azizi D, Hamza A, Taleb F et Taouchtb, 2002.** Manuel des Travaux pratiques Institut Pasteur d'Alger. 20p.
- ✓ **Leclerc H et Mossel. D. 1983.** Microbiologie : le tube digestif, l'eau et les aliments, DOIN éditeurs, 263p.
- ✓ **Leyral G, Ronnefoy C et Guillet F. 2002.** Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris, 245p.
- ✓ **Loucif Seaid.** 2013. Les ressources en eau et leurs utilisations dans le secteur agricole en Algérie, p 94 - 95.
- ✓ **Lounnas A. 2009.** Alimentation des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi-Kroma de Skikda. Mémoire de magister en chimie. Option : pollution chimique et Environnement. Université de 20Aout 1955 SKIKDA.
- ✓ **Loup J. 1974.** Les eaux terrestres, Masson et Cie, Paris.

### M

- ✓ **Makhoukhi M, Sbaa M, BerrahouA, Clooster A –van. 2011.** Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya (Maroc oriental) Larhyss Journal ISSN 1112-3680, n° 09, p149-169.
- ✓ **Maul A, Dollard M. A, Blockj C. 1982.** Etude de l'hétérogénéité spatiotemporelle des bactéries coliformes en rivière, Journal Français d'Hydrologie, 13, Fasc. 2, no38, p 141-156.
- ✓ **Maurel A. (2006).** Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres et autres procédés non conventionnels d'approvisionnement en eau douce. 2<sup>ème</sup> édition. Paris : TEC & DOC. 286 p.
- ✓ **Mekkakia, 2001,** pollution des eaux du sous bassin versant de l'oued Mina. Thèse magister en écologie et environnement, p134.
- ✓ **MerabetS. 2010.** Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux brutes distribuées du barrage réservoir de Beni Haroun, mémoire de magister en chimie, option : chimie analytique. Université de Mentouri de Constantine, Algérie. 104p.

## Référence bibliographique

---

- ✓ **Marc B, Etec S., Régine B. et David T. 2007** : « Qualité des cours d'eau en valai Département des transports, de l'équipement et de l'environnement ; Service de la protection de l'environnement, 67p.
- ✓ **Martineau G .P., 1997.** Maladies d'élevage des poras. 1<sup>ere</sup> édition. Ed. France agricole. 3316p.
- ✓ **Métahri M- S. 2012.** Elimination simultanée de la pollution azotée, phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la step Est de la ville de Tizi-Ouzou, thèse de Doctorat « science biologique »université Mouloud Mammeri. 148p.
- ✓ **Mona F, kaddour A. 2013.** Etude des performances de la station d'épuration des eaux sanitaires au niveau du complexe GNL/1-master2.
- ✓ **Monique T et Beaudry H .1984,** chimie des eaux. 2<sup>ème</sup> édition –Québec Griffon d'argile, 537p.
- ✓ **Misi, A. 2006.** Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de Bejaia et valorisation de déchets oléicoles. Thèse de doctorat d'états, université d'Annaba, Algérie.

### N

- ✓ **Nalco, 1983.** Manuel de l'eau, TEC-DOC-Lavoisier, Paris.
- ✓ **Nekkache Ghenim A, Megnounif A., 2013.** « Ampleur de la sécheresse dans le bassin d'alimentation du barrage Meffrouche (Nord-Ouest de l'Algérie) », Physio-Géo, Volume 7.
- ✓ **Nesson C, 1975** : L'évolution des ressources hydrauliques dans les oasis du Bas-Sahara algérien ; Recherches sur l'Algérie. Mémoires et documents. Service de doc. et de cartographie géographique. CNRS. Nouvelle série, V17. p 799.
- ✓ **Nestel P. Daudisson L. 2003.** Anémie carence en fer et anémie ferriprive. Etat unis d'Amérique.

### O

- ✓ **Oluduro, A. O. et Aderiye, B. I. 2007.** Efficiency of Moringa oleifera seed extract on the microflora of surface and ground water. J. Plant Sci., 6: 453-438.
- ✓ **OMS, 1979** : Recommandation pour la surveillance sanitaire des zones côtières à l'usage récréatif des conchylicole. Bureau régional pour l'organisation mondial de la santé, 168p.

## Référence bibliographique

---

- ✓ **OMS, 2004** : World health organisation .Directives de qualité pour l'eau de boisson. 3<sup>ème</sup> édition, volume 1 Recommandations.Genève, Suisse. 110 p.

### P

- ✓ **Pexod M-B, Design .1985**. Operation and maintenance of wastewater stabilization ponds in treatment and use of sewage effluent for irrigation. Ed. Pexod and Arar, p93, 114.
- ✓ **Pitkanen T. 2010**. Studies on the detection methods of campylobacter and fecal indicator bacteria in drinking water. National Institute for Health and Welfare. Finland. 118p.
- ✓ **Potelon A. Chaussepied, M. 1983**. Manuel des analyses chimique en milieu marin. S. EPT. 253p.
- ✓ **Potelon. J-I et Zysman .k, 1998**. Le guide des analyses de l'eau potable. Edition de la lettre de cadre territorial. 253p.

### R

- ✓ **Ramade F. 1998**. Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Edition science internationale. Paris. 786p.
- ✓ **Rimini B, 2005**. La problématique de l'eau en Algérie du nord. Collection hydraulique et transport solide. p7, 13.
- ✓ **Rodier J. 1984**. L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer, 7<sup>ème</sup> édition. DULOD, Paris.
- ✓ **Rodier, Beuffe H, Bournaud M, Broutin J-P, Geoffray CH, kovacsik G, Laporte J, Patte E-E, Plissier M, Rodi L, J. 1994**. L'analyse de l'eau « eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer ». 7<sup>ème</sup> édition DUNOD. P1000.
- ✓ **Rodier J, Bazinc, Broetin J-P, ChambouP, Champsaur H, Rodi L. 1996**. L'analyse De L'eau, Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires, 8<sup>ème</sup>Edition, Dunod, paris, p945, 947, 954,1132 ,1335.
- ✓ **Rodier J, Basin C, Chambon P, Broutin G-P , Champsaur H , Rodi L. 2005**. L'analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eaux de mer. 8<sup>ème</sup> édition DONUD. Paris. P947, 1132, 1383, 1579.
- ✓ **Rodier J, Legube B, Merlet N. et Colli, 2009**. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 9<sup>ème</sup> édition. Paris, DUNOD technique. p33, 40, 50,383, 784, 1383,1389, 1579.

## Référence bibliographique

---

- ✓ **Rodier J, Legube B, Merlet N, Brunet R, Mialocq J-C, Houssin M, Lavison G, Bechminch, Vincent M, Rebouillon P, Moulin L, Chomodé P, Dujardin P, Gosselin S, Seux R, 2009.** L'analyse de l'eau. 9<sup>ème</sup> édition. Paris : Dunod technique. 1033, 1579 p.

### S

- ✓ **Schki D. 1996.** L'eau dans tous ses états. Edition Ellipses. 632p.
- ✓ **Slimani R. 2006.** Contribution à l'étude hygiénique des caractères physicochimiques et bactériologiques des eaux usées de la cuvette d'Ouargla et leurs impacts sur la nappe phréatique. Mémoire d'Ingénieur .Ecologie Envir. Saharienne. Univ Ouargla, 108p.
- ✓ **Singleton P et Sainsury D. 1984.** Bactériologie, édition MASSON, Paris .151p.

### T

- ✓ **Tampo D, Hartemann P, Moli M. 1992.** Les eaux conditionnées. Edition Lavoisier TEC et DOK – Paris. p08, 14,64.
- ✓ **Tardat–Henry M et Beaudry J –P. 1995 ;** « chimie des eaux » 2<sup>ème</sup> édition, le griffon d'argile ; Canada, p537.

### V

- ✓ **Vilaginès R.2003 :** Eau, environnement et santé publique .Introduction à l'hydrologie 2<sup>ème</sup> édition. pp5, 196.
- ✓ **Vilain M.1989.** La production végétale : La maitrise de technique de la production. ED. Lavoisier (ed. J. Bailliére), Vol 2, Paris –France.
- ✓ **Villers J, Squilbin M, YourassowskyC. 2005.** Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface .Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement.

### U

- ✓ **UNEP/MAP/MEDPOL. 2004.** Guidelines on environmental inspection systems for Mediterranean region. MAP technical reports series N° 149.

### W

- ✓ **W.H.O. 1987.** Global pollution and health results of related environmental monitoring system, WHO, UNEP.

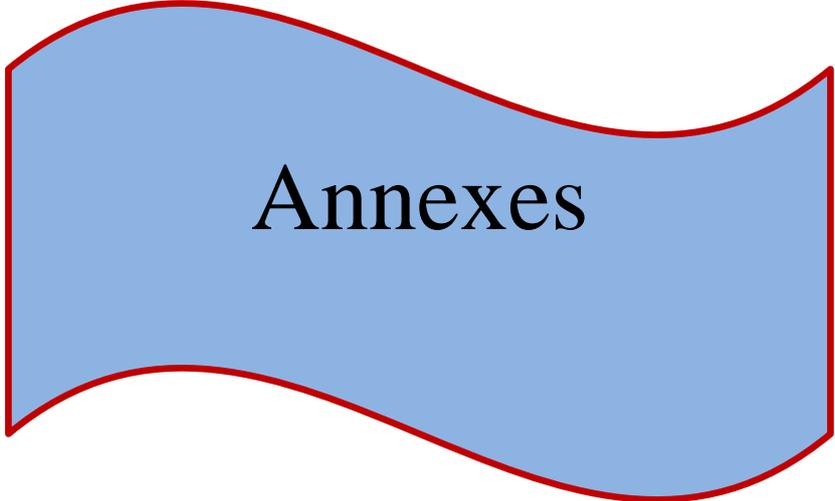
## Référence bibliographique

---

- ✓ **WHO (2011)**, Guidelines for drinking-water quality, Third edition incorporating the first and second addenda, volume 1  
Recommendations.[www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3rev/en](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en).

### Z

- ✓ **Zakri N, 2013**. Apport de la chimie pour l'analyse et l'interprétation de quelques paramètres physico-chimiques influençant la répartition des métaux lourds, des éléments nutritifs et des anions dans les eaux de l'oued de Bouregreg Maroc ,THESE DE DOCTORAT en Chimie Physique Générale des Matériaux, Nano-Matériaux et Environnement, Maroc, p22.
- ✓ **Zourez O, Ferhani A, 2003**. Etude physico-chimique et biologique d'un écosystème aquatique : barrage de boukourdene (wilaya de Tipaza). Mém. d'ing d'état en aquaculture, ISMAL. 104p.



# Annexes

## ANNEXES

### Annexe I

**Tableau X** : Résultats des analyses physico-chimiques

<b>Première prélèvement : 24 janvier 2016</b>		
<b>Paramètres Physico-chimique</b>	<b>Station A</b>	<b>Station B</b>
Température	09	09
ph	7,3	7,9
Conductivité Spécifique	1194	722
Matières en suspension	7	7
Phosphore Total	Inférieure à la limite de détection 0,05	Inférieure à la limite de détection 0,05
DCO	<30	<30
DBO5	<3	6
O2 dissous en mg/l	6,7	7,00
Huiles et graisses	<2	<2
Salinité	0,5‰	0,2‰
Chlorures	150	130
Nitrates	0,4	0,1
Fer	0,1	0,1
Manganèse	<0,03	<0,03
Sulfates	270	93
<b>Deuxième prélèvement : 09 Février 2016</b>		
<b>Paramètres Physico-chimique</b>	<b>Station A</b>	<b>Station B</b>
Température	09	09
ph	8,1	7,7
Conductivité Spécifique	1206	720
Matières en suspension	10	23
Phosphore Total	Inférieure à la limite de détection 0,05	Inférieure à la limite de détection 0,05
DCO	<30	<30
DBO5	6	19
O2 dissous en mg/l	5,59	5,92
Huiles et graisses	<2	<2
Salinité	0,5‰	0,2‰
Chlorures	130	96
Nitrates	0,33	0,65
Fer	0,2	0,2
Manganèse	<0,03	<0,03
Sulfates	81	49

## ANNEXES

<b>Troisième prélèvement : 24 Février 2016</b>		
<b>Paramètres Physico-chimique</b>	<b>Station A</b>	<b>Station B</b>
Température	9	9
ph	8,00	7,9
Conductivité Spécifique	890	740
Matières en suspension		23
Phosphore Total	Inférieure à la limite de détection 0,05	Inférieure à la limite de détection 0,05
DCO	82	90
DBO5	14	19
O2 dissous en mg/l	4,8	4,2
Huiles et graisses	<2	<2
Salinité	0,3‰	0,2‰
Chlorures	120	120
Nitrates	0,46	0,59
Fer	0,1	0,2
Manganèse	<0,03	<0,03
Sulfates	91	42
<b>Quatrième prélèvement : 09 Mars 2016</b>		
<b>Paramètres Physico-chimique</b>	<b>Station A</b>	<b>Station B</b>
Température	10	10
ph	7,3	7,2
Conductivité Spécifique	910	976
Matières en suspension	950	140
Phosphore Total	0,27	0,95
DCO	130	82
DBO5	70	18
O2 dissous en mg/l	2,8	2,5
Huiles et graisses	<2	<2
Salinité	0,2‰	0,2‰
Chlorures	134	96
Nitrates	0,33	0,65
Fer	0,76	29,2
Manganèse	<0,03	0,34
Sulfates	51	250
<b>Cinquième prélèvement : 24 Mars 2016</b>		
<b>Paramètres Physico-chimique</b>	<b>Station A</b>	<b>Station B</b>
Température	10	11
ph	8,11	8,14
Conductivité Spécifique	721	799
Matières en suspension	18	32

## ANNEXES

Phosphore Total	Inférieure à la limite de détection 0,05	Inférieure à la limite de détection 0,05
DCO	100	<30
DBO5	25	6
O2 dissous en mg/l	10,21	10,50
Huiles et graisses	<2	<2
Salinité	0,3‰	0,3‰
Chlorures	32	53
Nitrates	1,2	1,5
Fer	0,45	1,37
Manganèse	<0,03	<0,03
Sulfates	25	43
<b>Sixième prélèvement : 10 Avril 2016</b>		
<b>Paramètres Physico-chimique</b>	<b>Station A</b>	<b>Station B</b>
Température	11	11
ph	6,5	6,5
Conductivité Spécifique	664	734
Matières en suspension	150	170
Phosphore Total	Inférieure à la limite de détection 0,05	0,3
DCO	<30	<30
DBO5	<3	7
O2 dissous en mg/l	9,11	8,90
Huiles et graisses	<2	<2
Salinité	0,1‰	0,1‰
Chlorures	71	36
Nitrates	0,98	1,4
Fer	9,85	9,7
Manganèse	<0,03	<0,03
Sulfates	63	70

# ANNEXES

## Annexe II

**Tableau XI** : Résultats des analyses bactériologiques

Date de prélèvement	Numéro de prélèvement	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Streptocoques fécaux	Staphylocoques	Salmonelles	Clostridium S/lfito-Réducteurs	
							24h	48h
24/01/2016	Amont	600	440	100	00	00	0/0/ 0/0	0/0/0/ 0
	Aval	1440	60	50	00	00	0/0/ 0/0	0/0/0/ 0
09/02/2016	Amont	3560	950	340	00	00	0/0/ 0/0	0/0/0/ 0
	Aval	4290	560	220	00	00	0/0/ 0/0	0/0/0/ 0
24/02/2016	Amont	1830	210	00	230	00	0/0/ 0/0	0/0/0/ 0
	Aval	850	110	00	00	00	0/0/ 0/0	0/0/0/ 0
09/03/2016	Amont	1700	550	00	250	00	0/0/ 0/0	0/0/0/ 0
	Aval	2200	1150	00	900	00	0/0/ 0/0	0/0/0/ 0
24/03/2016	Amont	150	50	00	140	00	0/0/ 0/0	0/0/0/ 0
	Aval	700	1300	540	220	00	0/0/ 0/0	0/0/0/ 0
10/04/2016	Amont	320	10	20	120	00	0/0/ 0/0	0/0
	Aval	900	730	130	320	00	0/0/ 0/0	0/0/0/ 0
La moyenne	Amont	1360	368.33	73.33	113.33	00	0/00 /0/	0/00/ 0
	Aval	1730	651.66	53.33	208.33	00	0/00 /0	0/0/0/ /0

## ANNEXES

---

**Tableau XII** : Les valeurs moyennes des paramètres Physico-chimiques.

<b>Paramètres Physico-chimiques et bactériologiques</b>	<b>La concentration moyenne de la station A</b>	<b>La concentration moyenne de la station B</b>
Température	9,66	9,83
ph	7,55	7,55
Conductivité Spécifique	930,83	781,83
Matières en suspension	196,5	71,66
Phosphore Total	0,27	0,12
DCO	104	86
DBO <sub>5</sub>	29	12,5
O <sub>2</sub> dissous	6,53	6,50
Huiles et graisses	2	2
Salinité	0,31	0,2
Chlorures	106,11	88,5
Nitrates	0,61	0,815
Fer	3,68	10,11
Sulfates	96,83	89,66
Coliformes totaux	1360	1730
Coliformes fécaux	368,33	651,66
Streptocoques fécaux	76,66	156,66

## ANNEXES

### Annexe III

**Tableau XIII** : Normes des paramètres physico-chimiques.

Paramètres Physico-chimiques et microbiologiques	Unités (J.O.R.A.D.P, OMS)	Normes (J.O.R.A.D.P ; 2011)	Recommandations (OMS ; 2004)
Température	° C	25	30°C
ph	/	$\geq 6,5$ Ph $\leq 9$	$6,5 \leq$ Ph $\leq 9$
Conductivité Spécifique	$\mu$ S/cm à 20°C	2500	2800
Matières en suspension	Mg/l	25	30
Phosphore Total	Mg/l	10	
DCO	Mg/l	30	30
DBO5	Mg/l	7	7
Taux de saturation en O2 dissous	%O2	30	>5
Chlorures	Mg/l Cl	600	250
Nitrates	Mg/l NO3	50	50
Fer	Mg/l	1	1
Manganèse	Mg/l	1	$\leq 0,05$
Sulfates	Mg/l	400	150

**Tableau XIV** : Normes des paramètres microbiologiques.

Paramètres microbiologiques	Unités (J.O.R.A.D.P)	Unités (OMS)	Normes (J.O.R.A D.P ; 2011)	Recommandations (OMS, 2004)
Coliformes totaux	UFC/100ml	Germes/100ml	50000	50000
Coliformes fécaux	UFC/100ml	Germes /100ml	20000	20000
Streptocoque fécaux	UFC/100ml	Germes/100ml	10000	10000
ASR	00/20ml	Spores/20ml	00	00
Salmonelles	UFC/100ml	Absent	Absent	Absent

## Annexe IV

### Matériels utilisés pour les analyses physico-chimiques

#### ❖ Appareillage

- ✓ Balance analytique
- ✓ Agitateur magnétique
- ✓ Dessiccateur et gel de silice
- ✓ Etuve de séchage à 37, à 44, à 55 °C
- ✓ Dispositif de filtration sous vide ou sous pression
- ✓ Spectromètre
- ✓ Bain marie
- ✓ Centrifugeur
- ✓ Hotte aspirante
- ✓ Oxymètre
- ✓ Incubateur
- ✓ Réfrigérateur de 0 à 4C°
- ✓ Autoclave
- ✓ Multi paramètre
- ✓ Spectromètre d'absorption atomique
- ✓ Digesteur à micro-onde
- ✓ Bain de sable

#### ❖ Verreries :

- ✓ Eprouvettes jaugés
- ✓ Pinces
- ✓ Béchers
- ✓ Barreaux magnétique
- ✓ Papier poudre
- ✓ Filtre en fibre de verre borosilicate
- ✓ Erlen mayer
- ✓ Burette
- ✓ Fiole jaugée

## ANNEXES

---

- ✓ Pipette jaugée
- ✓ Ampoule à décantation avec robinet
- ✓ Capsule en verre
- ✓ Spatule
- ✓ Entonnoir
- ✓ papier filtre
- ✓ tube à condensation
- ✓ flacon en verre borosilicaté (50ml)
- ✓ cuvette
- ✓ Micropipettes
- ✓ Dispositif de filtration à membrane avec filtres : de diamètre de pore 0,45 $\mu$ m

### ❖ Réactifs et solutions

- ✓ Cellulose microcristalline.
- ✓ Nitrate d'argent.
- ✓ Dichromate de potassium.
- ✓ Acide acétique cristallisable (CH<sub>3</sub>COOH).
- ✓ Diméthyle -2,6phénol.
- ✓ Acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).
- ✓ Acide ortho phosphorique.
- ✓ Acide amidosulfonique.
- ✓ Nitrate de potassium (KNO<sub>3</sub>).
- ✓ Sulfate d'argent (Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- ✓ Acide chlorhydrique (HCl)
- ✓ Sulfate de sodium (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- ✓ Hexane.
- ✓ Sulfate de mercure.
- ✓ Sulfate d'ammonium ferreux hexa hydraté.
- ✓ Hydrogenophthalate de potassium.
- ✓ Sulfate de fer hydraté.
- ✓ Sodium hydroxyde
- ✓ Chlorure de fer hexa hydraté.
- ✓ Chlorure d'ammonium.

## ANNEXES

---

- ✓ Dihydrogénophosphate de potassium ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ).
- ✓ Dihydrogénophosphate iodique héptahydraté.
- ✓ Hydroxyde de sodium ( $\text{NaOH}$ ).
- ✓ Acide ascorbique ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ).
- ✓ Ammonium heptamolybdatetetrahydraté.
- ✓ Tartrate de potassium et d'antimoine hémihydraté
- ✓ Peroxodisulfate de potassium ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ )
- ✓ Acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ )
- ✓ Peroxyde d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{N}_2$ )
- ✓ Solution d'acide chlorhydrique à 10 %
- ✓ Solution de chlorure de baryum à 10%
- ✓ Solution de nitrate d'argent à 10%
- ✓ Acide nitrique pur
- ✓ Alcool éthylique pur
- ✓ Ether.

### ❖ Composition des différents réactifs et solutions

#### Chlorure

##### 1- Solution étalon de nitrate d'argent 0,1N

- Nitrate d'argent .....1, 6987 g
- Eau distillée.....100 ml

##### 2- Solution de dichromate de potassium

- Dichromate de potassium.....10 g
- $\text{H}_2\text{O}$ .....100 ml

#### Nitrate

##### 1- Solution de dimethyl-2,6phénol

- Dimethyl-2,6phénol.....1,2 g
- Acide acétique.....1000 ml

Conserver dans une bouteille en verre.

## ANNEXES

---

### 2- Mélange d'acide

- Acide sulfurique.....500 ml
- Acide orthophosphorique.....500 ml
- Acide amidosulfonique.....0,04 g

Conserver dans une bouteille bouchée en verre

### 3- Solution de sulfate d'argent à 4.4 g/l

- Sulfate d'argent.....4,4 ± 0,02 g
- Eau distillée.....1000 ml

Conserver immédiatement dans une bouteille en verre foncé.

## DCO

### 1-Solution de sulfate d'argent

- Sulfate d'argent.....10 g
- H<sub>2</sub>O.....35 ml
- Acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) pur .....965 ml

### 2-Solution standard de référence de dichromate de potassium de 0,04mol/l, contenant du sulfate de mercure

- Sulfate de mercure (II).....80 g
  - H<sub>2</sub>O.....800 ml
  - Acide sulfurique pur.....100 ml
  - Dichromate de potassium.....11,768 g
- Et compléter avec l'eau distillée à 1000 ml.

### 3-Solution d'indicateur ferroin

- Sulfate de fer (III) x-ahydraté.....1,849 g
  - Sulfate d'ammonium de fer hexa hydraté.....1g
  - 1,10-phénanthroline mono hydraté.....1,50 g
- Mélanger, ajuster à 100 ml et conservée à l'obscurité.

### 4-Solution d'acide sulfurique de 4mol/l

- Acide sulfurique .....220 ml
- Eau distillée.....550 ml

## ANNEXES

---

Après refroidissement, ajuster à 1000 ml d'eau.

### 5-Solution standard volumétrique de sulfate d'ammonium ferreux (II) hexa hydraté de 0,12mol/l (solution de sel de Mohr)

- Ammonium ferreux(II) sulfure hexa hydraté.....47 g
- Acide sulfurique.....20 ml
- Eau distillée.....1000 ml

### 6-Solution de potassium hydrogenphthalate de 2,0824 mmol/l

- Potassium hydrogenphthalate.....0,4251g
- Eau distillée.....1000 ml

Conserver à 4 °C

## **DBO5**

### 1-Solution étalon de phosphate

- Dihydrogénophosphate de potassium  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ .....8,5 g
- Dihydrogénophosphate dipotassique  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ .....21,27 g
- Dihydrogénophosphate disodique heptahydraté.....33,4 g
- Chlorure ammonium  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .....1,7 g
- Eau distillée.....q.s.p.....1 L

### 2-Solution de magnésium sulfate heptahydrate

- Sulfate de magnésium heptahydraté.....22,5 g
- Eau distillée..... q.s.p .....1L

### 3-Solution Iron (III) chloride hexa hydraté

- Chlorure de fer (III) hexahydraté  $\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .....0,25 g
- Eau distillée..... q.s.p .....1L

### 4-Solution HCl

- Acide chloridrique.....0,5 mol/l
- Ou
- Acide sulfurique  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .....0,25 mol/l

### 5-Solution de sodium hydroxide à 20g/l

- Sodium hydroxyde.....20 g

## ANNEXES

---

- Eau distillée..... q.s.p .....1L

### **Phosphore :**

#### 1- Acide ascorbique

- $C_6H_8O_6$ .....10 g
- $H_2O$ .....100 ml

#### 2- Acide sulfurique

- $H_2SO_4$ .....230 ml
- $H_2O$ .....100 ml

#### 3- Hydroxyde de sodium

- NaOH .....8 g
- $H_2O$ .....100 ml

#### 4- Péroxodisulfate de potassium

- $K_2S_2O_8$ .....5 g
- $H_2O$ .....100 ml

#### 5- Acide molybdate

- A.  $[(NH_4)_6 MO_7 O_{24} ,4H_2O]$ .....13 g  
 $H_2O$ .....100 ml

- B.  $[K(SbO) C_4H_4O_6 ,1/2 H_2O]$ .....0.35g  
 $H_2O$ .....100 ml

- C.  $H_2SO_4$ .....4.5 mol/l

Additioner A+B+C dans une bouteille d'1 litre en verre inactinique.

### **Manganèse**

#### 1-Acide nitrique : C ( $HNO_3$ ) =1,5 mol/l

- Acide nitrique.....100 ml
- Eau distillée.....600 ml

## ANNEXES

---

2-Acide nitrique : C (HNO<sub>3</sub>) = 0,03 mol/l

- Acide nitrique.....1 ml
- Eau distillée.....400 ml

## Annexe V

### Matériels utilisés pour les analyses bactériologiques

#### ❖ Appareillages :

- ✓ Rampe de filtration en acier inoxydable.
- ✓ Pompe à vide.
- ✓ Bec de benzène.
- ✓ Bain marie.
- ✓ Etuves (37 °C, 44 °C)
- ✓ Réfrigérateur
- ✓ Glaciaire

#### ❖ Verreries :

- ✓ Boîtes de Pétri stériles.
- ✓ Pince stérile.
- ✓ Pipettes pasteur stériles à usage unique.
- ✓ Flacons en verre stériles de 250 ml à 500 ml.
- ✓ Membrane de filtration stérile de 0.45µm de porosité.
- ✓ Tubes stériles.
- ✓ Anse de platine.
- ✓ Bécher stérile.

#### ❖ Milieu de culture :

- ✓ Gélose viande foie (VF)
- ✓ Milieu de Chapman au mannitol.
- ✓ Gélose Hektoen.
- ✓ Bouillon au Sélénite de Sodium Cystéine (SFB D/C)
- ✓ Milieu de Slanetz et Barteley.
- ✓ Gélose BEA.

## ANNEXES

---

### ❖ Réactif et Additif :

- ✓ Alun de fer
- ✓ Sulfite de sodium
- ✓ Additif SFB
- ✓ Additif Slanetz

### ❖ Milieu de Chapman au mannitol

Pour 1 litre de milieu :

- Tryptone.....5,0 g
- Peptone pepsique de viande .....5,0 g
- Extrait de viande .....1,0 g
- Mannitol .....10,0 g
- Chlorure de sodium .....75,0 g
- Rouge de phénol .....25,0 mg
- Agar agar bactériologique.....15,0 g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 7,4 ± 0,2.

### ❖ Milieu de Slanetz et Barteley

Pour 1 litre de milieu :

- Tryptose .....20 g
- Extrait de levure.....5 g
- Glucose.....2 g
- Phosphate dipotassique.....4 g
- Azide de sodium.....0,4 g
- Chlorure de 2, 3, 5 triphényltétrazolium .....0,1 g
- Agar-agar bactériologique.....10 g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25 °C : 7,2 ± 0,2.

### ❖ Gélose viande foie (VF)

Pour 1 litre d'eau distillée

- Base viande foie ..... 30,0 g
- Glucose ..... 2,0 g
- Agar..... 6,0 g

pH 7,4

### ❖ Bouillon au Sélénite de Sodium Cystéine (SFB D/C)

Pour 1 litre de milieu :

- - Tryptone.....5,0 g
- - Lactose .....4,0 g
- - Phosphate disodique .....10,0 g
- - Hydrogénosélénite de sodium.....4,0 g
- - L-cystine.....10,0 mg

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25 °C : 7,0 ± 0,2.

### ❖ Gélose Hektoen

En g par litre d'eau distillée

- Protéose peptone.....12 g
- Extrait de levure.....3 g
- Chlorure de sodium.....5 g
- Thiosulfate de sodium.....5 g
- Sels biliaires.....9 g
- Citrate de fer III et d'ammonium.....1,5 g
- Salicine.....2 g
- Lactose.....12 g
- Saccharose.....12 g
- Fuschine acide.....0,1 g

## ANNEXES

---

- Bleu de bromothymol.....0,065 g
- Agar.....14 g
- Eau distillée .....q.s.p.....1000 ml

### ❖ **Gélose BEA (gélose Bile Esculine Azide)** selon la norme ISO 7899-2

Pour 1 litre d'eau distillée

- Peptone:.....17,0 g
- Peptone pepsique de viande:.....3,0 g
- Extrait de levure:.....5,0 g
- Esculine :.....1,0 g
- Citrate de sodium:.....1,0 g
- Citrate de fer ammoniacal:.....0,5 g
- Bile de bœuf déshydratée:.....10,0 g
- Azide de sodium : .....0,25 g
- Chlorure de sodium:.....5,0 g
- Agar:.....13,0 g

pH = 7,1

### ❖ **Sulfite de sodium à 10%**

- Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, 7H<sub>2</sub>O (Hyperhydraté).....10 g
- Eau distillée.....100 ml

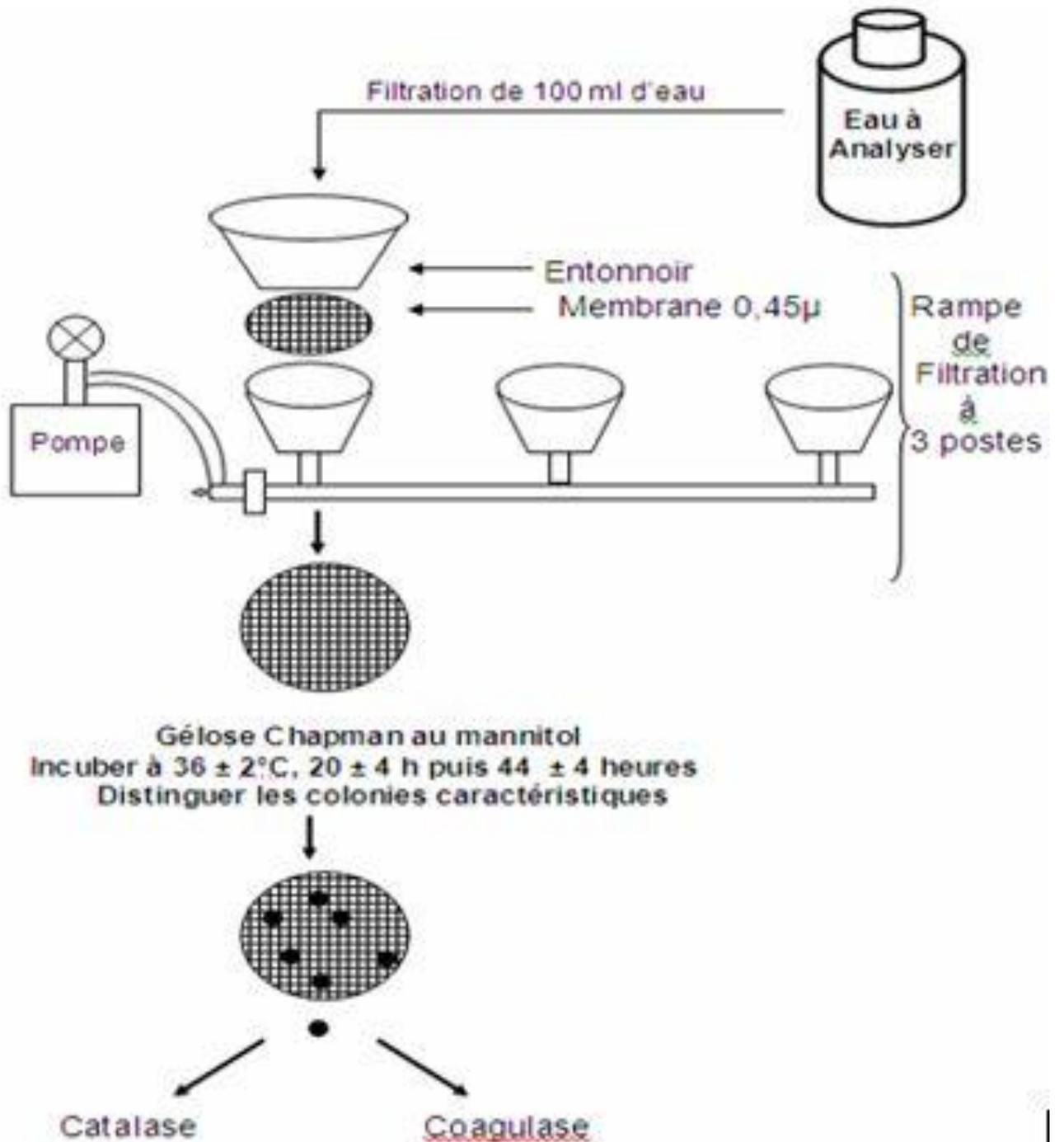
### ❖ **Alun de fer à 5%**

- Citrate ammoniacal (Alun de Fer).....5 g.
- Eau distillée.....100 ml.

## ANNEXES

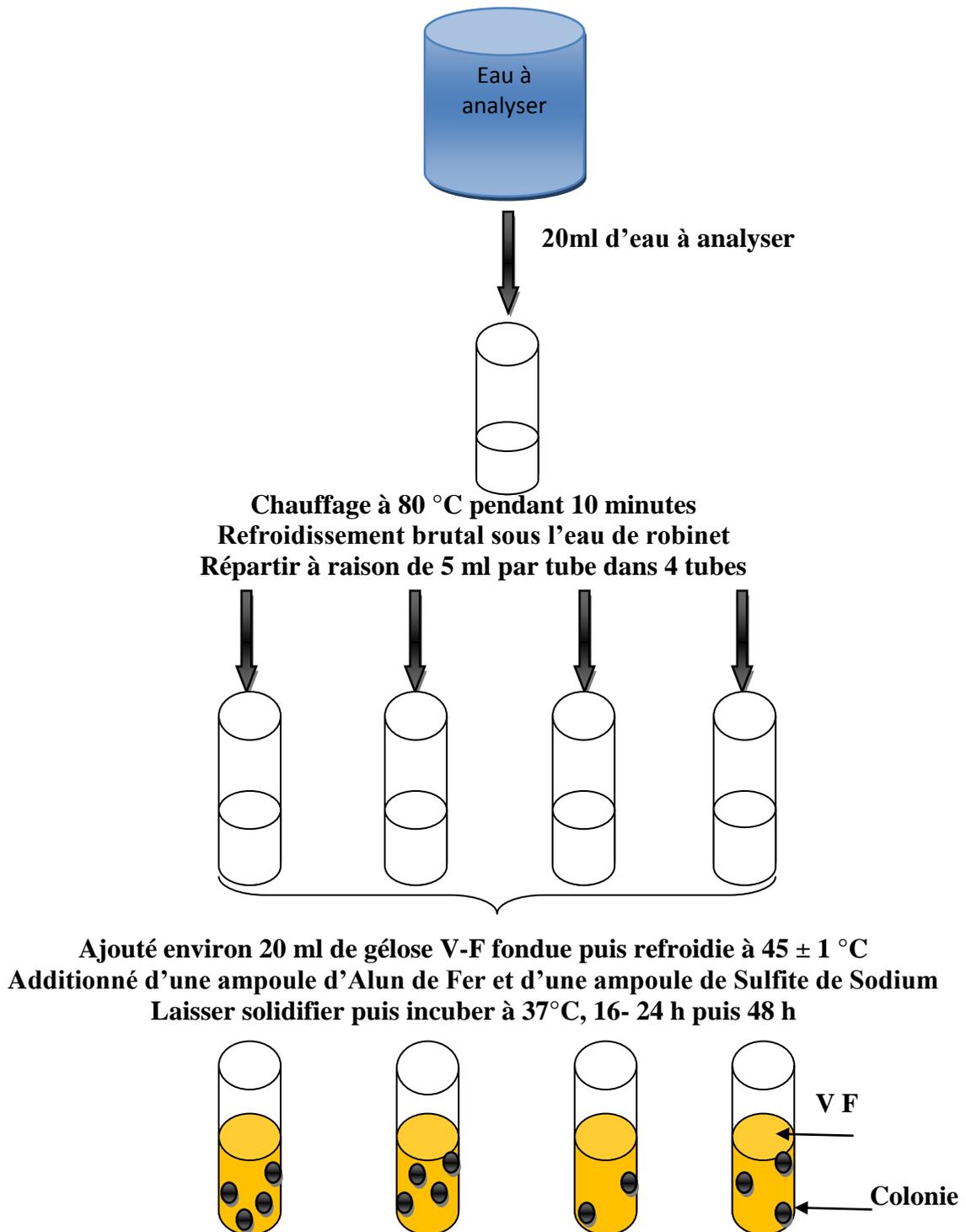
### Annexe VI

Technique de dénombrement des germes bactériologique



**Recherche des Staphylocoques par filtration sur membrane**

## ANNEXES



**Recherche des spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices**

# ANNEXE

---

## Annexe VII

### Matériels des analyses physicochimiques et bactériologiques



Spectromètre



Rampe de filtration



Bain marie



Dessiccateur



Etuve



Ampoule à décantation