



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

**Département :** Biologie Et Ecologie Végétale

**قسم :** بيولوجيا و ايكولوجيا النبات

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master**

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Ecologie et environnement

**Spécialité :** Ecologie fondamentale et appliquée

Intitulé :

---

## **Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux dans un établissement de santé (Hôpital d'Ali Mendjeli).**

---

**Présenté et soutenu par : KADRI Djihad et BOUDERSA Khadîdja**

**Le : 24/06/2018**

**Jury d'évaluation :**

**Président du jury :** SAHLI L (MCA-UFM Constantine).

**Rapporteur :** TOUATI Laid (MCB-UFM Constantine).

**Examineurs :** KERBOUA F (MAA-UFM Constantine).

*Année universitaire  
2017 - 2018*

## Dédicace

---

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes chers grands pères et mères.*

*Mes chers parents Lakhdar et Samira.*

*Mes chers oncles.*

*Mes chères tantes Rajia, Hayat, Nabila, Nadia et Fouzia.*

*Mes chers frères Seif et Zaki.*

*Ma chère soeur Soumia.*

*Mes chères cousines Amani et Imen*

*Mes chers enseignants...*

*A toutes la famille Kadri et Lechehab.*

*Toutes mes amies (Marwa, Chorouk, Chahinaz, Imen).*

*Toute personne qui a contribué à la réalisation de ce manuscrit de  
près ou de loin.*

*DJIHAD.K*

---

*Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes chers parents Houés et Fatiha*

*Mes chers frères Amar, Hamza, Mohammed et Ibrahim.*

*A la mémoire de ma chère sœur Fatima, Que Dieu, le miséricordieux,  
vous accueille dans son éternel paradis.*

*A ma grande famille : mes tantes, mes oncles ainsi que mes cousins  
et cousines.*

*Mes chers enseignants...*

*Toutes mes amies (Djihad, Hawa, Marwa....).*

*Toute personne qui a contribué à la réalisation de ce manuscrit de  
près ou de loin.*

*KHADIDJA .B*

## Remerciements

---

Avant tout, nous remercions notre créateur « **Allah** » tout puissant qui nous avons guidé, nous avons donné la force, la santé et la volonté pour réaliser ce travail et arriver à ce stade scientifique.

Les travaux présentés dans ce mémoire ont été effectués au sein des laboratoires de la société de l'eau et de l'assainissement de Constantine.

Nous exprimons notre plus vifs remerciements et notre profondes gratitude à madame **Sahli L** (MCA-UFM Constantine) d'avoir accepté de présider le jury. Qu'elle reçoive toute gratitude et respect.

Nous tenons à remercier vivement monsieur **Touati laid** (MCB-UFM Constantine), notre encadreur, qui nous avons fait l'honneur d'assurer la direction de ce travail.

Nous exprimons aussi toute notre gratitude à monsieur **Kerboua F** (MAA- UFM Constantine), pour avoir accepté d'en être l'examineur de mon travail.

Nos remerciements s'adressent également à toute l'équipe de la société de l'eau et de l'assainissement de Constantine. Qui nous ont accueillies dans leurs laboratoires pour la réalisation des analyses des eaux. Malgré leurs multiples responsabilités et leurs temps précieux, ils n'ont pas hésité à notre 'aider tant sur le plan technique que moral.

A toute personne qui de près ou de loin a participé et contribuer à la réalisation de ce travail. En dernier, notre vif remerciement à toute personne qui nos soutenue durant ce long parcours.

Grand merci à tous.

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau 1:</b> les critères et limites de qualité bactériologique des eaux destinées à la consommation humaine.....	3
<b>Tableau 2:</b> les critères et limites de qualité physico-chimique des eaux destinées à la consommation humaine .....	4
<b>Tableau 3:</b> résultats des paramètres physico-chimiques.....	24
<b>Tableau 4 :</b> résultats de l'examen Bactériologique des eaux analysées.....	36

## Liste des figures

---

<b>Figure 1:</b> Protocole expérimental de Recherche et dénombrement des anaérobies sulfitoréductrices.....	18
<b>Figure 2:</b> Protocole expérimental de Recherche et dénombrement des Streptocoques de groupe D .....	20
<b>Figure 3:</b> Protocole expérimental de Recherche et dénombrement des coliformes fécaux.....	23
<b>Figure 4 :</b> Les valeurs du pH dans les eaux étudiées .....	24
<b>Figure 5 :</b> Les valeurs de la turbidité dans les eaux étudiées.....	25
<b>Figure 6 :</b> Les valeurs de la conductivité dans les eaux étudiées.....	27
<b>Figure 7 :</b> les valeurs de la température dans les eaux étudiées.....	28
<b>Figure 8 :</b> Les teneurs du phosphates dans les eaux étudiées.....	29
<b>Figure 9:</b> Les teneurs des nitrites dans les eaux étudiées.....	29
<b>Figure 10 :</b> Les teneurs du cyanure dans les eaux étudiées.....	30
<b>Figure 11 :</b> Les teneurs du cadmium dans les eaux étudiées.....	31
<b>Figure 12 :</b> Les teneurs du fer dans les eaux étudiées.....	32
<b>Figure13 :</b> Les teneurs d'aluminium dans les eaux étudiées.....	33
<b>Figure 14 :</b> Les teneurs de chlorures dans les eaux étudiées.....	34
<b>Figure 15 :</b> Les teneurs du calcium dans les eaux étudiées.....	34
<b>Figure 16 :</b> Les valeurs de la Dureté totale dans les eaux étudiées.....	35
<b>Figure 17 :</b> Les résultats de la recherche des anaérobies sulfito-réductrices.....	37
<b>Figure 18:</b> Les résultats de la recherche des Streptocoques de groupe D.....	38
<b>Figure 19 :</b> Les résultats de la recherche des coliformes fécaux.....	39

## Liste des abréviations

---

**Al** : Aluminium.

**CE** : Conductivité.

**Ph** : Potentiel hydrogène.

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : Nitrites.

**Cd** : Cadmium.

**Fe<sup>2+</sup>** : Fer.

**Cl<sup>-</sup>** : Chlorures.

**TH** : Dureté.

**Ca<sup>2+</sup>** : Calcium.

**HCN** : Acide cyanhydrique.

**NTU** : Unité de Turbidité Néphélométrie

**mg/l** : Milligramme par litre.

**µs/cm** : micro-siémens par centimètre.

**E. bâche à eau** : Eau de la bâche à eau.

**Exosmose** : Eau osmose.

**JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne.

**E- coli** : Escherichia coli.

## Résumé

---

L'eau dans les établissements de santé est susceptible de se dégrader à tout moment entre l'usine de traitement et les points d'usages au niveau des services hospitaliers. Elle peut être une source des risques infectieux parasitaires et des risques toxiques en cas de contamination physico-chimique ou microbienne et particulièrement pour les patients immunodéprimés. Pour apprécier la qualité des eaux de l'hôpital Abdelkader-Bencherif d'Ali-Mendjeli (Constantine), un contrôle physico-chimique et bactériologique a été réalisé sur deux types d'eaux : l'eau de la bêche à eau et l'eau osmosée. Afin d'évaluer les différents paramètres et les comparer avec les normes des eaux de consommation humaines

Les analyses ont été effectuées sur ces échantillons en mesurant les paramètres physico-chimiques suivants : pH, turbidité, conductivité (CE), température, phosphates, nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ), cyanure, cadmium (Cd), fer ( $\text{Fe}^{2+}$ ), aluminium (Al), chlorures ( $\text{Cl}^-$ ), dureté (TH), Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), et en recherchant éventuellement les germes indésirables : les anaérobies sulfito-réductrices, les Streptocoques du groupe D et les coliformes fécaux.

Les résultats des analyses effectuées ont fait ressortir que les eaux étudiées sont de bonne qualité physico-chimique et bactériologique. Elles ne possèdent donc aucun risque pour les consommateurs et surtout pour les patients immunodéprimés.

**Mots clés:** Qualité, établissement de santé, physico-chimique, bactériologique, hôpital Ali Mendjeli.

## Abstract

---

In a hospital environment, water could be a source of dangerous infections due to physico-chemical and microbiological contamination. To assess the quality of well water for human consumption in Abdelkader-Bencherif hospital (Ali-Mendjeli, Constantine), a physico-chemical and microbiological control was carried out on two samples of water. In order to assess the different parameters, and compare them with human water consumption standards.

The analyzes were performed on these samples by measuring the following physico-chemical parameters : Temperature, pH, electric conductivity (EC), nitrites, chloride, iron, cadmium, calcium, aluminum. And possibly seeking unwanted bacteria : Sulfite-reducing, streptococci group D and fecal coliforms.

The results of analyzes have been shown that the waters have a good physico-chemical and microbiological quality. They do not pose any risk for consumers and especially for immunocompromised patients.

**Key words :** Quality, hospital environment, physico-chemical, microbiological, Ali-Mendjeli hospital.

ان المياه داخل المؤسسات الصحية من المحتمل ان تتدهور في اي وقت بين محطة المعالجة ونقاط الاستخدام، حيث يمكن ان تكون منبعاً لعدوى خطيرة ولخطر التسمم في حالة التلوث الفيزيو-كيميائي و الميكروبيولوجي خاصة للمرضى ذوي الجهاز المناعي الضعيف. لتقييم نوعية مياه المؤسسات الاستشفائية المخصصة للاستعمال البشري في مستشفى عبد القادر بن شريف بعلي منجلي(قسنطينة). اجري فحص فيزيو-كيميائي و بكتريولوجي على عدة عينات اخذت من نوعين من المياه. من اجل تقييم مختلف المعايير ومقارنتها مع المعايير المعتمدة للمياه المخصصة للاستعمال البشري.

اجريت التحاليل على هذه العينات عن طريق قياس المعايير الفيزيو-الكيميائية التالية: درجة الحرارة، درجة الحموضة، العكارة، الكالسيوم، الكلوريد، النتريت، الكاديوم، الفوسفات، و البحث على الجراثيم الغير مرغوب فيها: بكتيريا القولون البرازية، العقديات البرازية و الكلوسترديوم.

وقد اظهرت نتائج التحاليل ان المياه المدروسة ذات جودة فيزيو-كيميائية و بكتريولوجية جيدة. ان هي لا تشكل خطر على المستهلكين خاصة على المرضى ذوي الجهاز المناعي الضعيف.

**كلمات البحث:** جودة، مؤسسة استشفائية، الفيزيو-كيميائي، الميكروبيولوجي، مستشفى علي منجلي.

# Sommaire

---

## Liste des tableaux

## Liste des figures

## Liste des abréviations

## Résumés

## Introduction.....1

### Chapitre 1 : L'eau à l'hôpital

#### 1.1 Principaux dangers et risques sanitaires liés à l'utilisation de l'eau à l'hôpital.....2

##### 1.1.1 Risques infectieux et parasitaires.....3

##### 1.1.2 Risques toxiques.....4

##### 1.1.3 Risque lié aux brûlures.....5

#### 1.2 Typologie des différentes catégories d'eau, leurs traitements éventuels et leurs usages.....5

##### 1.2.1 Typologie des différentes catégories d'eau .....5

###### 1.2.1.1 Eau ne subissant aucun traitement à l'hôpital.....6

###### 1.2.1.2 Eaux spécifiques traitées au sein de l'hôpital.....7

###### 1.2.1.3 Eaux stériles.....9

###### 1.2.1.4 Eaux techniques.....9

##### 1.2.2 Différents traitements complémentaires de l'eau à l'hôpital.....9

### Chapitre 2 : Matériel et Méthodes

#### 2.1 Présentation des échantillons.....12

##### 2.1.1 L'eau de la bûche à eau.....12

##### 2.1.2 L'eau osmosée.....12

## Sommaire

---

2.2 Etude physico-chimique.....	12
2.2.1 Prélèvements physico-chimiques.....	13
2.2.2 Méthodes d'analyses.....	13
2.2.2.1 Paramètres physico-chimiques.....	13
2.2.2.2 Paramètres de la pollution.....	14
2.2.2.3 Eléments toxiques.....	14
2.2.2.4 Eléments indésirables.....	15
2.2.2.5 Minéralisation .....	15
2.3 Examen Bactériologique.....	17
2.3.1 Les germes recherchés.....	17
2.3.2 Prélèvement pour l'analyse bactériologique.....	17
2.3.3 Transport des échantillons.....	17
2.3.4 Méthodes d'analyses.....	17
2.3.4.1 Recherche et dénombrement des anaérobies sulfito-réductrices .....	17
2.3.4.2 Recherche et dénombrement des Streptocoques de groupe D .....	19
2.3.4.3 Recherche et dénombrement des coliformes fécaux .....	21
<b>Chapitre 3 : Résultats et discussion</b>	
3.1 Analyse physico-chimique.....	24
3.1.1 Paramètres physico-chimiques.....	25
3.1.2 Paramètres de pollution.....	28
3.1.3 Eléments toxiques.....	30
3.1.4 Eléments indésirables.....	31
3.1.5 Minéralisation.....	33

## Sommaire

---

3.2 Examen Bactériologique.....	35
3.2.1 Recherche et dénombrement des anaérobies sulfito-réductrices à 37°C .....	36
3.2.2 Recherche et dénombrement des Streptocoques de groupe D .....	37
3.2.3 Recherche et dénombrement des coliformes fécaux.....	38
<b>Conclusion.....</b>	<b>39</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>40</b>

## Introduction

---

L'eau est un élément essentiel à la vie sur terre, elle est à la source de nombreuses activités humaines. En milieu hospitalier la qualité de l'eau potable est susceptible de se dégrader à tout moment entre l'usine de traitement et les points d'usages au niveau des services hospitaliers, plusieurs causes sont à l'origine de cette dégradation tels que: la concentration en chlore résiduel, le développement de biofilm, la stagnation de l'eau, l'état de l'entretien des canalisations, la température ainsi que la turbidité. La maîtrise de qualité de l'eau dans un établissement de santé représente une difficulté importante, un souci permanent et une grande responsabilité, du fait de la grande diversité des lieux et des types d'usages médicaux ou les risques infectieux parasitaires et les risques toxiques sont d'autant plus sensibles qu'un certain nombre de malades (des patients fragilisés ou immunodéprimés). **(Gilles Brucker et al., 2000)**.

A l'échelle mondiale 4% des décès et 5.7% de la charge de morbidité sont causées par des maladies infectieuses d'origine hydrique. Les bactéries telles que les *Cyanobactéries*, *Légionnelle*, *Aeromonas* et *Pseudomonas aeruginosa*, peuvent séjourner dans l'eau et s'adapter à toutes les conditions physico-chimiques du milieu avant toute contamination **(Bekkari et al.2016)**.

La contamination des eaux hospitaliers par des substances chimiques indésirables ou toxiques présente en quantité trop importante peut provoquer une toxicité chronique et rarement aigue (le cas d'une pollution accidentelle). Pour certains usages, en particulier l'hémodialyse, la présence de toxique même en faible concentration constitue un risque grave pour le patient.

C'est dans ce cadre que s'inscrit ce travail qui a pour objectif l'évaluation physico-chimique et bactériologique de la qualité des eaux utilisés en milieu hospitalier ( eau de la bêche a eau et eau osmose).

Les différentes parties de ce mémoire sont présentés comme suit :

- Une introduction
- Un premier chapitre relatif la qualité des eaux a l'hôpital
- Le deuxième chapitre est consacré à la description du matériels et méthodes rappellent les techniques d'analyse mises en œuvre.
- Les résultats et leurs interprétations font l'objet du troisième chapitre.

### 1.1 Principaux dangers et risques sanitaires liés à l'utilisation de l'eau dans les établissements de santé

Les principaux risques sanitaires liés à l'utilisation de l'eau dans les établissements de santé sont essentiellement de nature infectieuse et plus rarement toxique. La contamination microbiologique ou chimique de l'eau peut avoir deux origines, dans certains cas, l'eau du réseau public peut véhiculer des microorganismes ou des substances chimiques la rendant dangereux pour certains malades. Si la présence de bactéries, de virus et de champignons constituent un risque à court terme, celle de substances toxiques résulte des risques à moyen et à long terme le cas de la pollution accidentelle. **(Hartmann et al., 2003)**. Il faut également mentionner le risque lié aux brûlures par l'eau chaude qui sont des accidents relativement fréquents et dont les conséquences peuvent être graves.

#### 1.1.1 Risques infectieux et parasitaires

Les micro-organismes responsables d'infections (bactéries, virus, parasites et micro algues) peuvent être transporté par l'eau, le degré de gravité des manifestations pathologiques liées à l'eau varie selon :

- **La nature des micro-organismes**

Certains ont une faible dose minimale infectieuse (virus) il suffit quelques unités formant une colonie pour infecter un individu susceptible, d'autres bio-contaminants doivent être présente en quantité beaucoup plus importante pour initier l'infection (bactéries, champignons, algues). **(Hartmann et al., 2003)**.

- **La voie d'exposition**

L'exposition au bio-contaminants peut être par ingestion d'eau et de denrée alimentaire, par le contact cutané-muqueux, l'inhalation d'aérosols contaminés (Actinomyose, Flavolacterium) comme elle peut être par l'utilisation de dispositifs médicaux invasifs (rinçage). **(Hartmann et al., 2003)**.

- **L'état immunitaire des patients exposés**

La gravité des infections dépend de l'état immunitaire des individus exposés. une faible immunité permet plus facilement à un micro-organisme d'exprimer sa virulence et aux pathogènes de déclencher une infection. **(Hartmann et al., 2003)**.

Les infections liées à une contamination par l'eau ont ainsi des degrés variables de gravité. On distingue :

### - Les infections digestives

Elles sont plus souvent dues à des contaminations par les aliments ou à des contaminations interhumaines. Au milieu hospitalier, sont provoquées par des virus, souvent rotavirus, et entérovirus, des bactéries (*Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter*,...) ou des parasites, comme *Giardia intestinalis* ou *Cryptosporidium parvum*. D'autres infections digestives à bactéries d'origine hydrique (*Pseudomonas aeruginosa*, *aeromonas hydrophila*...) apparaissent plus particulièrement chez des sujets immunodéprimés. (Hartmann et al., 1992).

### - Les infections respiratoires

Elles sont liées à l'inhalation d'aérosols contaminés par des bacilles à gram négatif (*Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacterbaumanil*,...) et à certaines mycobactéries. Elles sont d'autant plus graves qu'elles touchent des personnes fragilisées comme les personnes âgées ou immunodéprimées. Les facteurs de risques comprennent l'usage des douches, suite à la contamination des réseaux de distribution d'eau, les micro-aspirations par fausses routes alimentaires et l'utilisation de dispositifs médicaux. (Mottier D., 2008).

#### o Les critères et limites de qualité bactériologique des eaux destinées à la consommation humaine

Le tableau ci-dessous représente les critères et limites de qualité bactériologique des eaux destinées à la consommation humaine selon la norme Algérienne (JORA, 2011).

**Tableau 1:** Les critères et limites de qualité bactériologique des eaux destinées à la consommation humaine.

Paramètres	Unités	Valeurs indicatives
Escherichia coli	n/100ml	0
Entérocoques	n/100ml	0
Bactéries sulfitoréductrices	n/20ml	0

### 1.1.2 Risques toxiques

Le risque toxique se caractérise par la présence dans l'eau de substances chimiques indésirables ou toxiques en quantité trop importante. A l'hôpital, le risque de contamination toxique peut provenir de la dissolution des matériaux de canalisation (cuivre, plomb,...) comme il peut provenir de pollutions accidentelles par des substances toxiques en cas de rupture ou mise en dépression du réseau .en dehors des pollutions accidentelles, les concentrations en substances toxiques sont généralement trop faibles pour causer des intoxications aiguës. Toutefois, pour certains usages, en particulier l'hémodialyse, la présence de toxique même en faible concentration constitue un risque grave pour le patient. **(Herault S., 1999).**

### Médicaments dans l'eau potable

Les effets des polluants émanant des résidus de certaines molécules thérapeutiques qui se retrouvent dans l'eau de boisson sur la santé humaine, restent obscurs. Qu'elles soient utilisées en médecine humaine ou vétérinaire, bien des substances pharmaceutiques sont en partie rejetés dans l'environnement après consommation. Éliminées par voie urinaire ou fécale, elles partent ensuite dans les eaux usées soit sur leur forme active initiale, soit sous forme de substances dérivées. Or, les stations d'épuration n'éliminent pas complètement les médicaments. **(Hartemann et al., 1992).**

- **Les critères et limites de qualité physico-chimique des eaux destinées à la consommation humaine**

Le tableau ci-dessous représente les critères et limites de qualité physico-chimique des eaux destinées à la consommation humaine selon la norme Algérienne **(JORA, 2011).**

**Tableau 2:** Les critères et limites de qualité physico-chimique des eaux destinées à la consommation humaine.

Paramètres	Unités	Valeurs indicatives
Concentration en ions hydrogène	Unité pH	$\geq 6,5$ et $\leq 9$

Turbidité	NTU	5
Conductivité	µS/Cm	2800
Température	°C	25
Phosphates	mg/l	5
Ammonium	mg/l	0.5
Nitrites	mg/l	0.2
Cadmium	mg/l	0.01
Cyanure	mg/l	0.05
Fer	mg/l	0.3
Manganèse	mg/l	0.05
zinc	mg/l	5
Turbidité	NTU	5
Chlorures	mg/l	500
Calcium	mg/l	200
Sulfates	mg/l	400
TA	mg/l	5

### 1.1.3 Risque lié aux brûlures

Selon l'organisation mondiale de la santé le danger de brûlures est dans 50% des cas, lié à des liquides chauds. Il est très important par rapport au danger des flammes (30%), du contact avec des objets chauds (10%) et de l'électricité (4%). Parmi ces liquides, l'eau chaude représente une cause importante de brûlures (de 20 à 30%). Leur gravité est fonction de la température et du temps de contact avec la peau. **(Hartmann et al., 2003).**

## 1.2 Typologie des différentes catégories d'eau, leurs traitements éventuels et leurs usages

### 1.2.1 Typologie des différentes catégories d'eau

Plusieurs catégories d'eau peuvent être distinguées au sein de l'hôpital en fonction des qualités requises et des usages. Quatre grandes catégories d'eau ont été distinguées, en fonction des usages et de l'absence ou de la mise en œuvre de traitements complémentaires de l'eau. **(Hartmann et al., 2003).**

### 1.2.1.1 Eau ne subissant aucun traitement à l'hôpital

Il s'agit des eaux destinées à des usages alimentaires, sanitaires et de soins, provenant du réseau d'adduction publique ou d'un forage privé. et n'ayant subi aucun traitement au sein de

L'établissement de santé. en fonction des usages, on distingue deux catégories :

- **Eau à usage alimentaire**

Les réseaux internes aux établissements de santé peuvent être de longueurs variables, être alimentés par des mélanges d'eaux et parfois comporter des réservoirs, ce qui peut impliquer des variations de la qualité de l'eau distribuée. C'est pourquoi on distingue deux sous-catégories d'eau : l'eau d'entrée dans l'établissement de santé et l'eau distribuée aux points d'usage. **(Arsacet al., 2015).**

#### **L'eau d'entrée**

Il s'agit de l'eau froide arrivant à l'entrée de l'établissement, que ce soit à l'interface avec le réseau public ou à la sortie d'un forage au sein de l'établissement. **(Arsac et al., 2015).**

#### **L'eau aux points d'usage**

Il s'agit de l'eau utilisée directement ou indirectement par toute personne au sein de l'établissement. il concerne l'eau froide de chaque robinet intérieur ou extérieur aux bâtiments au sein de l'établissement. ces eaux sont destinées à des usages alimentaires et sanitaires. **(Hartmann et al., 2003).**

- **Eau pour soins standards**

Outre son utilisation pour des usages alimentaires. L'eau distribuée par le réseau interne peut être utilisée pour les soins standards (soins de base pour des patients sans risque particulier) en mélange avec de l'eau chaude pour produire de l'eau mitigée. Ce dernier est celle le plus souvent utilisée pour les soins. L'eau pour soins standards peut aussi être utilisée pour le nettoyage et le rinçage de certains dispositifs médicaux, comme par exemple le rinçage terminal des endoscopes en endoscopie ORL, digestive haute et basse, sauf en cas d'accès à une cavité stérile. **(Boudot et al., 1995).**

### 1.2.1.2 Eaux spécifiques traitées au sein de l'hôpital

Il s'agit des eaux destinées à des usages alimentaires, sanitaires et de soins, ayant subi un traitement au sein de l'hôpital, répondant à des critères définis en fonction des usages.

- **Eau bactériologiquement maîtrisée**

Il s'agit d'eaux de qualité bactériologique supérieure à celle de réseau, obtenues après traitement chimique ou physique de l'eau du réseau. L'eau obtenue après ces traitements n'est en aucun cas une eau stérile.

Le choix du système de traitement doit être réfléchi et répondre à une utilisation spécifique limitée. (**Hartmann et al., 2003**).

Les procédés les plus couramment utilisés sont :

#### **La microfiltration sur membrane** aux points d'usages ou **filtration terminale**

Il s'agit de l'installation d'un filtre de porosité 0.22 micron au niveau du point de distribution, éventuellement associées à un pré-filtre. Les micro-organismes sont arrêtés par la membrane du filtre. Il existe également des filtres à usage unique dont la durée d'utilisations est de quelques jours.

**La chloration**, l'eau est désinfectée par une chloration programmée réalisée un temps donné dans la journée à l'aide d'une pompe à chlore.

**Les lampes à rayons ultra-violets**, ce procédé de traitement est de moins en moins rencontré dans les établissements de santé de par ses résultats aléatoires et les contraintes liées à l'entretien des lampes.

**La désinfection thermique**, les résultats peuvent être là aussi aléatoires et la mise en œuvre technique est parfois difficile.

- **Eau chaude**

L'eau chaude sanitaire est utilisée notamment pour la toilette des patients, pour le lavage des mains du personnel soignant. Elle est produite à partir du réseau de distribution d'eau froide après production instantanée (procédé préférable en terme de prévention de la contamination par les *légiionnelles*) ou après accumulation. Par le

procédé de chauffage et les traitements éventuels (anticorrosion, chlore..), les qualités bactériologiques et physico-chimique de l'eau sont modifiées. C'est la raison pour laquelle elle ne doit pas être utilisée comme eau de poisson. Le risque infectieux principal lié à l'eau chaude sanitaire concerne les légionnelles. **(Hartmann et al., 2003)**.

- **Eau purifiée**

C'est une eau destinée à la préparation de médicaments autres que ceux qui doivent être stériles. Elle est produite à partir d'eau potable par divers procédés osmose inverse et / ou déminéralisation et / ou distillation.

- **Eau hautement purifiée**

C'est une eau destinée aux préparations de médicaments lorsqu'une eau d'une qualité biologique élevée est nécessaire, sauf dans les cas où l'emploi de l'eau pour préparations injectable est requis. L'eau hautement purifiée est produite à partir d'eau destinée à la consommation humaine. Les procédés de production actuels comprennent par exemple l'osmose inverse à double passage, combinée a d'autres techniques telles que l'ultrafiltration et la désionisation.

- **Eau des fontaines à usage de boisson**

L'eau des fontaines à usage de boisson est généralement rafraîchie à une température de 8 à 12 °C. Elle peut aussi subir d'autres traitements physico-chimiques (filtre, charbon actif, UV,...).Elle doit répondre aux mêmes critères de potabilité que l'eau aux points d'usages. **(Arsac et al., 2015)**.

- **Eau pour hémodialyse**

L'eau pour hémodialyse est généralement produite à partir de l'eau de réseau de distribution et traitée de manière complémentaire par une filière qui comporte plusieurs étapes : filtration, filtration sur charbon actif, adoucissement, osmose inverse et/ou échange d'ions, microfiltration et/ou ultrafiltration dans des installations de traitement d'eau spécifique. La présence de micro-organismes dans cette eau, qui entre dans la constitution du dialyse, peut notamment entraîner des réactions fébriles. Les risques de contamination de l'eau pour hémodialyse interviennent en cas de dysfonctionnement du système de traitement d'eau, ou en cas de non

accessibilité aux désinfectants, ces points critiques doivent donc faire l'objet de contrôles et d'une maintenance rigoureuse pour prévenir tout risque de contamination. **(Hartmann et al., 2003).**

### 1.2.1.3 eaux stériles

- **eau pour préparations injectables**

Il s'agit de l'eau pour préparations injectables qui est destinée à la préparation industrielle de médicaments par voie parentérale dont le véhicule est aqueux.

- **Eau pour irrigation**

Il s'agit des préparations aqueuses stériles de grands volumes, destinées à l'irrigation des cavités, des lésions et des surfaces corporelles, elle doit être utilisée une seule fois et les quantités non utilisées doivent être jetées après ouverture et non conservées. **(Arsac et al., 2015).**

- **eau potable stérilisée**

Cette eau est obtenue par ébullition ou autoclavage de l'eau potable.

### 1.2.1.4 Eaux techniques

Pour de nombreux usages techniques, de l'eau de différents niveaux de qualité est nécessaire, en particulier pour la stérilisation, les réseaux de refroidissement ; etc. Comme ces eaux n'entrent pas directement au contact du patient, que les critères de leur qualité sont avant tout physico-chimiques. **(Arsac et al., 2015).**

### 1.2.2 Différents traitements complémentaires de l'eau à l'hôpital

Pour répondre notamment aux objectifs des eaux spécifiques traitées au sein de l'hôpital et des eaux techniques, l'eau de distribution peut subir des traitements physico-chimiques et /ou antimicrobiens particuliers. Les eaux produites ne doivent pas, sauf cas particuliers, être utilisées pour la boisson.

Les différents traitements complémentaires de l'eau sont les suivantes :

### - **Adoucissement :**

C'est un traitement physico-chimique dont l'objectif est de limiter l'entartage des canalisations et des équipements de distribution de l'eau. Il constitue le plus souvent un prétraitement dans la filière des traitements nécessaires à l'obtention d'eau purifiée, d'eau déminéralisé, d'eau pour dilution des solutions concentrées de dialyse rénale ou d'eau pour le fonctionnement de certains appareils à usage hospitalier (la blanchisserie, la production de vapeur,...). (**Hartemann et al., 2003**).

### - **Déminéralisation**

C'est une étape de traitement physico-chimique d'une filière de production d'eau purifiée, d'eau pour dilution des solutions concentrées de dialyse rénale et d'eau pour le fonctionnement de certains appareils à usage hospitalier ( autoclaves). Cette eau traitée par des résines échangeuses d'anions et de cations. L'eau obtenue a une conductivité qui est faible et une corrosivité importante. (**Herault S., 1999**).

### - **Osmose**

Est un traitement physico-chimique et antimicrobien. Il est le plus souvent mis en œuvre après un adoucissement et une ou plusieurs filtrations et peut constituer le dernier traitement d'une filière de traitement d'eau purifiée, d'eau pour dilution des solutions concentrées de dialyse rénale, d'eau pour le fonctionnement de certains appareils à usage hospitalier (autoclaves, laveur désinfecteur,...). L'osmose est réalisée par passage de l'eau à traiter sur une membrane semi-perméable qui assure la rétention de la majorité des composés présents dans l'eau. Il vise à extraire les substances inorganiques et organiques de l'eau. La conductivité d'une eau osmose est plus faible que celle de l'eau initiale et sa corrosivité importante. (**Hartmann et al., 2003**).

### - **Distillation**

Constitue le plus souvent le traitement physico-chimique d'une filière de production d'eau purifiée ou d'eau pour préparation injectable. L'eau obtenue est d'une grande pureté physico-chimique et microbiologique, sa conductivité est faible et sa corrosivité importante.

### - Filtration

C'est une méthode classique de séparation des particules physiques par passage sur support dont le seuil de rétention permet de distinguer par ordre croissant d'efficacité : microfiltration, ultrafiltration et nanofiltration. La filtration permet d'éliminer divers types de particules et micro-organismes à plusieurs endroits d'une filière de production ou de distribution d'eau. En milieu hospitalier, la filtration a pour objectif d'éliminer la contamination bactérienne et sera employée au plus près du point d'usage. **(Hartmann et al., 2003).**

### - Traitement par rayonnement ultraviolet

Il consiste en une irradiation de l'eau par rayonnement ultraviolet. Il appartient à la catégorie des traitements biocides de transformation. Il a pour objectifs de transformer des micro-organismes vivants en micro-organismes non viables mais certains d'entre eux peuvent, s'ils ne sont pas suffisamment inactivés, recouvrer ultérieurement leurs propriétés initiales. **(Hartmann et al., 2003).**

### 2.1 Présentation des échantillons

Les échantillons destinés à l'analyse sont prélevés le (20/02/2018) de l'établissement public hospitalier (EPH) Abdelkader-Bencherif d'Ali-Mendjeli (Constantine). Le premier échantillon est une eau prélevée de la bache à eau, et le deuxième est une eau osmosée qui est d'origine de barrage Beniharroun. Les analyses sont effectuées au niveau des laboratoires de la société de l'eau et de l'assainissement de Constantine dans le but de l'auto contrôle.

#### 2.1.1 L'eau de la bache à eau

C'est une eau stockée au niveau des réservoirs de stockage d'eau froide. En milieu hospitalier, les impératifs d'hygiène et de soins imposent le fonctionnement permanent et sans défaillance des installations de distribution d'eau, en effet la présence d'un réservoir sur un réseau de distribution d'eau modifie notablement le régime hydraulique : la rupture de charge, les lamies de l'air libre, la durée de stockage et le contact prolongé avec les matériaux constitutifs des parois, sont autant de facteurs pouvant contribuer à modifier les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques initiales de l'eau. (Hartemann et al., 2003).

#### 2.1.2 L'eau osmosée

L'eau osmosée est généralement produite à partir de l'eau de réseau de distribution et traitée de manière complémentaire par osmose inverse, afin d'être débarrassée de tous les éléments indésirables (zinc, plomb, nitrites,...), d'autres impuretés comme les résidus médicamenteux sont filtrées. Elle est utilisée comme une eau pour dilution des solutions concentrées de dialyse rénale, d'eau pour le fonctionnement de certains appareils à usage hospitalier (autoclaves, laveur désinfecteur,...). (Hartmann et al., 2003).

### 2.2 Etude physico-chimique

Tous les éléments chimiques importants dans l'eau ont été dosés à savoir des éléments majeurs : les chlorures, phosphates, nitrites, calcium, cyanures, fer, cadmium et d'autres. La turbidité, ainsi que la conductivité de l'eau ont été également mesurés. La température, le pH ont été aussi déterminés.

### 2.2.1 Prélèvements physico-chimiques

Nous avons effectué deux prélèvements, le premier a été prélever de la bâche à eau et le deuxième a été prélever directement de l'osmoseur. L'échantillonnage pour l'analyse physico-chimique ne pose pas de problème particulier. Des flacons plastiques sont suffisants et le volume du prélèvement est un litre(1L) pour une analyse complète. Il est préférable d'effectuer l'analyse le plus tôt possible. Les éléments comme les nitrates etc... Peuvent subir des modifications lors de la conservation.

### 2.2.2 Méthodes d'analyses

#### 2.2.2.1 Paramètres physico-chimiques

##### - Le Potentiel hydrogène (pH)

Il est recommandé de déterminer le pH des eaux, de façon à ne pas modifier les équilibres ioniques par suite d'un transport ou d'un séjour plus ou moins prolongé des échantillons.

La mesure est effectuée avec un pH mètre dotée d'une électrode indicatrice en verre et une électrode de référence. L'électrode est plongée dans l'eau. Le pH mètre doit être étalonné avec dissolutions tampon. Les résultats sont exprimés en unités pH.

##### - Turbidité

La mesure de la turbidité est effectuée via un turbidimètre. Une cuvette de mesure propre est remplie avec l'échantillon à analyser bien homogénéisée. Il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure. La valeur est obtenue directement en NTU (Nephelometric Turbidity Unit). (**Ladjel., 2009**).

##### - La Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique a été mesurée à l'aide d'un conductimètre. L'appareil est préalablement étalonné avec des solutions de chlorure de potassium(KCl)(NFt90-031). Les résultats sont exprimés en  $\mu\text{S}/\text{Cm}$ .

**Température (T°C)** La détermination de la température est faite au laboratoire à l'aide d'un thermomètre incorporé à l'oxymètre étalonné avant chaque manipulation. On lit directement la température exprimée en degré Celsius.

### 2.2.2.2 Paramètres de la pollution

#### - **Phosphates**

Le dosage des phosphates a été effectué par la méthode colorimétrique.

- **Mode opératoire**

- 40 ml d'eau analysé
- 1 ml d'acide ascorbique (d'acide Ascorbique : 10g dans 100 ml de H<sub>2</sub>O)
- 2 ml du réactif (Molybdate Acide)

Le réactif réagit en milieu acide en présence de phosphate en donnant un complexe phosphomolybdique, qui réduit par l'acide Ascorbique, développe une coloration bleu susceptible d'un dosage colorimétrique. Les résultats sont exprimés en mg/l de phosphates.

#### - **Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)**

La détermination des nitrites s'effectue par spectrophotométrie d'absorption moléculaire.

- **Mode opératoire**

- Prélever d'eau à analyser dans une fiole a jaugée
- Ajuster 1 ml de réactif de Diazotation (codé par LCK342), attendre 10 minutes
- Passer au spectrophotomètre a  $\lambda = 543$  nm

Les résultats sont exprimés en mg/l de NO<sub>2</sub><sup>-</sup>.

### 2.2.2.3 Eléments toxiques

#### - **Cyanure**

Le dosage des cyanures a été effectué par la méthode colorimétrique. Les résultats sont exprimés en mg/l.

### - Cadmium (Cd)

Le dosage du cadmium s'effectue par spectrophotométrie d'absorption moléculaire. Le cadmium réagit avec la dithizone en donnant une coloration rouge.

#### • Mode opératoire

- Prélever d'eau à analyser dans une fiole à jaugee
- Ajuster 1 ml de réactif, attendre 10 minutes
- Passer au spectrophotomètre à  $\lambda = 518 \text{ nm}$

Les résultats sont exprimés en mg/l.

### 2.2.2.4 Eléments indésirables

#### - Fer ( $\text{Fe}^{2+}$ )

#### • Mode opératoire

- Dans un type à essais Pyrex prélevé 10 ml de l'eau à analyser
- Ajuster 1 ml de solution d'acide HCl N et porter à ébullition pour assurer la solubilisation du Fer, refroidir.
- Ajuster à 10 ml avec de l'eau distillée bouillie
- Ajouter successivement :
  - 0.5 ml de  $\text{CH}_3\text{COOH Na}$
  - 0.3 ml d'acide Ascorbique
  - 1 ml d'orthophénanthroline

Les résultats sont exprimés en mg/l de Fe.

### - Aluminium (Al)

Le dosage de l'aluminium a été effectué par la méthode colorimétrique. Les résultats sont exprimés en mg/l.

### 2.2.2.5 Minéralisation

#### - Chlorures ( $\text{Cl}^-$ )

Le dosage des chlorures se fait selon la méthode titrimétrique, le titrage se fait par le Nitrate d'Argent  $\text{AgNO}_3$ .

#### • Mode opératoire

- 100 ml d'eau distillée et de l'eau a traité
- 1 ml de réactif de Chromate de Potassium
- Titrer par le Nitrate d'Argent  $\text{AgNO}_3$ - jusqu'au virage du jaune au brun rougeâtre et vérifier le titrage par l'ajout d'une goutte supplémentaire de Nitrate d'Argent pour changement de coloration.
  - o **Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )**

Le dosage du calcium a été effectué par la méthode titrimétrie.

- **Mode opératoire**

On verse 50 ml d'eau à analyser dans une fiole conique de 250 ml. On ajoute 2ml de solution de NaOH et une pincée de l'indicateur Murexide. La solution se colore en rose, en maintenant une agitation, on verse la solution d'EDTA rapidement au début puis goutte à goutte lorsque la solution commence à virer du rose au violet. Après on vérifie que la coloration ne change plus par l'addition d'une goutte supplémentaire d'EDTA .Les résultats sont exprimés en mg/l de  $\text{Ca}^{2+}$ .

- o **Dureté totale (TH)**

Le dosage de la dureté totale est effectué par la méthode titrimétrie à l'EDTA.

- **Mode opératoire**

On introduit 50 ml d'eau à analyser dans une fiole conique de 250 ml, on ajoute 4ml de solution tampon  $\text{NH}_4\text{OH}$  et une pincée de l'indicateur. La solution se colore en rose, le pH doit être 10 L'ajuster si nécessaire avec la solution de NaOH. En maintenant une agitation, on verse la solution d'EDTA rapidement au début puis goutte à goutte lorsque la solution commence à virer du rose au bleu. Après on vérifie que la coloration ne change plus par l'addition d'une goutte supplémentaire d'EDTA .La teneur global en calcium et en magnésium  $C_{\text{ca+mg}}$ , exprimé en mg/l est donnée par l'équation :

$$C_{\text{ca+mg}} = [(C_1 \cdot V_3) / V_0] \cdot 100$$

Où  $C_1$  : est la concentration en EDTA exprimé en m mole. $\text{L}^{-1}$  de l'EDTA.

$V_0$  : est le volume en millilitre de la prise d'essai.

$V_3$  : est le volume en millilitre de la solution d'EDTA utilisé pour le titrage. (Rodier et al., 2009).

### 2.3 Examen Bactériologique

#### 2.3.1 Les germes recherchés

Les germes indicateurs de pollution qui sont :

- Les anaérobies sulfito-réductrices.
- Les Streptocoques du groupe D
- Les coliformes fécaux

#### 2.3.2 Prélèvement pour l'analyse bactériologique

Nous avons effectué deux prélèvements, le premier a été prélever de la bêche à eau et le deuxième a été prélever directement de l'osmoseur. Nous avons utilisé des flacons stériles (50ml). Au moment du prélèvement, on ouvre le flacon, on le remplit en prenant soin de ne pas contaminer l'échantillon.

#### 2.3.3 Transport des échantillons

Après le prélèvement, le flacon doit être lisiblement étiqueté et envoyé sans retard au laboratoire dans des glacières.

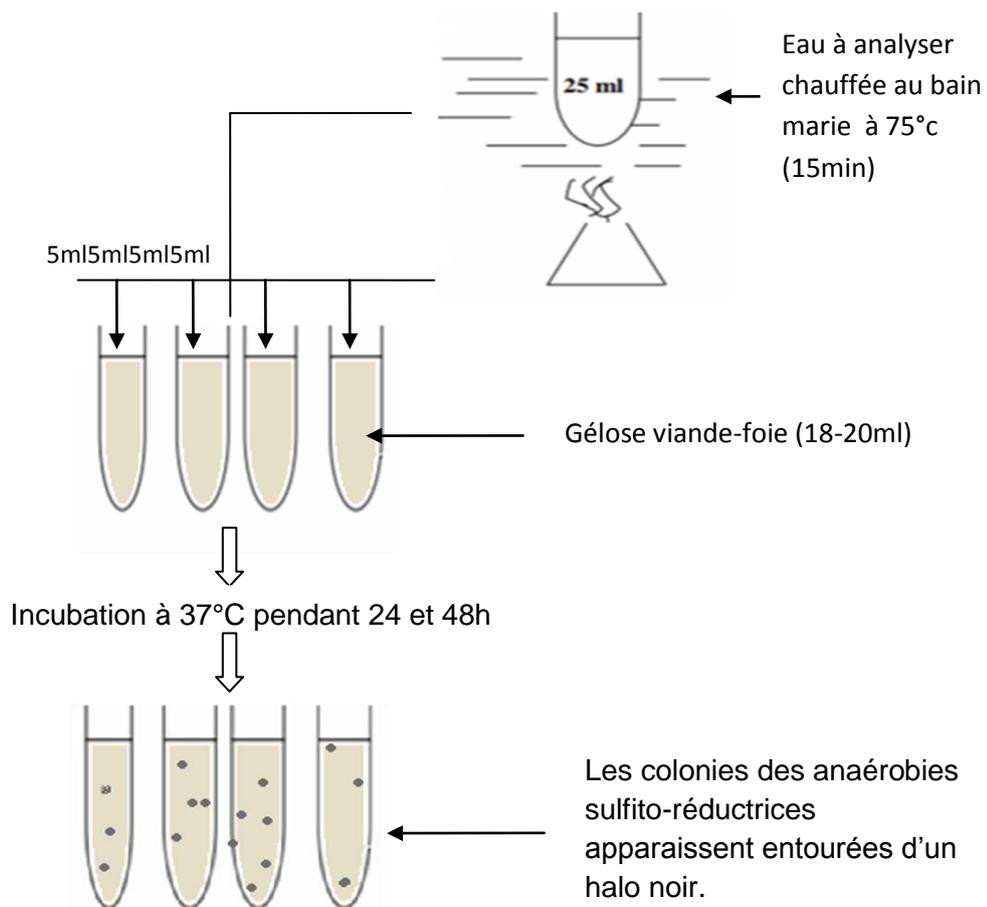
#### 2.3.4 Méthodes d'analyses

##### 2.3.4.1 Recherche et dénombrement des anaérobies Sulfito-réductrices

La recherche et le dénombrement des anaérobies sulfito-réductrices s'effectuent en utilisant la méthode par incorporation en gélose viande-foie selon (NFT 90-415) (Fig.1).

- **Mode opératoire :**
  - à partir de l'eau à analyser transférer environ 25 ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 75°C pendant 15 minutes dans le but de détruire toutes les formes végétatives des bactéries sulfito-réductrices éventuellement présentes.

- Après chauffage, refroidir immédiatement le flacon destiné à l'analyse, sous l'eau de robinet.
- Repartir ensuite le contenu de ce tube, dans quatre tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube.
- Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose viande foie, fondue puis refroidie à 45°C additionnée de leurs additifs spécifiques.
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant d'introduire des bulles d'air et d'oxygène.
- Laisser solidifier sur pailleuse pendant 30 minutes environ, puis incuber à : 37°C pendant 48h.
- **Lecture et interprétation :**
  - La première lecture doit absolument se fera à 24h et la dernière à 48h.
  - Dénombrer toute colonie noire et rapporter le nombre total des colonies dans les quatre tubes à 20ml d'eau à analyser.



**Figure 1:** protocole expérimental de Recherche et dénombrement des anaérobies Sulfitor-éductrices.

### 2.3.4.2 Recherche et dénombrement des Streptocoques de groupe D

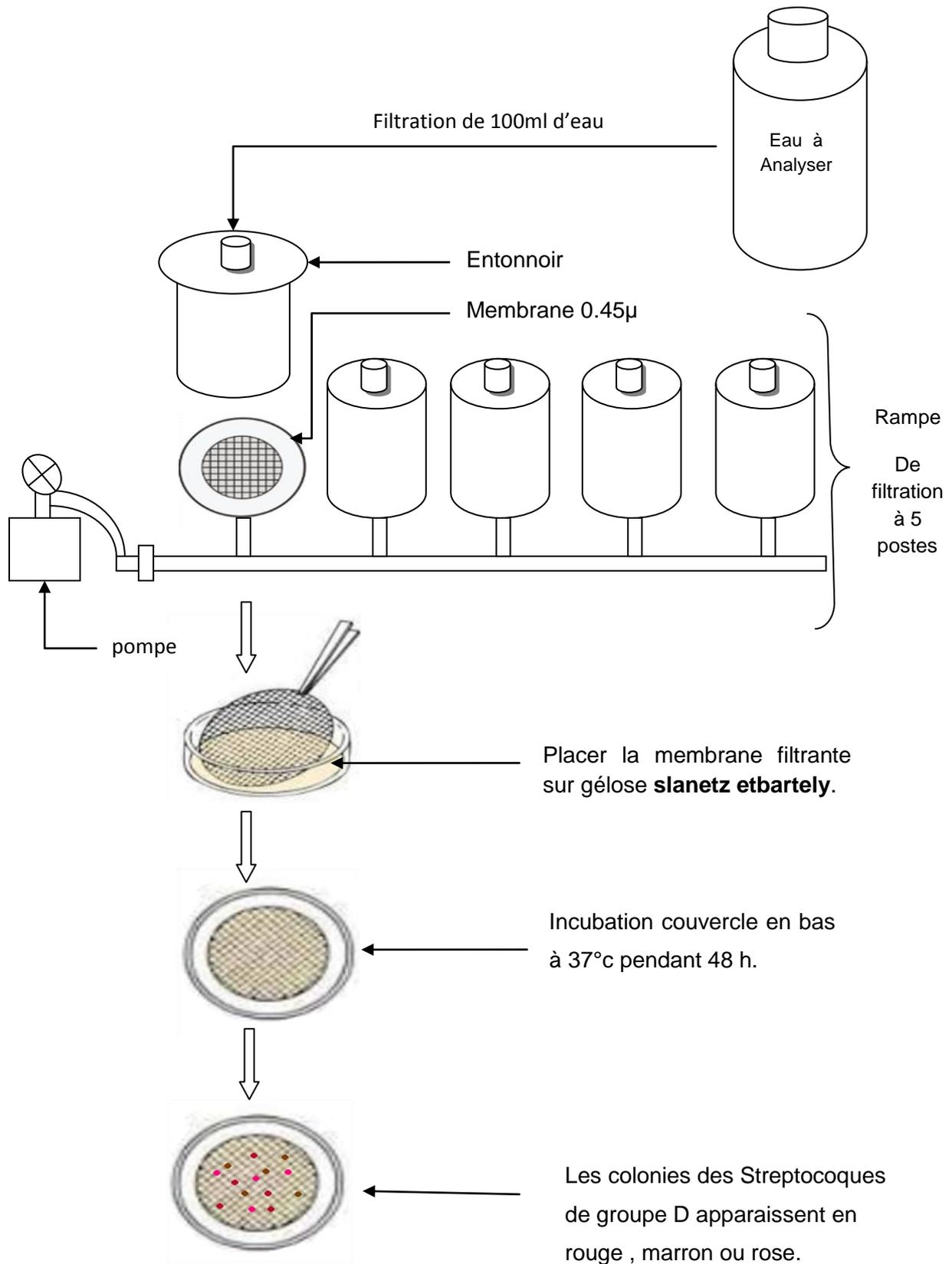
Pour la recherche et le dénombrement des streptocoques de groupe D, la technique de filtration sur membrane été utilisée dont le milieu utilisé est la gélose Slanetz et Bartely (**ISO 7899-2**).

#### **Mode opératoire :**

- Tout d'abord, il faudrait stériliser l'entonnoir gradué en acier inoxydable ainsi que la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen.
- Le refroidir tout de suite après, avec l'eau à analyser si on en dispose quantité suffisante ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- Fixer ce dispositif avec la pince correspondante.
- Déposer ensuite aseptiquement 100ml d'eau à analyser, selon les types devant un bec bunsen.
- Placer la membrane filtrante sur gélose Slanetz et Bartely préalablement préparée.
  - **Conservation** : cette dernière sera incubée couvercle en bas à 37°C pendant 48 h.
  - **Lecture et interprétation** :

Après la période d'incubation spécifiée, les bactéries apparaissent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contour réguliers et pigmentées en rouge, marron ou rose. Transférer aseptiquement la membrane de Slanetz et Bartely sur une plaque sera incubée à 44°C pendant 2h.

Les colonies caractéristiques prennent alors une coloration noire traduisant ainsi l'hydrolyse de l'Esculine présente dans le milieu. Compter le nombre de colonies et le rapporter à 100.



**Figure 2:** Protocole expérimental de Recherche et dénombrement des Streptocoques de groupe D.

### 2.3.4.3 Recherche et dénombrement des coliformes fécaux

Pour la recherche et le dénombrement des coliformes fécaux, nous avons utilisé la méthode de filtration sur membrane qui se fait par deux tests : le test présomptif sur la gélose TTC-Tergitol et le test confirmatif sur gélose TSA selon **(ISO 9308-1)** (fig.3)

#### Mode opératoire :

- Tout d'abord, il faudrait stériliser l'entonnoir gradué en acier inoxydable ainsi que la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen.
- Le refroidir tout de suite après, avec l'eau à analyser si on en dispose quantité suffisante ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de porosité de  $0.45\mu$  entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Fixer ce dispositif avec la pince correspondante.
- Déposer en suite aseptiquement 100ml d'eau à analyser, selon les types devant un bec bunsen.
- Placer la membrane filtrante sur gélose TTC-Tergitol préalablement préparée.
  - **Conservation** : cette dernière sera incubée couvercle en bas à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 48 h.
  - **Lecture et interprétation** :

Après la période d'incubation spécifiée, les bactéries apparaissent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contour réguliers et pigmentées en jaune ou en jaune orangé.

- **Confirmation** :

Repiquage des colonies typique au moins 05 sur gélose TSA à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24h, puis faire l'essai à l'oxydase. Si réaction positive (+), la coloration est bleue violette foncé. Si l'oxydase négative (-), c'est une bactérie coliforme.

- On cherche les coliformes fécaux dans un bouillon Tryptophane à  $44^{\circ}\text{C}$  pendant 24h.
- Après 24h, on ajoute des gouttes (0.2- 0.3 ml) de Kovac, la présence d'une coloration rouge à la surface du bouillon traduit la production d'indole, on considère comme E- coli toute colonie oxyde(-) et indole(+).

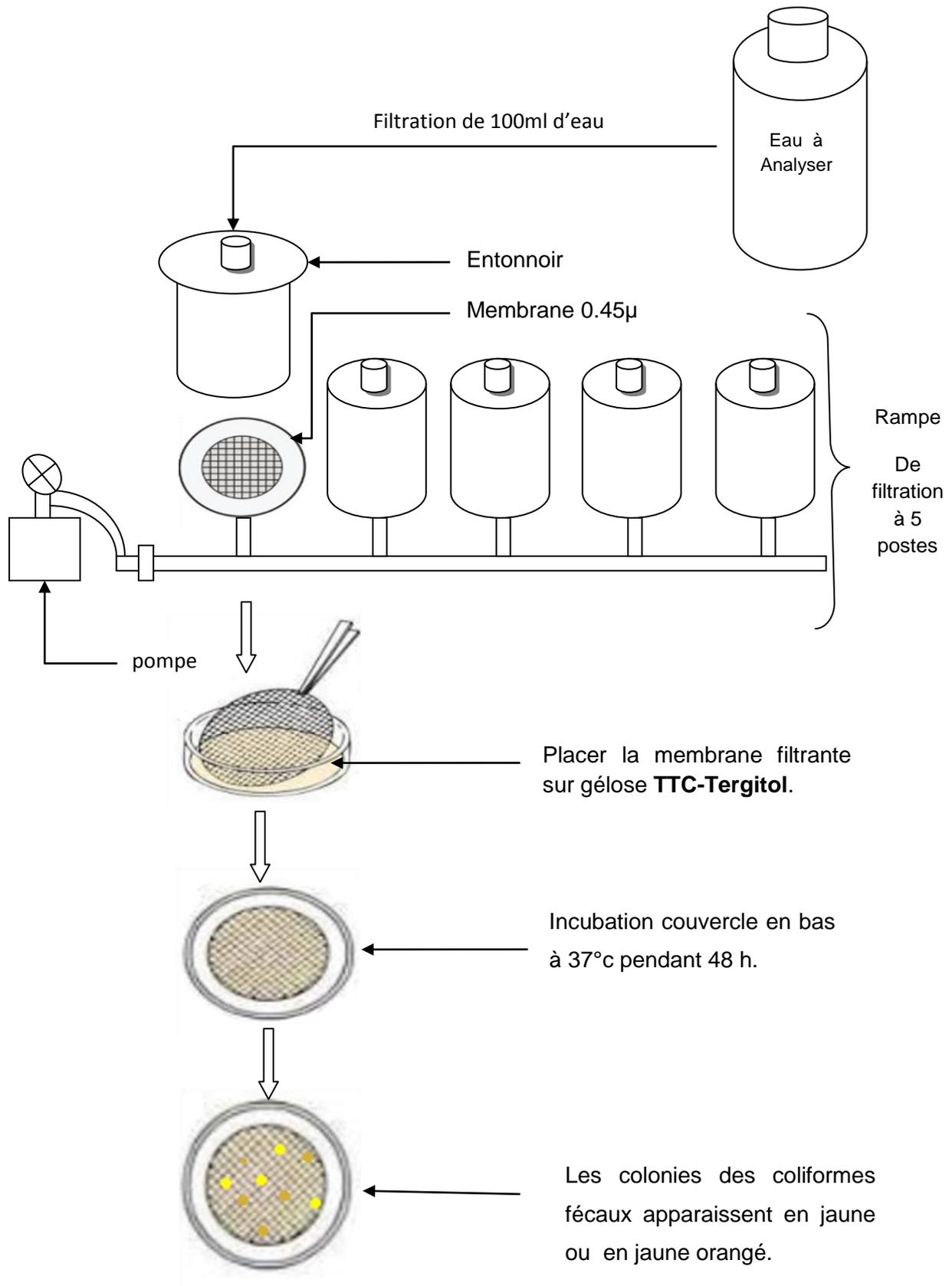
- Ensuite, on calcule le nombre des bactéries coliformes à part et de E-coli à part selon l'équation suivante :

$$a = \frac{b \cdot c}{A}$$

b : nombre de colonies caractéristiques présumées dans la boîte.

A : nombre de colonies répliquées.

c : nombre total de colonies trouvées dans la boîte .



**Figure 3:** Protocole expérimental de Recherche et dénombrement des coliformes fécaux (filtration sur membrane)

## Chapitre 3 : Résultats et discussion

Dans ce chapitre nous présentons les résultats et la discussion des analyses physico-chimiques et bactériologiques effectuées sur l'eau de la bâche à eau et l'eau osmosée de l'établissement public hospitalier (EPH) Abdelkader-Bencherif d'Alimendjeli, pour évaluer leur qualité.

### 3.1 Analyse physico-chimique

Les résultats de l'analyse physico-chimique sont présentés dans le tableau 3 et ils sont illustrés graphiquement.

**Tableau 3:** résultats des paramètres physico-chimiques.

	paramètres	Bâche à eau	E, osmosée	Unités	Normes
<b>Physico-chimique</b>	pH	7.8	7.9	Unité pH	6.5 - 9
	Turbidité	1.08	0.23	NTU	5
	Conductivité	1148	6.85	µs/cm	2800
	Température	16.2	16.9	°C	25
<b>Pollution</b>	Phosphates	0	0	mg/l	0.5
	Nitrites	0	0	mg/l	0.1
<b>Toxique</b>	Cyanure	0	0	mg/l	0.07
	Cadmium	0	0	mg/l	0.03
<b>Indésirable</b>	Fer (Fe <sup>2+</sup> )	16	1	mg/l	0.3
	Aluminium	0.03	0	mg/l	0.2
<b>Minéralisation</b>	Chlorures	173	3.5	mg/l	500
	Calcium	92	4.81	mg/l	200
	Dureté (TH)	380	8	mg/l	500

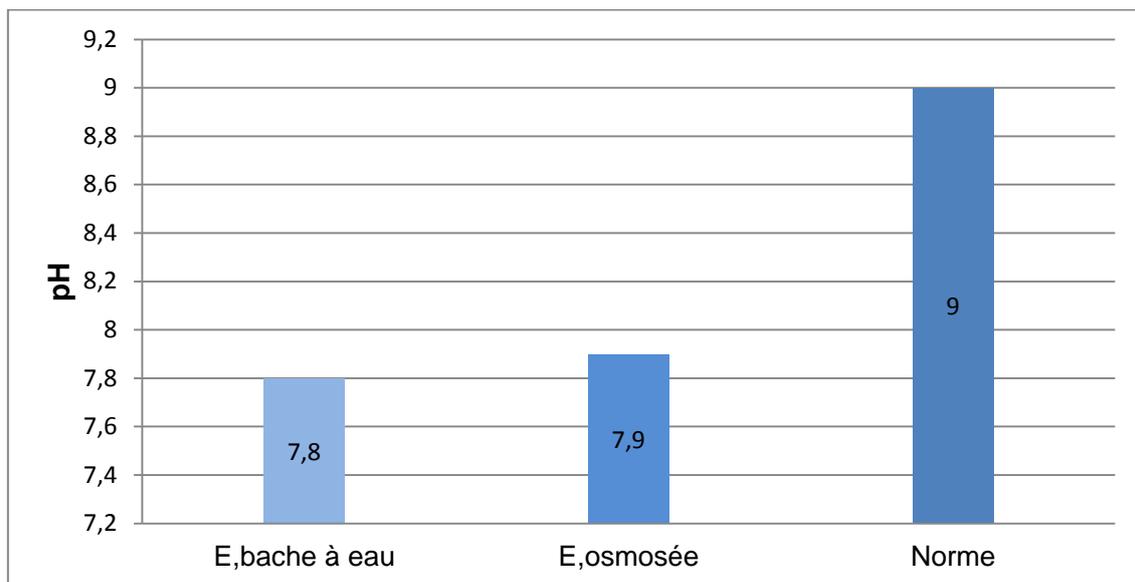
### 3.1.1 Paramètres physico-chimiques

Il s'agit des paramètres facilement mesurables qui sont en relation avec la structure naturelle des eaux.

- **Le pH**

Ce paramètre donne le degré d'acidité ou d'alcalinité d'une eau. C'est le reflet de la concentration d'une eau en ions hydrogènes. Une eau trop acide d'un pH bas est corrosive pour les canalisations qu'elle dégrade et aux quelles arrache des particules métalliques qui sont alors ingérées avec un risque sanitaire élevé. En revanche, une eau trop basique est agressive pour les tissus. Selon les normes Algérienne de potabilité la Valeur indicative du pH varie entre 6.5 et 9(JORA ,2011).

D'après les résultats (tableau 3) et (figure 4), les valeurs du pH enregistrées de l'eau de la bache à eau (pH=7,8) et de l'eau osmosée (pH=7.9) sont situées dans la fourchette des normes de potabilité.



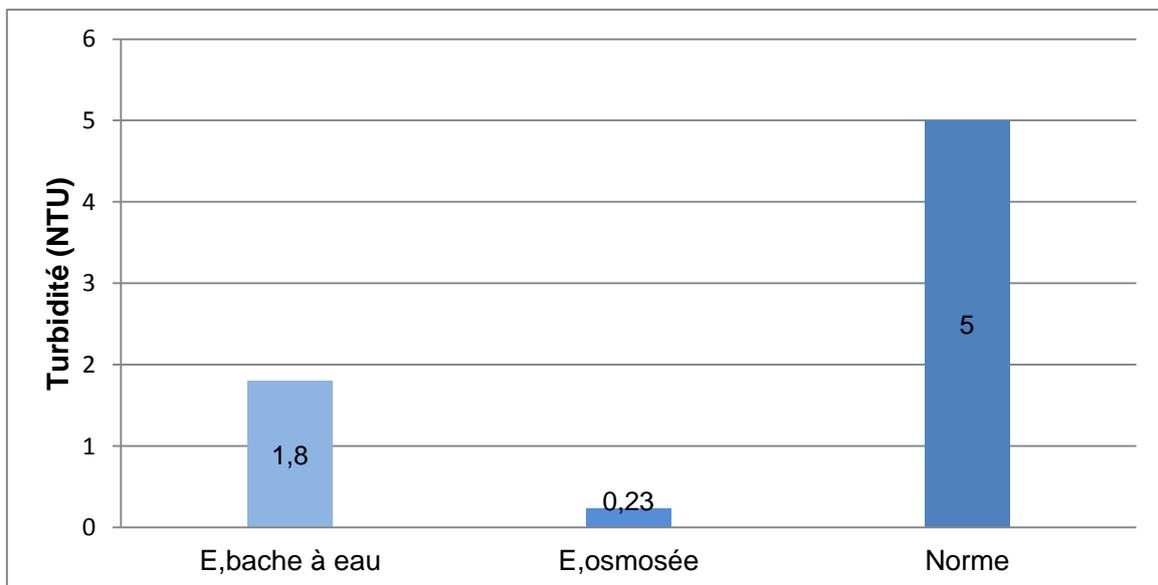
**Figure 4** : Les valeurs du pH dans les eaux étudiées.

- **La turbidité**

La turbidité d'une eau est causée par la présence des matières en suspension ou par des substances en solution comme les substances minérales (sable, argile ou limon) des matières organiques (matières organiques morts ou des végétaux en décomposition) ou d'autres matières microscopiques qui forment un obstacle au

passage de la lumière dans l'eau (Rodier et al. 2005). Généralement sans danger pour la santé, la turbidité de l'eau doit être contrôlée pour des questions de confort de consommation de l'eau. Les normes algériennes (JORA, 2011), recommandent comme valeur limitée turbidité : 5NTU.

Dans notre cas, les valeurs enregistrées par le turbidimètre (tableau 3) et (figure 5) sont (1.8 NTU) pour l'eau de la bache à eau et (0.23 NTU) pour l'eau osmosée. Les deux valeurs de la turbidité sont en dessous de la norme. En comparant l'eau osmosée par l'eau de la bache à eau on remarque que l'eau osmosée a une très faible valeur de turbidité malgré qu'ils ont la même origine sauf que l'eau osmosée a été passé par un osmoseur qu'il la déparât de près de 99% des impuretés (bactéries, virus, substances minérales,...) et donc une augmentation de sa transparence qui augmente la pénétration de la lumière.



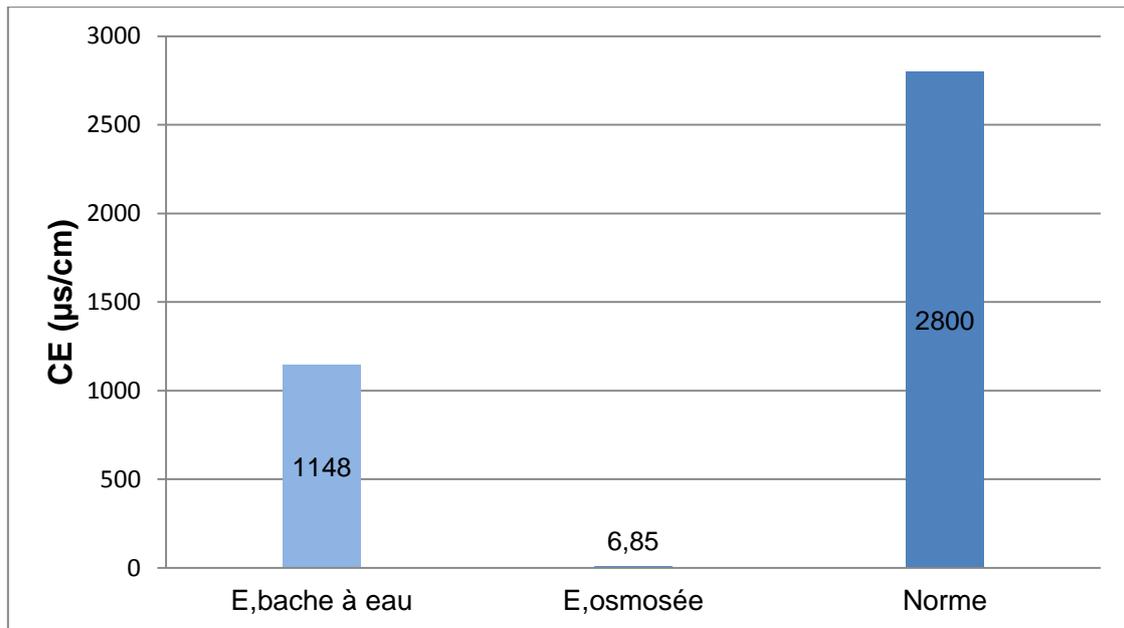
**Figure 5** : Les valeurs de la turbidité dans les eaux étudiées.

- **La conductivité électrique (CE)**

Rodier et al. (2009), signalent que la variation de conductivité est induite par la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Cette mobilité dépend de la nature des ions dissous et de leur concentration, tels que les ions de calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), de sodium ( $\text{Na}^+$ ), de chlorures ( $\text{Cl}^-$ )...etc. généralement, la conductivité électrique augmente avec la concentration des ions en solutions et la température (Dib, 2009).

### Chapitre 3 : Résultats et discussion

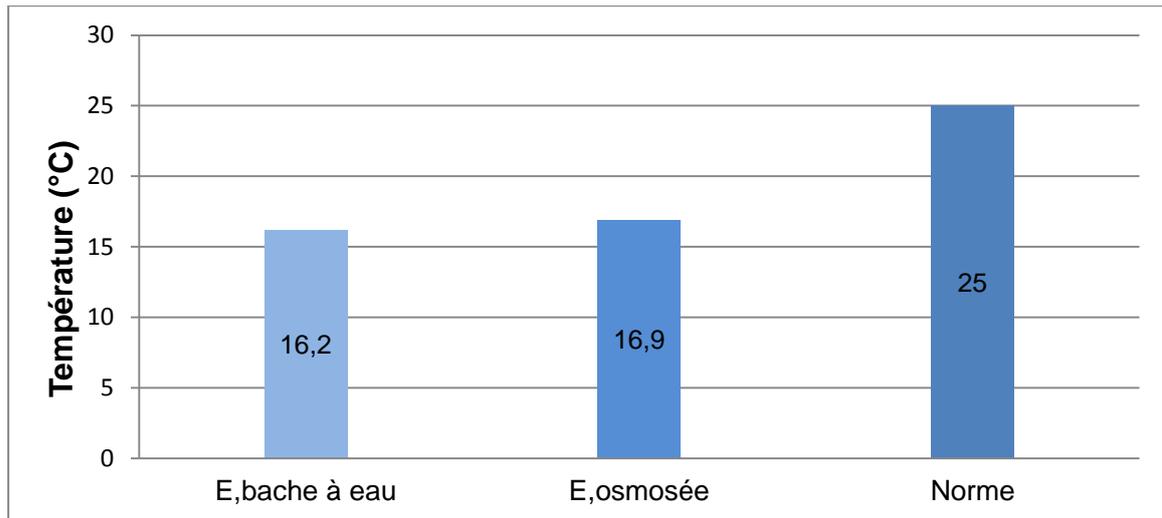
Les résultats des mesures (tableau 3) et (figure 6) ont permis d'observer la valeur de la conductivité électrique de l'eau de la bache à eau (1148  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) qui ne dépasse pas la norme algérienne de potabilité fixée à 2800  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (JORA, 2011) et celle de l'eau osmosée (6.85 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). D'après les résultats on remarque une grande différence de valeur entre les eaux étudiées, une conductivité très faible de l'eau osmosée due à leur traitement par osmose inverse qui sert à la déminéralisation.



**Figure 6 :** Les valeurs de la conductivité dans les eaux étudiées.

- **Température (T°C)**

C'est une caractéristique physique importante, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, elle influe sur beaucoup d'autres paramètres comme la conductivité, le Ph, l'oxygène dissous...etc. D'une façon générale, La température des eaux est influencée essentiellement par les variations climatiques (Dib, 2009), et par l'origine dont elles proviennent (Rodier et al.,2005). Dans le cas de notre étude, nous avons mesurer la température des échantillons au niveau de laboratoire, les résultats obtenus (tableau 3) et (figure 8) montrent que la température de l'eau de la bache à eau (16.2°C) et de l'eau osmosée(16.9°C) sont inférieur de la norme algérienne de potabilité fixée à 25°C (JORA, 2011).



**Figure 7** : les valeurs de la température dans les eaux étudiées.

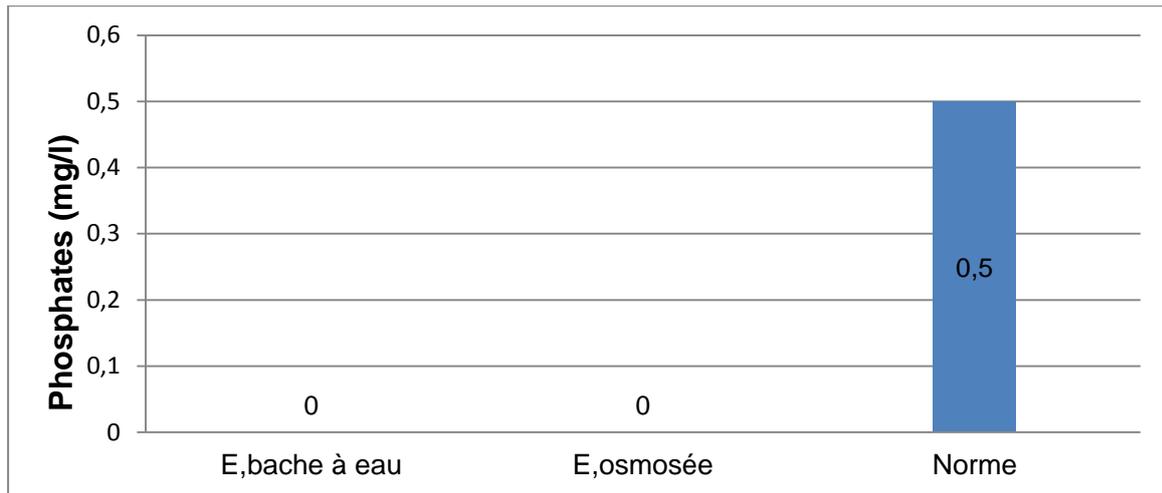
### 3.1.2 Paramètres dépollution

Ce sont des composants présents dans les eaux à très faible quantité. Une teneur qui dépasse la valeur limite de cet élément indique la présence d'une pollution organique. Parmi ces éléments :

- **Phosphates**

Le phosphate est un constituant essentiel de la matière organique et est un nutriment indispensable pour les organismes vivants. Cependant il doit être considéré comme un polluant lorsqu'il est présent à de fortes concentrations dans l'environnement. Des teneurs dans l'eau supérieures à 0.5 mg/l doivent constituer un indice de pollution (Rodier et al. 1996).

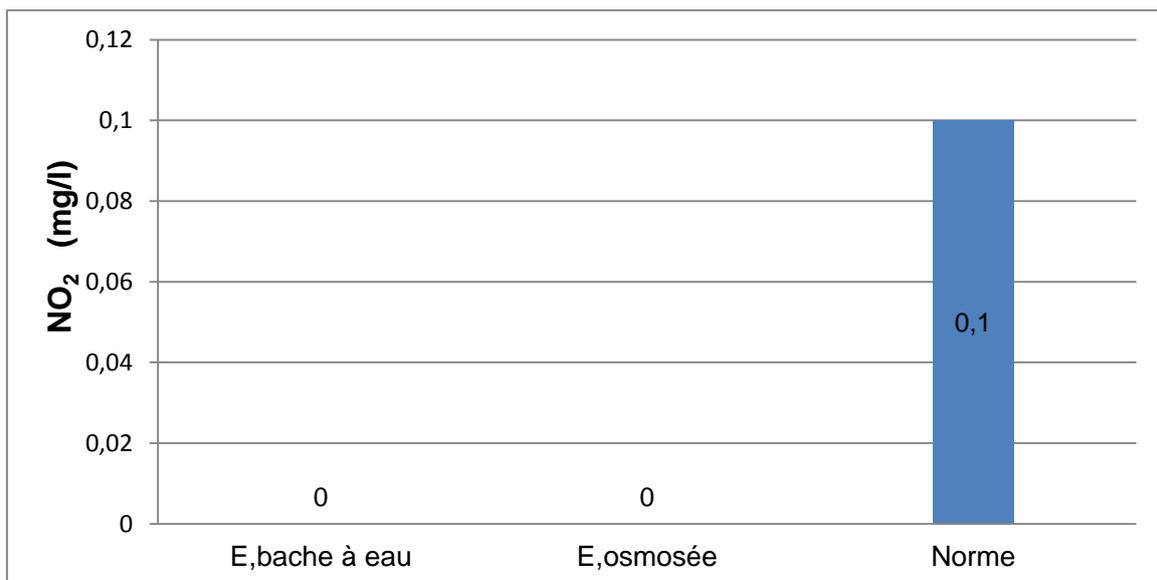
Les résultats du dosage des phosphates dans les échantillons étudiés (tableau 3) et (figure 8) montrent une absence totale de cet élément dans l'eau de la bache à eau qui a été éliminé au niveau de station d'épuration et donc l'élimination de la pollution organique. Dans l'eau osmosée la teneur du phosphate est nulle.



**Figure 8 :** Les teneurs du phosphates dans les eaux étudiées.

- **Nitrites (NO<sub>2</sub>)**

Une eau contenant des nitrites est suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de la qualité microbiologique. Dans l'eau de distribution une quantité de nitrites supérieure à la norme algérienne fixée à 0.1 mg/l (**JORA, 2011**) peut être nocive pour la santé. Chez les mammifères, la consommation d'eau chargée de nitrites perturbe la fixation de l'oxygène par l'hémoglobine du sang. Notamment chez les jeunes enfants. Ce symptôme se nomme la méthémoglobinémie ou la maladie bleue du nourrisson (**Ayad, 2004**). Il ne doit donc pas avoir des nitrites dans l'eau à consommer.



**Figure 9:**Les teneurs des nitrites dans les eaux étudiées.

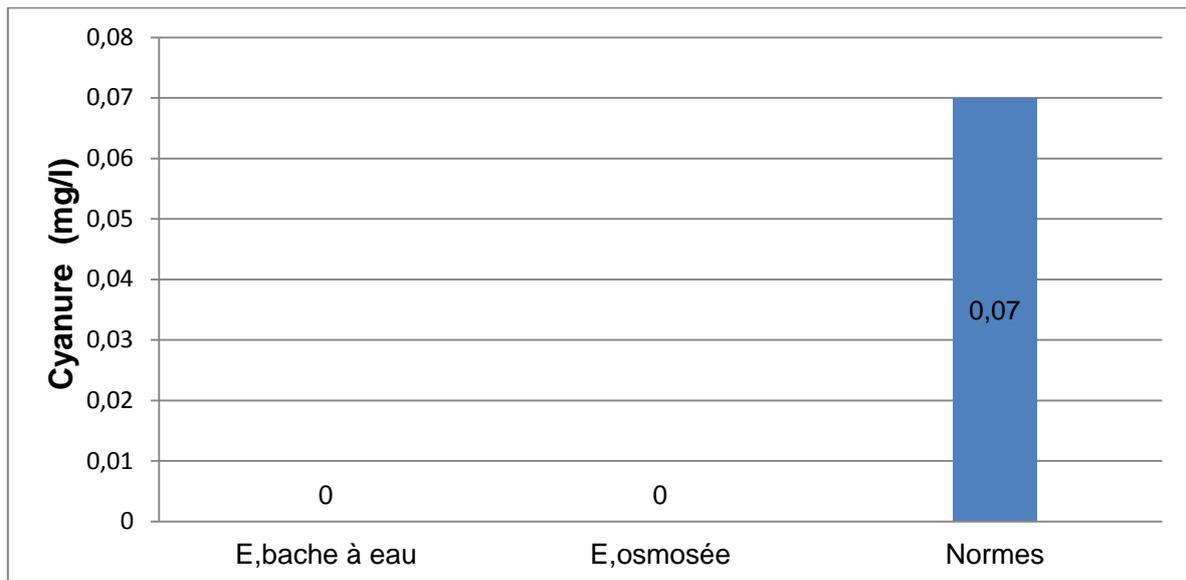
### 3.1.3 Eléments toxiques

Ce sont des substances dangereuses même en petites concentrations, ces substances provoquent une toxicité chronique ou aigue qui conduite à la mort.

- **Cyanure**

Les cyanures sont des éléments très toxiques, ils sont présents dans l'eau sous différentes formes : acide cyanhydrique (HCN), associés à un alcali (sodium, potassium, ammonium) et associés à un métal (fer, cuivre, zinc, cadmium...) ou au deux (cyanures alcalino-métalliques). On distingue une toxicité aigüe qui se présente sous forme de vertige, perte de connaissance et la mort. On distingue également une toxicité chronique qui conduit à des symptômes de types maux de tête et problèmes digestifs (siaep. 2018).

D'après les résultats présentés dans le tableau 3 et la figure 10, on constate une absence des cyanures dans l'eau de la bache à eau et dans l'eau osmosée.



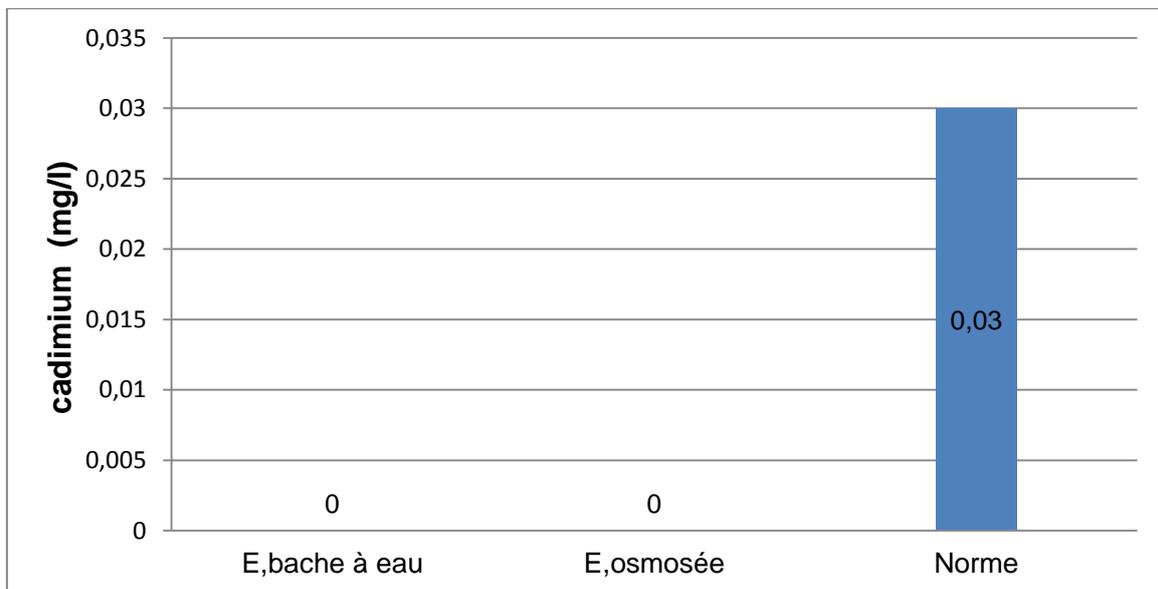
**Figure 10** : Les teneurs du cyanure dans les eaux étudiées.

- **Cadmium**

Le cadmium existe dans la nature principalement sous forme de traces. L'eau de distribution peut être contaminée par le cadmiage des accessoires de plomberie, les soudures à l'argent et la composition des tuyauteries des installations intérieures. La présence de cadmium à des teneurs supérieures à celles fixées à 0.03 mg/l par la

norme algérienne de potabilité (**JORA, 2011**) provoque un effet cumulatif très toxique, il s'accumule principalement dans les reins(demi-vie biologique de 10 à 35 ans), il provoque des troubles digestifs, de l'hypertension artérielle et des altérations osseuses (déformation du squelette).(siae.2018).

D'après le tableau 3 et la figure 11, les valeurs du cadmium enregistrées de l'eau de la bache à eau et de l'eau osmosée sont nuls, on remarque aussi que la valeur limite de cet élément est tirés faible (0.03 mg/l) car il est très toxique même en très faible concentration.



**Figure 11** : Les teneurs du cadmium dans les eaux étudiées.

#### 3.1.4 Eléments indésirables

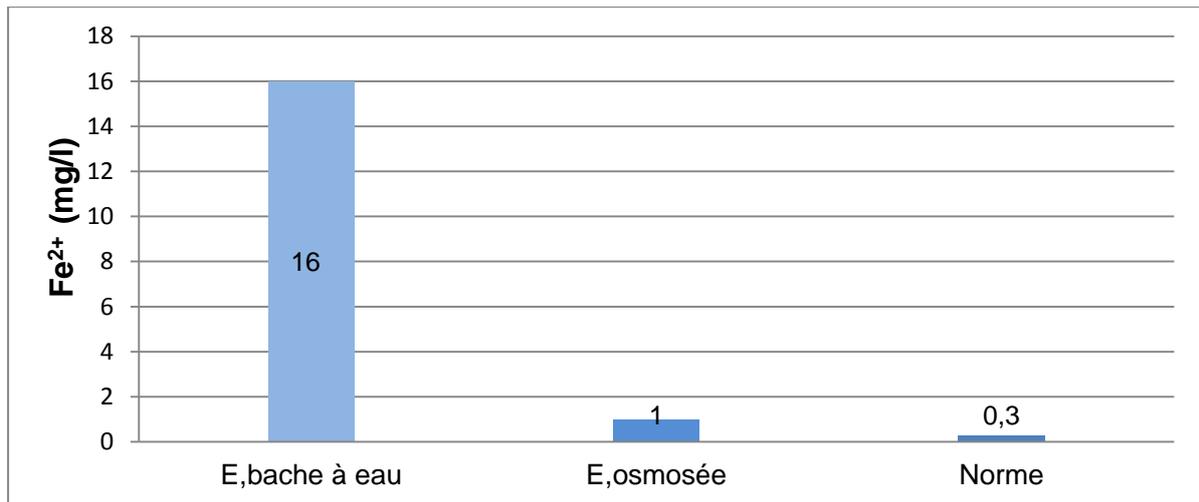
Certaines substances chimiques sont considérées comme indésirables, c'est à dire que leur présence est tolérée, tant qu'elle reste inférieure à un certain seuil. Parmi ces éléments :

##### - Fer

Le fer est un élément indispensable au bon fonctionnement de l'organisme, il intervient dans la formation de l'hémoglobine et de protéine. La présence de fer a des conséquences organoleptiques. A une teneur supérieure à 0.1 mg/l, le fer donne un gout désagréable à l'eau et peut lui donner une coloration noirâtre (**Bekkari et al.2016**).

### Chapitre 3 : Résultats et discussion

Les résultats du (tableau 3) et de la (figure 12) montrent que la teneur en fer de l'eau de la bache à eau (16mg/l) dépasse la valeur limite de potabilité fixée à 0.3 mg/l (**JORA, 2011**). Cette contamination par le fer peut être provenir des stations de traitement des eaux où il est utilisé comme floculant. La valeur de cet oligo-élément enregistrée dans l'eau osmosée est (1 mg/l), cette valeur indique que l'eau traitée par osmose inverse a été débarrassé de la majorité du fer.

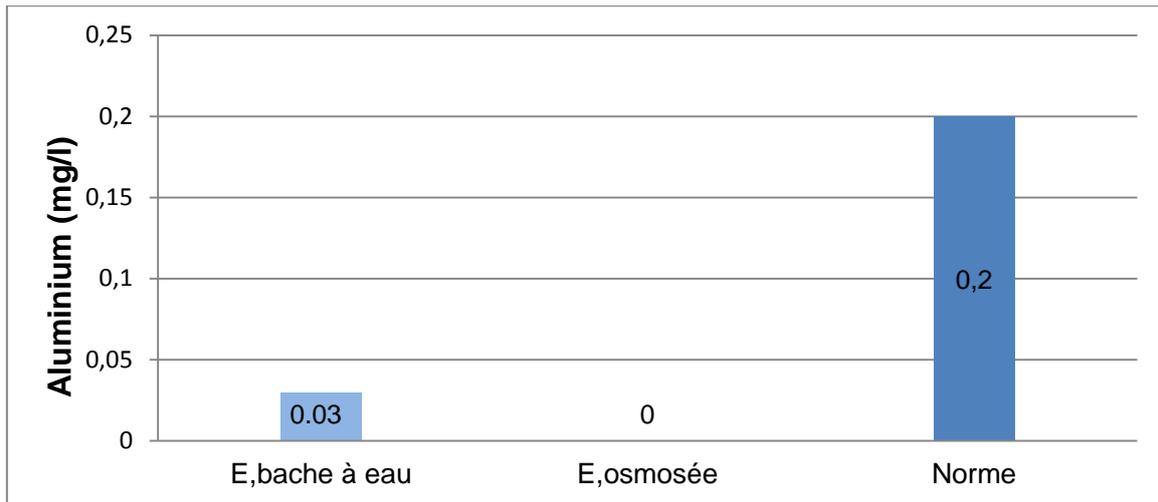


**Figure 12** : Les teneurs du fer dans les eaux étudiées.

#### - Aluminium

La présence d'aluminium dans l'eau est due au traitement par les sels minéraux comme agents de coagulation dans les usines de potabilisation. Il est présent dans tous les sols et peut donc se retrouver naturellement dans l'eau. L'aluminium peut présenter des dangers d'encéphalopathie pour de personnes insuffisantes rénales chroniques (**Ayad, 2004**).

D'après le tableau 2 et la figure 13, la teneur d'aluminium dans l'eau de la bache à eau (0.03 mg/l) est inférieure de la teneur fixée par la norme algérienne à (0.2 mg/l) (**JORA, 2011**). L'absence de cet élément dans l'eau osmosée est due à sa filtration par osmose inverse



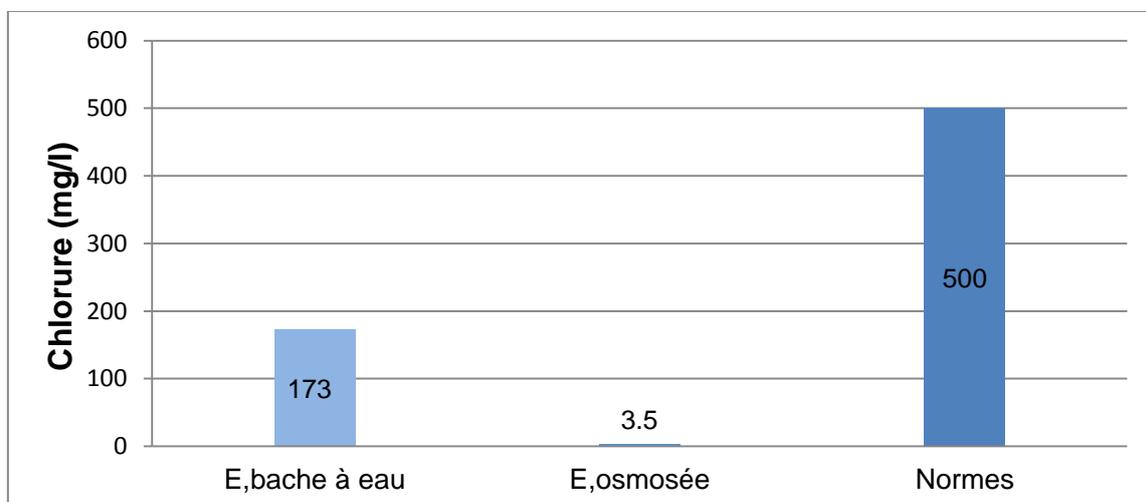
**Figure13** : Les teneurs d'aluminium dans les eaux étudiées.

#### 3.1.5 Minéralisation

##### - Chlorures

Les ions chlorures sont toujours présents dans toutes les eaux à des concentrations différentes et sous forme des sels : chlorure de sodium (NaCl), chlorure de potassium (KCl) ou chlorure de calcium(CaCl<sub>2</sub>)(**Saoud,2014**).

Les mesures des concentrations en chlorures dans les eaux analysées (tableu2) et (figure14) montrent une valeur importante de chlorures dans l'eau de la bêche à eau (173 mg/l) qui ne dépasse pas la norme algérienne fixée à 500 mg/l (**JORA ,2011**). Par contre la concentration enregistrée dans l'eau osmosée est très faible, elle est due à la déminéralisation incomplète de l'eau osmosée.



**Figure 14** : Les teneurs de chlorures dans les eaux étudiées.

### - Calcium

C'est un composant majeur de la dureté de l'eau. Il est généralement l'élément dominant des eaux potables. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature de terrain traversé (Queneau et Hubert, 2009).

D'après les teneurs mesurées en  $\text{Ca}^{2+}$ , les eaux étudiées présentent des teneurs inférieures à celles fixées par la norme algérienne de potabilité à 200 mg/l (JORA, 2011). En comparant les résultats des deux échantillons (tableau 3) et (figure15), l'eau osmosée qui a été débarrassée des ions  $\text{Ca}^{2+}$  présente une concentration (4.81 mg/l) inférieure à celle obtenue dans l'eau de la bache à eau (92 mg/l).

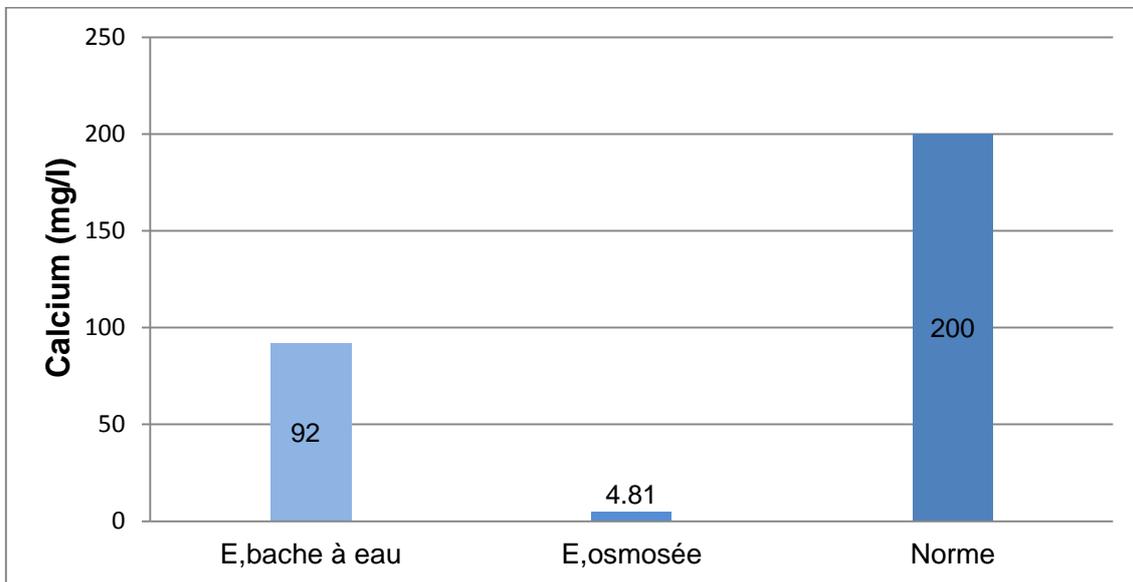


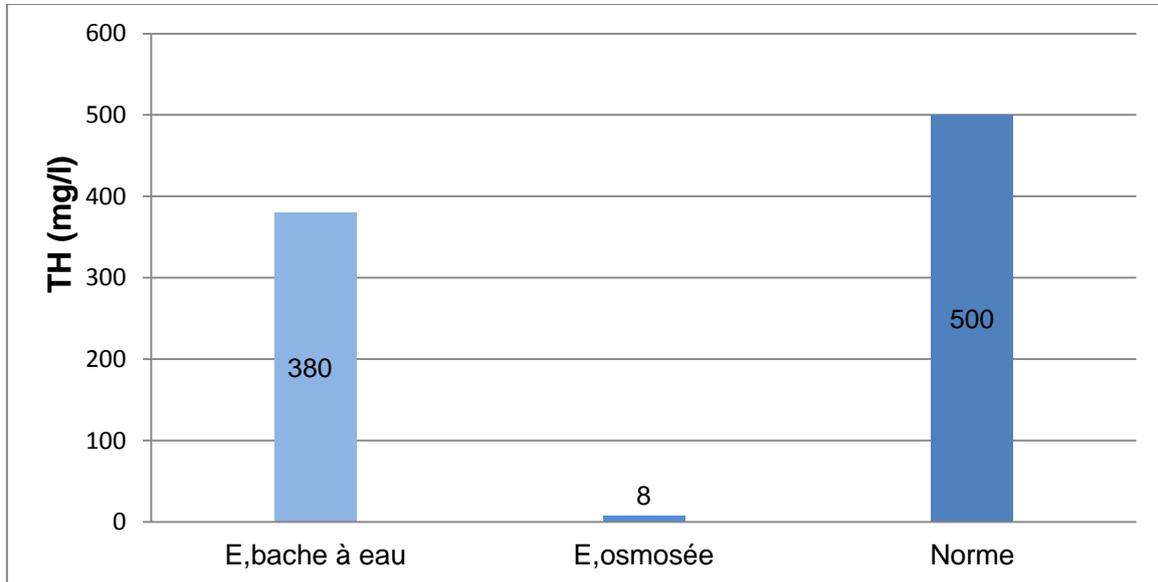
Figure 15 : Les teneurs du calcium dans les eaux étudiées.

### - Dureté totale (TH)

La dureté de l'eau correspond à la quantité de calcium et de magnésium dissous dans l'eau. Elle est exprimée en (mg/l). Une eau très douce peut avoir un effet corrosif sur les canalisations et conduire à la présence dans l'eau des particules métalliques issues des conduites (Saoud, 2014).

Les normes algériennes de potabilité fixe 500 mg/l comme valeur maximale de la dureté totale de l'eau (JORA, 2011). Dans le cas de notre étude, la dureté totale enregistrée dans l'eau de la bache (380 mg/l) est inférieur à la valeur maximale. A

cause de sa pauvreté en calcium et en magnésium, l'eau osmosée a une dureté très faible (8 mg/l).



**Figure 16 :** Les valeurs de la Dureté totale dans les eaux étudiées.

### 3.2 Examen Bactériologique

L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. Les organismes pathogènes sont très nombreux et très variés et ne peuvent donc pas faire l'objet d'une recherche spécifique. De plus leur identification est très difficile voire impossible dans le cas des virus car leur durée de vie peut être très courte. Pour ces différentes raisons, il est préalable de rechercher qui sont toujours présents en grand nombre dans la matière fécale des hommes et des animaux, qui se maintiennent plus facilement dans le milieu extérieur qui sont les anaérobies sulfite-réductrices, les streptocoques de groupe D et les coliformes fécaux.

Les résultats de l'examen Bactériologique sont présentés dans le tableau 4 et dans les figures (17, 18, 19) dont (1) c'est l'eau de la bache à eau et (2) c'est l'eau osmosée

**Tableau4** : résultats de l'examen Bactériologique des eaux analysées.

	E. bâche à eau	E.osmosée
Anaérobies sulfito-réductrices.	-	-
Streptocoques de groupe D	-	-
Coliformes fécaux	-	-

(-) : Absence

(+) : Présence

### 3.2.1 Recherche et dénombrement des anaérobies Sulfito-réductrices à 37°C

Les anaérobies Sulfito- réductrices sont des germes capables de sporuler et de se maintenir longtemps dans l'eau. Ils sont donc les témoins d'une pollution ancienne. Plus difficilement tués que les coliformes par les désinfectants, ils constituent donc un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection (**Hamed et al, 2012**).

D'après le tableau 4 et la figure 18, on constate une absence des colonies noires dans tous les tubes et donc une absence des anaérobies sulfito-réductrices dans les deux échantillons étudiés.

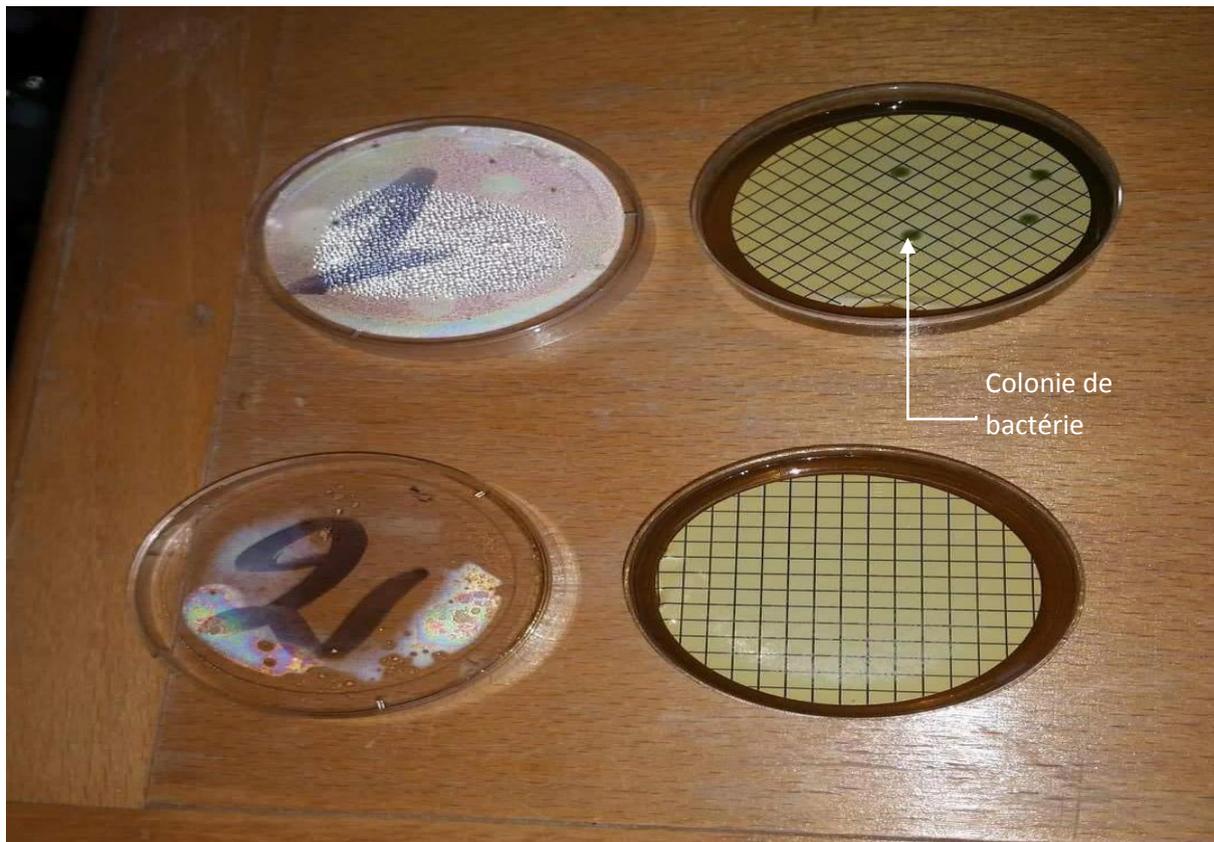


**Figure 17** : Les résultats de la recherche des anaérobies sulfito-réductrices.

### 3.2.2 Recherche et dénombrement des Streptocoques de groupe D

Les Streptocoques de groupe D comprennent les streptocoques bovins, mais également les streptocoques fécaux. Ils sont habituellement présents à l'intérieur de l'organisme de l'homme. Néanmoins Les Streptocoques de groupe D sont parfois à l'origine des infections et des inflammations de la paroi de l'intérieur du cœur. Ils peuvent également être responsables d'infections urinaires qui le plus souvent sont résistantes aux antibiotiques (**Ayad, 2004**).selon Rodier et al (2005), la présence des streptocoques fécaux doit s'accompagner de la présence de coliformes fécaux pour être certain d'une contamination fécale d'une eau d'alimentation.

Les analyses bactériologiques effectuées sur les échantillons d'eaux de l'hôpital montrent une absence des Streptocoques de groupe D. On remarque sur la figure 19 l'absence des colonies rouge, marron ou rose et l'apparition des colonies noires dans l'eau de la bâche à eau qui indique la présence d'autres bactéries.

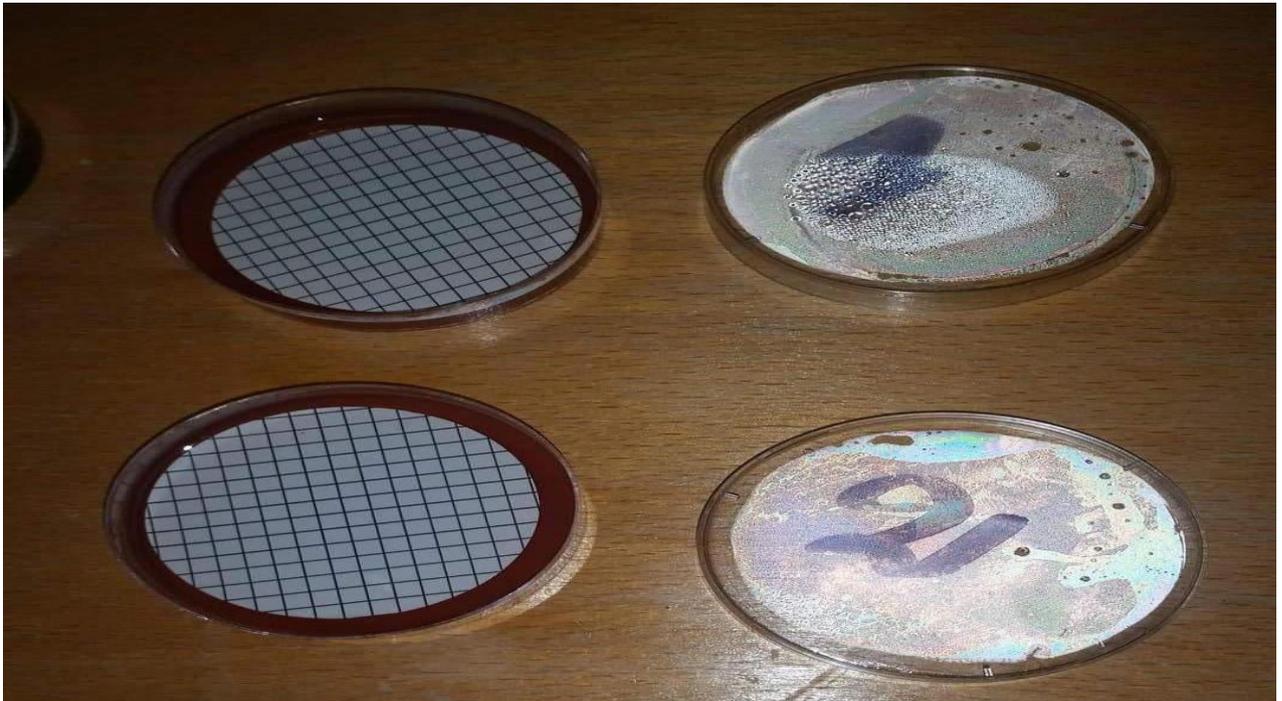


**Figure 18:** Les résultats de la recherche des Streptocoques de groupe D.

### 3.2.3 Recherche et dénombrement des coliformes fécaux

La présence des coliformes fécaux thermo tolérants, signe l'existence quasi certaine de la contamination fécale d'une eau (Rodier et al. 2009) car ils apparaissent toujours en grande quantité dans les déjections animales et humaines. L'OMS (2004), énonce que la présence d'E. Coli, apporte la preuve incontestable d'une pollution fécale récente. Certaines souches d'E. Coli sont pathogènes pour l'homme et peuvent provoquer des troubles intestinaux ressemblant à une gastro-entérite, au choléra ou à la dysenterie.

Dans le cas de notre étude, le test présomptif montre l'absence des coliformes fécaux dans l'eau de la bêche à eau et dans l'eau osmosée (figure 20), elles sont donc conformes à la norme de potabilité.



**Figure 19** : Les résultats de la recherche des coliformes fécaux.

## Conclusion

---

Dans les établissements de santé, plusieurs types d'eau coexistent. Elles se distinguent selon leurs usages et les exigences de qualité chimique et microbiologique associées. L'eau a longtemps été un vecteur de contamination négligé. Actuellement, le sujet est à l'ordre du jour après la médiatisation de problèmes infectieux survenus en milieu hospitalier. Une bonne connaissance de l'eau, une identification du danger et une gestion du risque, basée sur la prévention, sont indispensables.

Aux termes de notre travail, nous pouvons conclure que les eaux contrôlées sont de bonne qualité physico-chimique et bactériologique, les teneurs obtenues respectent les normes locales et internationales.

En effet, les eaux analysées ont des propriétés physico-chimiques qui font qu'elles sont recommandées pour la consommation humaine et au fonctionnement des appareils à usage hospitalier.

Les analyses bactériologiques des eaux au milieu hospitalier ont montré l'absence des germes de contamination fécale et ne possèdent donc aucun risque pour les consommateurs et surtout pour les patients immunodéprimés.

La surveillance de la qualité de l'eau dans les établissements de santé repose sur une démarche globale de gestion de risques sanitaires d'origine hydrique, intégrant notamment la mise en place des mesures préventives et correctives permettant de maîtriser les risques afin d'assurer un niveau de sécurité sanitaire satisfaisant.

## Références bibliographiques

---

**Archiblad F., (2000).** The presence of coliform bacteria in canadian pulp paper mill water systems- a cause dor concern? Water Qual res J. Canada, 35p.

**Arsac S., Bernet C., (2015).** Les catégories d'eau dans les établissements de santé. 17p

**Ayad W., (2017).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines. These de doctorat, faculté des sciences, département de biochimie, université Badji Mokhtar- Annaba. 156p.

**Benmaid A., (2013).** La sécurité liée à l'eau : gestion des risques et arbitrages, Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable, études et documents. 140p.

**Bekkari H., Touijer H., Berrada S., (2016).** Evaluation de la contamination des eaux utilisées en milieu hospitalier. 8 p.

**Dib I., (2009).** L'impact de l'activité agricole et urbaine sur la qualité des eaux souterraines de la plaine de gadaine- Ain Yaghout, Mémoire de magister en hydrolique, construction hydro-technique et environnement , faculté des sciences de l'ingénieur, département d'hydraulique, Université Haj lakhdar, Batna, 127p.

**Group Eau Santé., (2008).** Eau des établissements de santé, qualité de l'eau aux points d'usages. Ed. société Ektopic. 53p.

**Hartemann P., Banchereau J., Brosseau M., Montout G., (2003).** Guide technique l'eau dans les établissements de santé. 120p.

**Hartemann P., (1992).** L'eau à l'hôpital, un partenaire sous haute surveillance, hygiène en milieu hospitalier .125p.

**Hartemann P., (1992).** Les problèmes actuels liés à l'utilisation de l'eau en milieu hospitalier. 48p

**Herault S., (1999).** L'eau dans les établissements de soins, enquête auprès d'établissements de santé, élaboration d'une méthode de suivi de la qualité de l'eau. 108p.

## Références bibliographiques

---

**Ladjel S., (2009).** Contrôle des paramètres physico-chimiques et bactériologiques d'une eau de consommation, Les cahiers techniques du stage T7, Centre de formation en matières de l'eau, Tizi Ouzou, 101p.

**Mottier D., (2008).** Médecine et maladies infectieuses. 38p.

**Rodier J., Bazin C., Broutin J., Chambon P., Rodi L., (2005).** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed. Dunod, Paris, 1384p.

**Rodier J., Legube B., Nerlet N. (2009).** L'analyse de l'eau, 9<sup>ème</sup> édition, Ed. Dunod, 1579p.

**Saoud., (2014).** L'analyse physico chimique de l'eau. 25p.

**Henri L., (2012).** L'eau potable, Ed réimprimée, 190p.

**Queneau P., Hubert J., (2009).** Place des eaux dans l'alimentation, Rapport de l'académie national de médecine, Société française de l'hydrologie et climatologie médicale, France, 250p.

**url.<https://www.vulgaris-medical.com/encyclopedie-medicale/streptocoque>.**

Consulté le 23 juin 2018.

**url.<https://www.aquarium-aquariophilie.com/eau-osmosee.htm>.** Consulté le 12 avril 2018.

**INTITULÉ :** Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux dans un établissement de santé (Hôpital Ali Mendjeli).

**Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en**

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Ecologie et environnement**

**Spécialité : Ecologie fondamentale et appliquée**

**Résumé :**

L'eau dans les établissements de santé est susceptible de se dégrader à tout moment entre l'usine de traitement et les points d'usages au niveau des services hospitaliers. Elle peut être une source des risques infectieux parasitaires et des risques toxiques en cas de contamination physico-chimique ou microbienne et particulièrement pour les patients immunodéprimés. Pour apprécier la qualité des eaux de l'hôpital Abdelkader-Bencherif d'Ali-Mendjeli (Constantine), un contrôle physico-chimique et bactériologique a été réalisé sur deux types d'eaux : l'eau de la bêche à eau et l'eau osmosée. Afin d'évaluer les différents paramètres et les comparer avec les normes des eaux de consommation humaines. Les analyses ont été effectuées sur ces échantillons en mesurant les paramètres physico-chimiques suivants : pH, turbidité, conductivité(CE), température, phosphates, nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ), cyanure, cadmium (Cd), fer ( $\text{Fe}^{2+}$ ), aluminium (Al), chlorures ( $\text{Cl}^-$ ), dureté (TH), Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), et en recherchant éventuellement les germes indésirables : les anaérobies sulfito-réductrices, les Streptocoques du groupe D et les coliformes fécaux.

Les résultats des analyses effectuées ont fait ressortir que les eaux étudiées sont de bonne qualité physico-chimique et bactériologique. Elles ne possèdent donc aucun risque pour les consommateurs et surtout pour les patients immunodéprimés.

**Mots clés:** Qualité, établissement de santé, physico-chimique, bactériologique, hôpital Ali Mendjeli.

**Laboratoire de recherche :** Laboratoire d'écologie et d'environnement

Jury d'évaluation :

*Président du jury :* SAHLI L (MCA-UFM Constantine).

*Rapporteur :* TOUATI Laid (MCB-UFM Constantine).

*Examineurs :* KERBOUA F (MAA-UFM Constantine).

**Date de soutenance :** 24/06/2018

