



UNIVERSITE MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohammed El Bachir El Ibrahim B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

فهم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques



UNIVERSITE MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Toxicologie

Intitulé:

Analyse de quelques paramètres physico-chimiques
de l'eau des forages et d'aquaculture
dans la région de Bordj Bou Arreridj

Présenté par :

Amara Oussama

Devant le Jury:

Président : Dr. Diafat Abdelouahab

Professeur

Université de Bordj Bou Arreridj

Encadrant : Dr. Boussahel Soulef

MCA

Université de Bordj Bou Arreridj

Examineur : Dr. Loukil Bachir

MCB

Université de Bordj Bou Arreridj

Invité : Mr. Fahima Noureddine

Doctorant

Université Kasdi Merbah Ouargla

Inspecteur Principale (APRH)

Année Universitaire : 2023/2024

Remerciement

*Avant tout, nous remercions **Dieu** le tout puissant qui nous a guidé tout au long de notre vie, il nous a donné le courage et la patience pour passer tous les moments difficiles, nous a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.*

Un travail de recherche, nécessite le concours d'un certain nombre de personnes .Ce mémoire est aujourd'hui l'occasion de remercier toutes les personnes qui ont collaboré à ce travail.

*Tout d'abord, je tiens à remercier l'encadreur **Dr. BOUSSAHEL** Soulef qui nous a donné une confiance, et a mis à notre disposition tous les moyens et les ressources nécessaires à la réalisation de ce travail.*

Je remercie vivement les membres du jury qui nous ont fait l'honneur de juger notre travail. Je tiens à remercier sincèrement

*On tient à remercier sincèrement **Mr. Fahima Noureddine** d'avoir accepté de nous orienter et de nous conseiller et d'assister comme un invité à la soutenance.*

*Je remercie **Mr. Belgoumri Toufik** d'avoir accepté de nous accueillir dans sa ferme à **Tixter** et de nous permettre de prendre les échantillons d'eau.*

*Je tiens à remercier sincèrement aussi **Mr. Labachi Bachir** d'avoir accepté de nous accueillir dans sa ferme à **EL Hamadia** et de nous permettre de prendre les échantillons d'eau.*

Merci à tous.

Je dédie ce mémoire à ...

A ma très chère mère

Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner.

A mon très cher père

Celui qui m'envahi de ses faveurs et était pour moi le conduite exemplaire et idéale quant à mon itinéraire scolaire et universitaire.

A ma très chère sœur SONIA.

A mon très cher frère : DJAWAD.

A mes grandes mères maternelles et mes grands-pères.

À tous les membres de ma famille, mes oncles et mes tantes.

À tous mes amis, merci d'être à mes côtés, et spécialement Zakaria, Ilias, Ziad, Tarek, yaakoub, Achraf, Hamid.

A mes chers collègues

Sommaire

| | |
|------------------------|---|
| Remerciement | |
| Dédicaces | |
| Liste des abréviations | |
| Liste des figures | |
| Liste des tableaux | |
| Introduction | 1 |

Synthèse Bibliographique

| | |
|---|----|
| 1. Généralités sur l'eau | 3 |
| 2. Cycle de l'eau | 3 |
| 3. Ressources hydriques naturelles | 4 |
| 3.1. Les eaux de surface | 5 |
| 3.2. Eaux souterraine | 6 |
| 3.3. Les eaux de mer..... | 6 |
| 4. Propriétés de l'eau | 7 |
| 4.1. Propriétés physiques | 7 |
| 4.2. Propriétés chimiques | 7 |
| 4.3. Propriétés biologiques de l'eau | 8 |
| 5. Eaux souterraines..... | 8 |
| 5.1. Qualité des eaux souterraines | 8 |
| 5.2. Pollution des eaux souterraines | 8 |
| 5.3. Source de pollution des eaux souterraines | 8 |
| 6. Traitement des eaux..... | 10 |
| 7. Evaluation de la qualité des eaux..... | 10 |
| 7.1. Paramètres organoleptiques | 10 |
| 7.2. Paramètres physiques | 11 |
| 7.3. Paramètres chimiques..... | 12 |
| 8. Définition de l'aquaculture | 15 |
| 8.1. L'aquaculture en Algérie..... | 15 |
| 8.2. Quelque paramètres physico-chimiques de l'eau d'aquaculture..... | 16 |
| 9. Généralité sur l'eau potable | 16 |
| 9.1. Définition de l'eau potable | 16 |
| 9.2. Origines de l'eau potable..... | 16 |
| 9.3. les normes physico-chimiques de l'eau potable | 17 |

Présentation du site

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1. Présentation des sites | |
| 1.1.La ferme aquacole Belgoumri | 18 |
| 1.2.La ferme aquacole Labachi..... | 19 |
| 1.3.Les forages d'eau (El Hamma)..... | 20 |

Matériels Et Méthodes

| | |
|--|----|
| 1. Matériels et Méthodes | 21 |
| 1.1. Échantillonnage de l'eau | 21 |
| 1.2. Analyses physico-chimiques | 23 |
| 1.2.1. Mesure du pH | 23 |
| 1.2.2. Mesure de la conductivité électrique..... | 23 |
| 1.2.3. Mesure de la turbidité..... | 24 |
| 1.2.4. Les résidus secs | 24 |
| 1.3. Dosage des chlorures..... | 25 |

Résultats et discussion

| | |
|-------------------------------------|----|
| 1. Le potentiel Hydrogène (pH)..... | 26 |
| 2. La Conductivité électrique..... | 27 |
| 3. La turbidité..... | 28 |
| 4. Les résidus secs..... | 29 |
| 5. Le Chlorure | 31 |
| Conclusion..... | 33 |
| Références bibliographiques | |
| Annexes | |
| Résumé | |

Liste des abréviations

- **B.B.A** : Bordj Bou Arreridj
- **°C** : Celsius
- **H** : heure
- **Min** : minute
- **mg/l** : milligramme par litre
- **ml** : millilitre
- **NTU** : Nephelometric turbidity unite
- **µS/cm** : Microsiemens par centimètre
- **°F** : Degré Fahrenheit
- **pH** : Potentiel Hydrogène
- **T** : Température
- **H₂S** : Hydrogène sulfuré
- **erg/cm** : unité de mesure d'énergie
- **OMS** : Organisation mondiale de la Santé
- **TH** : le titre hydrotimétrique
- **UNICEF** : United Nations International Children's Emergency Fund.
- **RS** : résidus secs.
- **g/cm³** : gramme par centimètre cube.
- **%** : pour cent.
- **TDS** : Total Dissolved Solids.

Liste des figures

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 01 | Cycle de l'eau. | 3 |
| 02 | Répartition de l'eau sur le globe. | 5 |
| 03 | Le nombre des fermes en Algérie. | 15 |
| 04 | Localisation géographique de la ferme aquacole à Tixter. | 18 |
| 05 | Localisation géographique de la ferme d'El Hamadia. | 19 |
| 06 | Localisation géographique du forage d'eau d'El Hamma Ksour. | 21 |
| 07 | Le bassin d'élevage de tilapia (la ferme de Belgoumri, Tixter). | 21 |
| 08 | Le bassin d'élevage de tilapia (la ferme de Labachi, El Hamadia). | 21 |
| 09 | Le forage d'eau d'El Hamma. | 22 |
| 10 | Le forage d'eau de la mosquée. | 22 |
| 11 | pH-mètre. | 23 |
| 12 | Conductimètre. | 23 |
| 13 | Turbidimètre. | 24 |
| 14 | Les valeurs du pH de l'eau et les normes. | 27 |
| 15 | Les valeurs de la conductivité des eaux et les normes. | 28 |
| 16 | Les valeurs de la turbidité des eaux et les normes. | 29 |
| 17 | Les résultats des résidus secs dans les eaux et les normes. | 30 |
| 18 | Les valeurs de chlorure dans les eaux et les normes. | 31 |

Liste de tableaux

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 01 | Principales différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines | 6 |
| 02 | Relation entre la dureté de l'eau et la concentration équivalente en CaCO ₃ | 14 |
| 03 | les normes physico-chimiques liées aux substances indésirables selon l'OMS et le journal officiel algérien. | 17 |

Introduction

Introduction

L'eau est l'élément essentiel à la vie; il est à la fois : un aliment, un médicament, une matière première industrielle, énergétique et agricole, et un moyen de transport. Ses usages sont donc multiples, ils sont dominés par l'agriculture, l'aquaculture, l'industrie, l'artisanat, les loisirs aquatique, la fourniture collective ou individuelle d'eau potable, utilisable à des fins alimentaires (eau de boisson, cuisine) mais aussi domestiques et d'hygiène (**Michel et al., 2003**). L'eau représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants, ces principales caractéristiques sont : inodore, incolore et sans goût (**Gerard., 1999**). L'approvisionnement en eau provient de deux sources aux caractéristiques très différentes :

Eau souterraine qui se trouve sous la surface de la terre et remplit les fissures des roches ou les pores des milieux granulaires tels que le sable ou le gravier. Contrairement aux eaux de surface, les eaux souterraines ne s'écoulent pas dans des ruisseaux ou des rivières, mais circulent plutôt en profondeur dans les formations géologiques qui composent l'espace souterrain. Les eaux souterraines constituent une partie importante du cycle de l'eau. L'eau de pluie s'infiltré dans le sol, circule verticalement jusqu'à la zone saturée (nappe phréatique) et se déplace vers l'aval vers la zone de resurfaçage naturel (canaux) (**Myrand, 2008**).

L'eau de surface est l'eau qui se trouve à la surface ou à proximité de la surface de la terre. Dans une région donnée, cela affecte principalement les rivières, les mers, les lacs et les canaux de drainage qui y existent. Sa température varie en fonction du climat et de la saison. Ces particules en suspension dans l'air varient en fonction des précipitations, de la nature et de la topographie de la zone. La composition de ses sels minéraux varie en fonction de la topographie, des précipitations et du ruissellement. Les eaux de surface sont généralement riches en oxygène mais contiennent peu de dioxyde de carbone. (**Degremont, 2005**).

Les eaux de forage, souvent utilisées comme eau potable et pour l'agriculture, et les eaux d'aquaculture, cruciales pour l'élevage de poissons destinés à la consommation humaine, présentent des risques particuliers de contamination physicochimique. Leur control est important pour prévenir le risque associé à des intoxications d'origine hydrique.

Vu l'importance de ce sujet nous avons choisi de travailler dans ce mémoire sur la qualité de l'eau et ainsi, quatre échantillons issus de quatre sources différentes d'eau font l'objet d'étude. Leurs provenances sont comme suit :

- Un bassin d'élevage de tilapia (La ferme de Belgoumri, Tixter).
- Un bassin d'élevage de tilapia (La ferme de Labachi, El Hamadia).
- Un forage d'eau d'El Hamma (village d'El Hamma, Ksour, Bordj Bou Arreridj).
- Un forage d'eau de la mosquée de Khalid Ibn El Walid (village d'El Hamma, Ksour

Bordj Bou Arreridj).

Le présent mémoire est devisé en quatre axes comme suit :

- Le premier axe expose une synthèse bibliographique sur l'eau,
- Le deuxième axe présente la région d'étude,
- Le troisième représente le matériel et les méthodes utilisés pour le contrôle de la qualité de quelques paramètres de l'eau des échantillons choisis,
- Le dernier axe comporte les résultats et la discussion,

Le mémoire comporte aussi une conclusion et des perspectives.

Synthèse
Bibliographique

1. Généralités sur l'eau

L'eau est l'élément vital pour la vie, c'est la boisson naturelle par excellence. C'est un liquide, inodore, incolore, sans goût, transparent et de pH neutre (Perry, 1984). C'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (Bernard, 2007).

La circulation de l'eau dans les différentes parties de la terre s'explique par le cycle de l'eau. L'eau, substance vitale, est extrêmement importante non seulement pour les humains mais aussi pour toutes les plantes et tous les animaux (Needham, 2010 ; Zaimche, 2015).

2. Cycle de l'eau

Le cycle de l'eau (Figure 01) est un élément naturel d'importance fondamentale et essentiel à toutes les formes de vie sur Terre. En fait, l'eau ne reste pas dans un certain état, mais le mouvement de l'eau avec les changements d'état forme le cycle de l'eau, également appelé cycle de l'eau (Botkin et Keller, 2014).

L'eau circule autour de la Terre sous de nombreuses formes, notamment nuages, pluie, rivières et océans. Il suit un cycle sans fin de l'océan à l'atmosphère, de l'atmosphère à la terre et de la terre à l'océan. Toutes les masses d'eau d'un même bassin versant (lacs, rivières, océans, eaux souterraines, etc.) sont interdépendantes au cours de ce cycle (Marillys, 2010).



Figure 01. Cycle de l'eau (Gleick, 1996).

Dans l'atmosphère, l'eau existe principalement sous forme de vapeur. Lorsque l'eau refroidit, elle passe de l'état vapeur à l'état liquide. L'hydrosphère, chauffée par l'énergie solaire, s'évapore et l'eau devient présente dans l'atmosphère. Au fur et à mesure que l'air se refroidit, cette eau se condense en gouttelettes d'eau ou en cristaux de glace, qui se déposent dans la lithosphère sous forme de pluie, de neige ou de grêle (**Vilagines, 2003**). Ce cycle, entre le ciel et la terre, suit son cours selon cinq étapes qui sont l'évaporation, la condensation, les précipitations, l'infiltration et le ruissellement décrit comme suit (**Selhi et Smail, 2004**) :

2.1. Evaporation

L'énergie solaire, qui provoque à la fois l'évaporation de l'eau, transforme l'eau liquide en forme gazeuse. Le vent transporte l'eau sous forme de vapeur ou de nuages (les nuages se forment lorsque la vapeur d'eau se condense ou se solidifie).

2.2. Condensation

La vapeur d'eau qui retourne dans l'atmosphère se condense et former les nuages.

2.3. Précipitation

Lorsque les gouttelettes d'eau qui forment un nuage atteignent un poids suffisant, elles tombent au sol sous forme de pluie, de neige ou de grêle.

2.4. Ruissellement

L'eau qui ne peut pénétrer pas reste en circulation à la surface de la terre et se concentre dans les rivières. L'eau se connecte aux rivières uniquement par des voies de surface (écoulement de l'eau à la surface du sol).

2.5. Infiltration

Une partie de l'eau de pluie reste souterraine et est utilisée par la végétation. D'autres quantités pénètrent profondément dans les surfaces imperméables.

3. Ressources hydriques naturelles :

L'eau est le minéral le plus utilisé dans le monde, avec un volume total estimé à 1,4 milliard de km³. Ils sont répartis dans cinq réservoirs (mer, Océan, glace, eaux de surface et eaux souterraines), qui forment ensemble l'hydrosphère. (**Leray, 1990**).

La majeure partie de l'eau (97 %) se trouve dans l'océan (Figure 02) et est trop salée pour être utilisée par l'homme. Cependant, les 3 % d'eau douce restant ne sont pas entièrement accessibles à l'homme. En fait, environ 63 % de l'eau des glaciers sont solides, tandis que seulement 31,4 % de l'eau des eaux souterraines, des lacs d'eau douce, des rivières et des organismes vivants est liquide. Une petite partie de ces 31,4 % existe dans l'atmosphère sous forme de vapeur d'eau (Bouarouenne et Sadi, 2016).

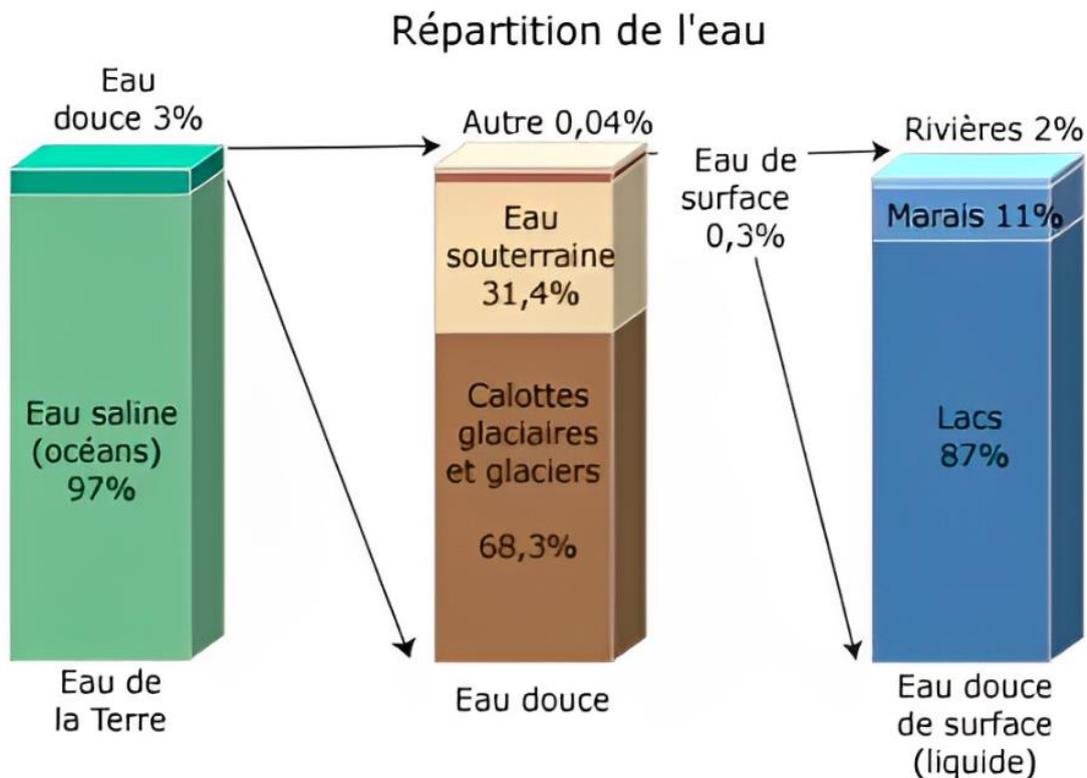


Figure 02. Répartition de l'eau sur le globe (ORE, 2014).

3.1. Les eaux de surface

La principale source d'eau potable est l'eau de surface. Cette eau est souvent rendue inutilisable en raison de la pollution liée aux activités urbaines, industrielles et agricoles. En fait, la qualité des eaux de surface varie selon les régions et les saisons. En raison de la nature et de l'intensité de l'activité, les cours d'eau ne sont pas toujours capables de diluer ou de neutraliser la pollution à des niveaux acceptables, ce qui la rend inutilisable comme eau potable (Hadeef et Hasni, 2017).

3.2. Eaux souterraines

Les eaux souterraines sont formées par l'accumulation d'eau de pluie infiltrée dans le sol et varient en fonction de la porosité et de la structure géologique. Ils présentent de bonnes qualités physico-chimiques et bactériologiques (Tableau 01) et sont souvent propres à une consommation sans transformation (**Cardot, 1999**).

3.3. Les eaux de mer

L'eau de mer est une source d'eau brute utilisée uniquement lorsque l'eau douce n'est pas disponible. Ces eaux sont caractérisées par une salinité élevée (varie entre 33 000 et 37 000 mg/l) et sont également appelées « eaux saumâtres ». Ce qui rend cette eau difficile à utiliser, c'est le coût extrêmement élevé du traitement (**Ayad, 1999**).

Tableau 01. Principales différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines (**Degremont, 1989, 2005**).

| Caractéristiques | Eaux de surface | Eaux souterraines |
|---------------------------------|---|--|
| Température | Variable suivant les saisons | Relativement constante |
| Turbidité | Variable, parfois élevée | Faible ou nulle (sauf dans les terrains karstiques) |
| Couleur | Liée surtout aux matières en suspension sauf dans les eaux très douces et acides | Liée surtout aux matières en solution |
| Minéralisation globale | variable en fonction des terrains, des précipitations, des rejets... | Sensiblement constante en général nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région |
| Fer et Manganèse dissous | Généralement absents sauf en profondeur des pièces d'eau en état d'eutrophisation | Généralement présents |
| Nitrates | Peu abondants | Teneur parfois élevée |
| O₂ dissous | Le plus souvent au voisinage de la saturation : absent dans le cas des eaux très polluées | Absent la plupart du temps |
| Nitrates | Peu abondants en général | Teneur parfois élevée |
| H₂S | Généralement absent | Souvent présent |
| CO₂ agressif | Généralement absent | Souvent présent en grande quantité |
| Eléments vivants | Bactéries, virus | Ferro bactéries fréquentes |

4. Propriétés de l'eau

L'eau est essentielle à la vie, catalyseur de nombreuses réactions chimiques et cause majeure d'érosion et de sédimentation, ce qui en fait un facteur crucial dans la formation du paysage. Sur Terre, l'eau existe sous trois états : liquide (l'eau elle-même), solide (la glace) et gazeux (la vapeur d'eau). Ces trois phases coexistent dans la nature et peuvent toujours être observées par paires, plus ou moins en équilibre : eau-glace, eau-vapeur, glace-vapeur, selon les conditions de températures et de pression. **(Bliefert et Perraud., 2008).**

4.1. Propriétés physiques

La polarité des molécules d'eau permet leur association entre elles. Elle peut entraîner diverses anomalies physiques, qui seront brièvement mises en évidence plus loin.

- **La Température d'ébullition** : cette valeur est inhabituellement élevée par rapport aux composés ayant le même ordre de poids moléculaire et plusieurs atomes d'hydrogène. Dans des conditions normales, elle est de 100 °C.
- **La masse volumique** : elle varie avec la température et la pression, mais aussi avec la teneur en sel dissous. La masse volumique de l'eau est de 1g/cm³.
- **La viscosité** : elle diminue lorsque la température augmente ; en revanche, elle augmente avec la teneur en sel dissou. Contrairement aux autres liquides, une pression modérée rend l'eau moins visqueuse à basse température **(Boglin, 2008).**
- **La tension superficielle** : Elle est définie comme la tension exercée à la surface d'un liquide, et le but est toujours de réduire au maximum l'expansion de cette surface. C'est très élevé ; Equivalent à 73 erg/cm à 18°C. **(Bliefert et Perraud., 2008).**

4.2. Propriétés chimiques

L'énergie de formation de la molécule d'eau est élevée (242 kJ/mol). Il s'ensuit que l'eau possède une grande stabilité. Cette stabilité, associée aux propriétés électriques et à la constitution moléculaire de l'eau, la rend particulièrement apte à la mise en solution de nombreux corps gazeux, liquides polaires, et surtout solides. La plupart des substances Minérales peuvent se dissoudre dans l'eau, ainsi qu'un grand nombre de gaz et de produits organiques. La solvation (ou action hydratante de l'eau) est le résultat d'une destruction complète ou partielle des divers liens électrostatiques entre les atomes et les molécules du corps à dissoudre, pour les remplacer par de nouveaux liens avec les molécules d'eau, et forger ainsi des nouvelles structures **(Bliefert et Perraud., 2008 ; Boglin., 2008).**

4.3. Propriétés biologiques de l'eau

L'eau, l'oxygène et le dioxyde de carbone contribuent à créer des conditions favorables au développement des organismes vivants. Il existe un cycle biologique, un cycle dans lequel s'effectuent une série d'échanges (**Lallogo, 1992**).

5. Eaux souterraines

Les eaux souterraines se trouvent sous la majeure partie de la surface terrestre. Leur origine réside dans l'accumulation d'infiltrations dans le sol, qui varie en fonction de la porosité et de la structure géologique. Les eaux souterraines ont généralement une bonne qualité physicochimique et bactériologique (**Cardot, 1999**). Celles-ci restent à ce jour les meilleures ressources en eau potable (**Margat, 1992**).

5.1. Qualité des eaux souterraines

Les eaux souterraines sont généralement pures sur le plan bactériologique (**UNICEF, 1999**), ce qui en fait une meilleure solution que les eaux de surface (**Fiambsch, 1998**).

La contamination peut également provenir du sol, via la propagation de pesticides et le rejet d'eaux usées provenant des animaux et des humains. De manière générale, si cette contamination est plus rare et limitée dans les eaux souterraines que dans les eaux de surface, l'incident aura un impact plus permanent, compte tenu de la plus faible perméabilité et de la capacité à rétablir l'équilibre perdu (**Gaujous, 1995**).

5.2. Pollution des eaux souterraines

La contamination des eaux souterraines constitue un risque permanent de destruction des ressources en eau dans un avenir proche (**Castany, 1982**). Il s'agit d'une pollution très individuelle mais très persistante dont les effets doivent être envisagés à très long terme (**Gaujous, 1985**).

5.3. Source de pollution des eaux souterraines

La majeure partie de la pollution des eaux souterraines est due aux activités humaines. La contamination des eaux souterraines d'origine humaine est causée par le traitement des déchets (systèmes d'assainissement privés, traitement des déchets solides, drainage urbain, bassins d'épuration, dispersion de boues dans le sol, formation de saumures par certaines industries pétrolières, traitement des eaux usées, déchets radioactifs). En rapport accidents, certaines activités agricoles, exploitation, routes déglacées, pluies acides, mauvais entretien des puits, routes salées) (**Degrémont, 1991**). Il a été constaté qu'il existe diverses formes de sources de pollution des eaux souterraines :

5.3.1. Sources naturelles

Lorsque les eaux souterraines se déplacent à travers les roches et les sols sédimentaires, elles absorbent divers composés, notamment le magnésium, le calcium et le chlorure. Certains aquifères contiennent naturellement de fortes concentrations de composants dissous tels que l'arsenic, le bore et le sélénium. L'impact de ces sources sur la qualité des eaux souterraines dépend du type de polluant et de sa concentration (**Stanley, 2005**).

5.3.2. Sources agricoles

Les sources de pollution en agriculture sont nombreuses et diverses. Débordement d'engrais et de pesticides lors de la manutention, déversement de charge, nettoyage des pulvérisateurs de pesticides et autres matériels d'application, utilisation de produits chimiques (**Marquita, 2004**).

Le stockage des pesticides à proximité de canalisations d'eau souterraine, comme des puits ou des dolines, peut s'accumuler et être contaminé. Une contamination peut également se produire si les produits chimiques sont stockés dans un endroit extérieur non protégé du vent et de la pluie (**Marquita, 2004**).

5.3.3. Sources industrielles

Certaines entreprises qui n'ont normalement pas accès aux réseaux d'égouts dépendent d'eaux souterraines peu profondes. Ils utilisent une fosse sèche ou un puisard ou détournent les eaux usées vers une fosse septique. Tout cela peut conduire à une contamination des sources souterraines d'eau potable (**Degrémont, 1991**).

Les pratiques de traitement des eaux usées de certains types d'entreprises, telles que les ateliers de réparation automobile, les fabricants de composants et de machines électriques et les entreprises de traitement de photos, sont particulièrement préoccupantes. En effet, les déchets produits par ces entreprises sont susceptibles de contenir des produits chimiques toxiques (**Degrémont, 1991**).

Ces diverses sources de pollution industrielle comprennent le nettoyage des réservoirs et des pulvérisateurs, l'élimination des déchets dans des fosses septiques et des puits secs et le stockage des matières dangereuses dans des zones ouvertes et déconnectées sans drains ni puisards. Le développement de carburants et de minéraux ininflammables peut également entraîner une contamination des eaux souterraines (**Degrémont, 1991**).

5.3.4. Sources résidentielles

Les systèmes de drainage résidentiels peuvent être une source de nombreux types de polluants, notamment des bactéries, des virus, des nitrates et des composés organiques. Les puits pour le traitement des eaux usées domestiques (fosses septiques, puisards, puits de drainage pour l'évacuation des précipitations anormales, puits de recharge des eaux souterraines) peuvent avoir un impact négatif sur la qualité de l'eau des eaux souterraines, surtout s'ils sont installés à proximité de puits de réception d'eau potable (**Mcgraw-Hill, 1999**).

Un stockage ou une élimination inappropriés des produits chimiques ménagers tels que les peintures, les détergents, les dissolvants pour vernis à ongles, les huiles, les produits pharmaceutiques, les désinfectants, les produits chimiques pour piscines, les pesticides, les piles, l'essence et le carburant diesel peuvent entraîner une contamination des eaux souterraines (**Mcgraw-Hill, 1999**).

Lorsque ces produits sont éliminés avec les ordures ménagères, ils finissent dans les eaux souterraines, à moins que la décharge ne soit équipée pour traiter les matières dangereuses. De même, les déchets déposés ou enfouis dans le sol peuvent contaminer les sols et pénétrer dans les eaux souterraines (**Mcgraw-Hill, 1999**).

6. Traitement des eaux

L'objectif fondamental du traitement de l'eau est de protéger les consommateurs contre les micro-organismes pathogènes et les contaminants désagréables ou dangereux pour la santé. L'eau utilisée pour la consommation humaine, qu'elle soit souterraine ou superficielle, est rarement disponible pour la consommation directe. Dans de nombreux cas, un traitement plus ou moins adapté est nécessaire (**Valentin, 2000**). Si une protection hermétique de la source au consommateur ne peut être garantie, il est indispensable de procéder à une désinfection et de maintenir des concentrations de chlore résiduelles suffisantes (**OMS, 1994**).

7. Evaluation de la qualité des eaux

7.1. Paramètres organoleptiques

7.1.1. La couleur

La coloration d'une eau est due aux substances dissoutes et/ou aux substances en suspension, ces substances sont le plus souvent d'origine naturelle « végétale, minérale et organique ». Elle varie pour les eaux naturelles de jaune pâle au brun rougeâtre selon la nature et la concentration de la matière colorante (**Tardart, 1994**).

7.1.2. L'odeur

L'odeur est l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. En effet, leur présence dans l'eau est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition comme les alcools, le dioxyde de soufre, le chlore (Tardart, 1994).

7.1.3. Le goût et la saveur

C'est l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçues lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche ; on distingue des saveurs : acide, amère, sucrée, salée. Quant au goût, on rencontre des goûts : métallique, chloré, de terre, etc (Tardart, 1994).

7.2. Paramètres physiques

7.2.1. Température

Il est primordial de connaître la température d'une eau. En effet, elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz et la détermination du pH. La mesure de la température est très utile pour les études immunologiques et le calcul des échanges. Elle agit aussi sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivant dans l'eau (Salghi, 2017).

7.2.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH mesure la concentration des ions H^+ dans l'eau. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique. La valeur du pH altère la croissance et la reproduction des micro-organismes existants dans une eau, la plupart des bactéries peuvent croître dans une gamme de pH comprise entre 5 et 9, l'optimum est situé entre 6,5 et 8,5, des valeurs de pH inférieures à 5 ou supérieures à 8,5 affectent la croissance et la survie des micro-organismes aquatiques (Salghi, 2017).

7.2.3. Conductivité

La mesure de la conductivité de l'eau nous permet d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau (chlorures, sulfates, calcium, sodium, magnésium...). Elle est plus importante lorsque la température de l'eau augmente. La conductivité électrique d'une eau usée dépend essentiellement de la qualité de l'eau potable utilisée et du régime alimentaire de la population et des activités industrielles (Salghi, 2017).

7.2.4. Turbidité

La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques, etc.). Il est important de connaître la teneur de la turbidité lorsqu'on envisage de traiter l'eau, car elle facilite le développement des germes indicateurs de contamination, réduit l'efficacité des désinfectants et accroît la consommation du chlore tout en diminuant son efficacité (**Rodier et al, 2009**).

7.2.5. Oxygène dissous

L'oxygène dissous mesure la concentration du dioxygène dissous dans l'eau. Sa solubilité est liée à plusieurs facteurs particuliers : la température, la pression atmosphérique et la salinité et l'origine de l'eau ; les eaux superficielles peuvent en contenir des quantités relativement importantes proches de la saturation. Les eaux profondes n'en contiennent le plus souvent que quelques milligrammes par litre (**Rodier, 1984**). Il est exprimé en mg/l (**Derwich et al., 2010**).

7.2.6. Les Résidus secs

Le résidu sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux). Suivant le domaine d'origine de l'eau cette teneur peut varier de moins de 100 mg/l (eaux provenant de massifs cristallins) à plus de 1000 mg/l (**Catherine, 2009**).

7.3. Paramètres chimiques

7.3.1. Nitrites (NO₂⁻)

Les nitrates sont assez largement présents, mais à des niveaux bien moindres que les nitrites, se retrouvent dans la plupart des produits alimentaires, dans l'atmosphère et dans une grande partie des eaux (**Belghiti et al., 2013**).

Les nitrites peuvent provoquer dans certains cas des phénomènes de méthémoglobinémie pouvant aller parfois jusqu'à l'asphyxie chez les bébés nourris au biberon (**Samake, 2002**).

7.3.2. Nitrates (NO₃⁻)

Les nitrates sont présents dans l'eau suite au lessivage des produits azotés dans le sol, par décomposition des matières organiques, et des engrais de synthèse ou naturels. Les nitrates proviennent également de l'oxydation de l'ammoniaque selon le schéma suivant (**Samake, 2002**).

Matières organiques et microorganismes → ammoniaque → nitrites → nitrates.

7.3.3. Phosphate (PO_4^{3-})

Les teneurs élevées en phosphate signalent une infiltration d'eau de surface ou une contamination par des engrais. L'eau de source et les eaux souterraines qui ne sont pas influencées par les contaminations anthropogènes montrent des teneurs en phosphate inférieures à 0,01 mg/l (CIE, 2005).

Les phosphates jouent un rôle important dans le développement des algues. Ils sont susceptibles de favoriser leur multiplication dans le réservoir, les grosses canalisations et les eaux des lacs. La présence excessive de phosphates dans les milieux aquatiques favorise le phénomène d'eutrophisation (Gaugous, 2005).

7.3.4. Sulfates (SO_4^{2-})

Les eaux naturelles contiennent toutes pratiquement des sulfates en proportions très variables (Taradat et Henry, 1992). Ces dernières proviennent principalement des gypses présents dans le sol comme ils peuvent provenir du lessivage des sulfates de l'air par les précipitations (Ramade, 1998).

La présence des sulfates donne un goût amer à l'eau. Comme les sulfates ne sont pratiquement pas assimilables, une eau contenant une teneur élevée en ces anions causera des effets laxatifs chez l'homme (Mabillot, 1986). Les concentrations élevées des sulfates (plus de 400 mg/l) peuvent contribuer à la corrosion des systèmes de distribution surtout avec les eaux faiblement alcalines (Mezhilli, 2003).

7.3.5. Ammonium (NH_4^+)

L'azote ammoniacal se trouve sous la forme toxique NH_4^+ . Sa présence dans les eaux explique un processus de dégradation incomplète de la matière organique, l'azote ammoniacal se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation. L'ammoniaque présente l'inconvénient de la nécessité d'augmentation de la consommation en chlore lors de la désinfection (Chaden, 2014).

7.3.6. Chlorures (Cl^-)

Les teneurs en chlorures (Cl^-) des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés. Ainsi, les eaux courantes non polluées ont souvent une teneur en chlorures. Dans l'eau, le chlorure n'a ni odeur, ni couleur, mais peut procurer un goût salé (Ouahrani, 2012)

Synthèse bibliographique

7.3.7. Dureté TH (Ca²⁺, Mg²⁺)

La dureté ou le titre hydrotimétrique (TH) correspond à la somme des concentrations en cations Ca²⁺ et Mg²⁺ à l'exception des alcalins. Une eau est dite douce, lorsqu'elle est pauvre en ces cations et elle est dite dure lorsqu'elle est riche en ces derniers (**Ledler, 1986**). Généralement exprimé en quantité équivalente de carbonate de calcium. Le tableau 02 montre la relation entre cette dernière et la dureté de l'eau.

Tableau 02. Relation entre la dureté de l'eau et la concentration équivalente en CaCO₃ (**Hade et Hasni, 2017**).

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

7.3.8. Matières organiques

La matière organique contenue dans l'eau est constituée de produits de décomposition d'origine animale ou végétale, qui se forment sous l'influence de micro-organismes. L'inconvénient des substances organiques est que la chloration peut aggraver le goût désagréable. Une contamination bactérienne ou chimique doit toujours être suspectée si l'eau est riche en matière organique.

Selon la classification de Rodier :

- Une eau est très pure pour des valeurs inférieures à 1mg/l.
- Une eau est dite potable pour des valeurs comprises entre 1 et 2mg/l.
- Une eau est suspecte pour des valeurs comprises entre 2 et 4mg/l (**Catherine, 2009**).

7.3.9. Fer (Fe)

Très largement utilisé sous forme d'acier dans le domaine de la construction, le fer est un métal qui est très abondant dans la croûte terrestre, principalement dans les roches (**Hem, 1985**).

Les pollutions industrielles et le phénomène de lixiviation des bassins versants sont les principales causes de la présence du fer dans les eaux de surface (**Wanélus, 2016**). À une concentration de 2 mg/l dans l'eau potable, le fer ne présente aucun danger pour la santé des consommateurs. Au-dessous de ce seuil, le goût et la couleur de l'eau sont généralement affectés (**Who, 2011**).

7.3.10. Aluminium (Al)

Il est présent dans l'eau sous forme de sels solubles, de callsides et de composés insolubles. Il peut avoir pour origine les rejets industriels, l'érosion et le lessivage des sols (Potelon et Zysman, 1998). L'OMS fixe 0.2 mg/l la valeur de tolérance de l'aluminium dans l'eau potable.

8. Définition de l'aquaculture

Selon Belayachi, (2014) l'aquaculture est définie comme étant « l'art de multiplier et d'élever les animaux et les plantes aquatiques ». L'aquaculture est une activité de production de poissons, mollusques, crustacés et algues, en système intensif ou extensif. par aquaculture, on entend différents systèmes de culture de plantes et d'élevage d'animaux dans des eaux continentales, côtières et maritimes , qui permettent d'utiliser et de produire des espèces animales et végétales diverses et variée (Belayachi., 2014).

8.1. L'aquaculture en Algérie

L'aquaculture en Algérie est relativement récente, elle a vu le jour à la fin du 19ème siècle. Selon le biologiste français « Novella », les premiers essais furent en 1880 au niveau de l'embouchure d'Arzew (FAO, 2004). La Figure 03 représente le nombre des fermes en Algérie. Le Figure 03 montre Le nombre des fermes en Algérie

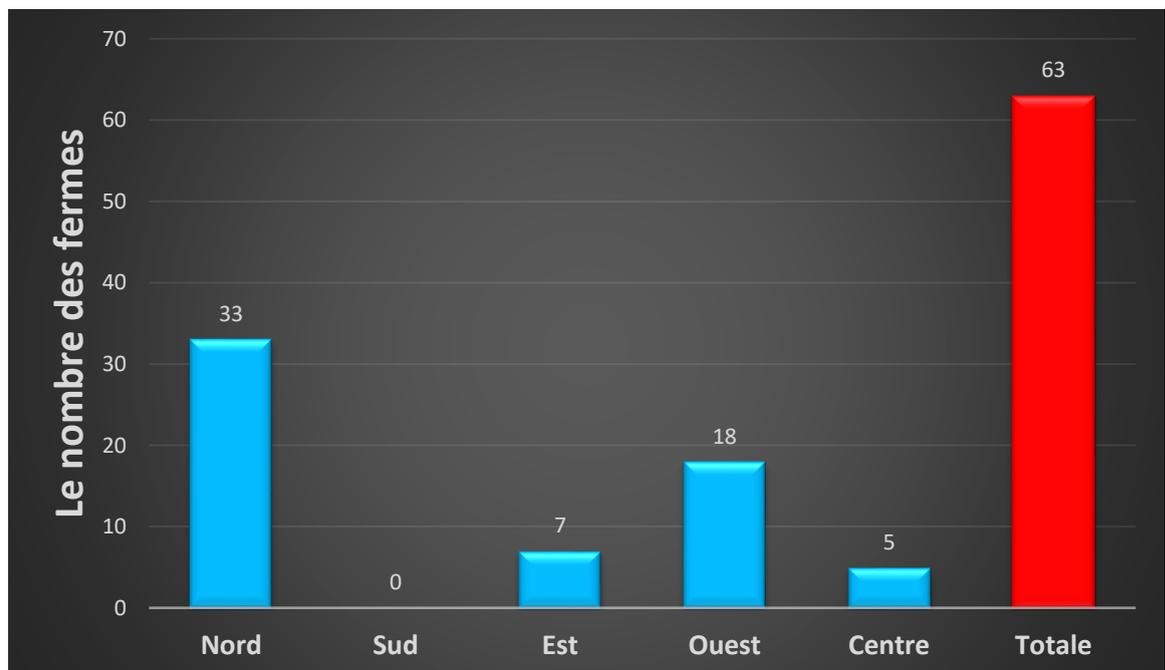


Figure 03. Le nombre des fermes en Algérie (Ministre de la Pêche et des Productions Halieutiques, 2021).

8.2. Quelques Paramètres physico-chimiques de l'eau d'aquaculture

8.2.1. Le potentiel Hydrogène (pH)

La croissance des poissons d'eau douce est meilleure en eau neutre ou alcaline qu'en eau acide (**Brusler et al., 2004**). Les normes de pH utilisées en aquaculture sont entre 5 et 11 (**Balarin et Hatton, 1979 ; Malcolm et al., 2000**).

8.2.2. La Conductivité électrique

Selon Arrignon, (1998) la conductivité permet l'évaluation globale des ions présents dans l'eau. Elle augmente avec la teneur en sels dissous. Les normes de conductivité utilisées en aquaculture sont entre 50 à 100 ms/cm (**David et al., 1978**).

8.2.3. La turbidité

La turbidité joue sur la distribution des poissons. Si elle est dans les normes elle facilite la prise d'alimentation et la protection visuelle contre les prédateurs (**Maes et al., 1998**). Les normes de turbidité utilisées en aquaculture sont inférieures 39000 NTU (**Balarin et Hatton, 1979**).

9. Généralité sur l'eau potable

9.1. Définition de l'eau potable

L'eau potable est une eau qui doit être exempte de microorganismes pathogènes et de substances toxiques. Elle doit, par ailleurs, être limpide, incolore et ne présente aucun goût ni odeur désagréable (**O.M.S, 1986**).

9.2. Origines de l'eau potable

9.2.1. Eaux de source

Eau d'origine souterraine, ayant bénéficié d'une protection contre la pollution et n'ayant porté ni traitement chimique ni adjonction. Elle doit donc être naturellement conforme et satisfaire aux critères de potabilité (**De Wever, 2015**).

9.2.2. Eaux minérales

Les eaux minérales ont des propriétés particulières : elles contiennent des teneurs en oligoéléments et en sels minéraux susceptibles de leur conférer des propriétés thérapeutiques. Leur composition est stable dans le temps (**De Wever, 2015**).

9.2.3. Eaux brutes

L'eau brute est celle utilisée pour produire de l'eau potable, elle peut être soit une eau souterraine, soit une eau de surface. La qualité des eaux brutes varie selon l'origine, la géologie et le contexte économique du bassin-versant (**Bordet, 2007; Savary, 2010**).

10. Les normes physico-chimiques de l'eau potable

Pour considérer une eau comme étant potable ; elle doit respecter des normes de potabilité décrite par les spécialistes et publiée par les autorités. Le tableau 03. Donne une idée sur quelques normes de potabilité de l'eau.

Tableau 03. Les normes physico-chimiques liées aux substances indésirables selon l'OMS et le journal officiel algérien. (OMS, 2006 ; JORA, 2011)

| Paramètres | Selon l'OMS | Selon le Journal Algérien |
|--------------------------------|---------------------|----------------------------------|
| pH | entre 6.5 et 9.5 | ≥ 6.5 et ≤ 9.5 |
| Conductivité | pas de norme | 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ |
| Température | Acceptable | 25°C |
| Turbidité | 5 NTU | 5 NTU |
| Dureté CaCO₃ | 200 ppm | 200 mg/l |
| Les nitrates | 50 mg/l | 50 mg/l |
| nitrites | 0.2 mg/l | 0.2 mg/l |
| Ammonium | 0.5 mg/l | 0.5 mg/l |
| Chlorures(Cl) | 250 mg/l | 500 mg/l |
| Potassium | 12 mg/l | 12 mg/l |
| Calcium | 100 mg/l | 200 mg/l |
| Magnésium | 50 mg/l | Non mentionnées |
| Fer | Pas de valeur guide | 0,3 mg/l |
| Cuivre | 2 mg/l | 2 mg/l |
| Zinc | 3 mg/l | 5 mg/l |

Présentation des sites

1. Présentation des sites

1.1. La Ferme aquacole Belgoumri

Le premier échantillon d'eau a été issu d'une ferme aquacole située dans la commune de Tixter (Wilaya de Bordj Bou Arreridj) la commune se trouve à 33km au nord-est de la ville de Bordj Bou Arreridj, 27 km à l'ouest de la ville de Sétif et 275 km au sud-est de la ville d'Alger.

La position géographique de la ferme (figure 04) est la suivante :

- Coordonnées géographiques : 36.065291,5.076792
- Commune : Tixter
- Daïra : Aïn Taghrout
- Wilaya : Bordj Bou Arreridj

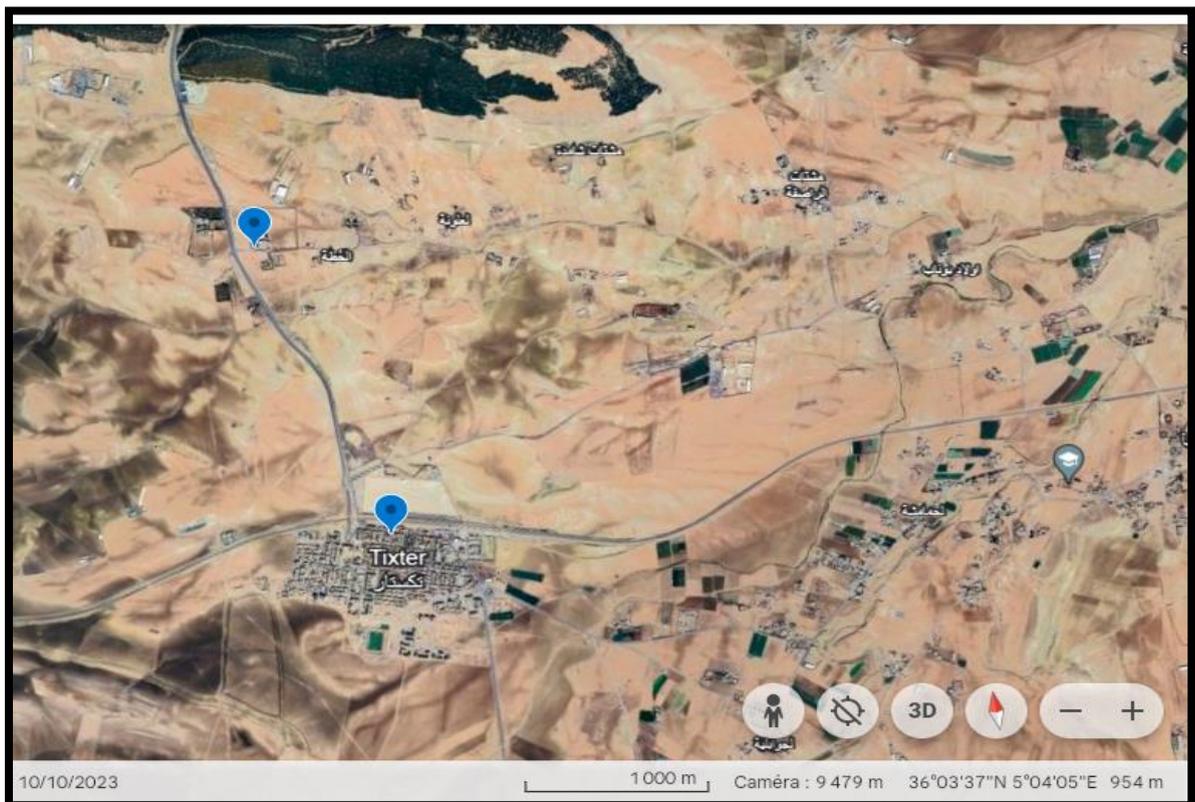


Figure 04. Localisation géographique de la ferme aquacole à Tixter (Google Earth, 2023).

1.1.1. Identification de la ferme

- **Localisation** : commune de Tixter, wilaya de Bordj Bou Arreridj.
- **Activité principale** : élevage de tilapia rouge / tilapia gris
- **Propriétaire** : Belgoumri Toufik
- **La date d'obtention de l'autorisation** : 03/03/2024

1.2. La ferme aquacole Labachi

Le deuxième échantillon d'eau a été issu de la ferme aquacole et d'agriculture situé dans la commune d'El Hamadia (wilaya de Bordj Bou Arreridj). Cette commune se trouve à 12 km au Sud de la ville de Bordj Bou Arreridj.

La position géographique de la ferme (figure 05) est la suivante :

- Coordonnées géographiques : 35.972435, 4.783642
- Commune : El Hamadia
- Daira : El Hamadia
- Wilaya : Bordj Bou Arreridj

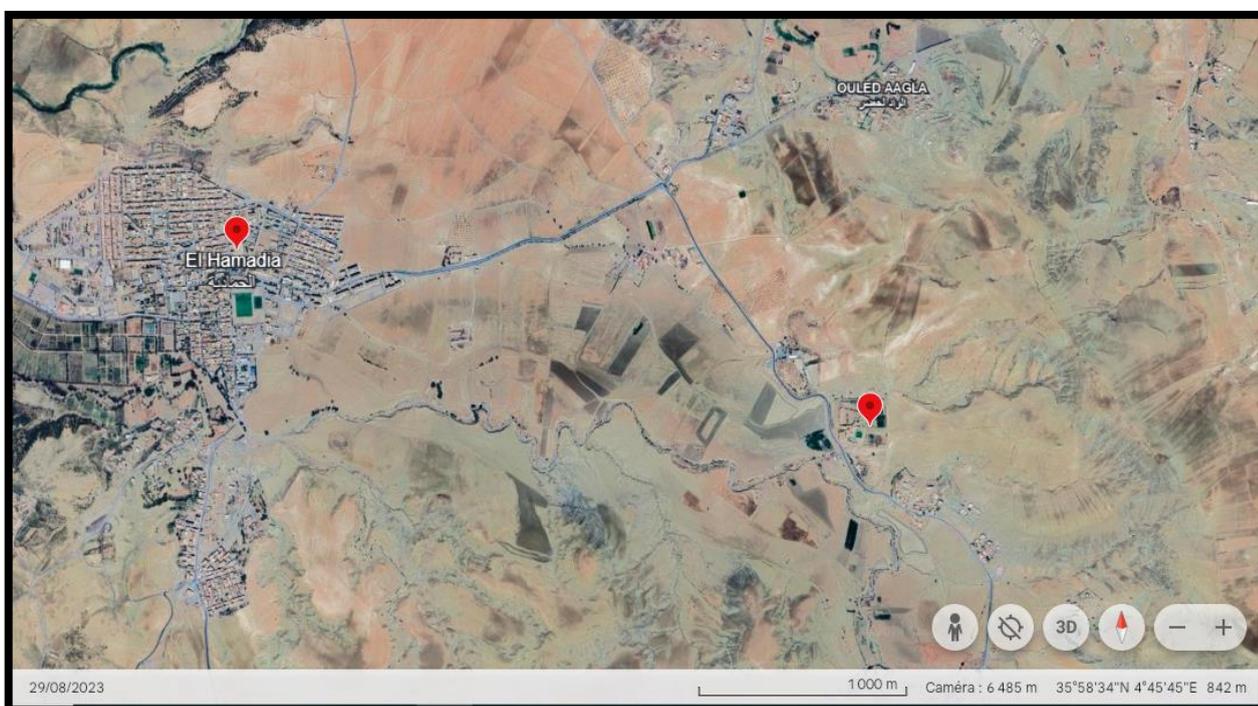


Figure 05. Localisation géographique de la ferme d'El Hamadia (Google Earth, 2024).

1.2.1. Identification de la ferme

- **Localisation** : commune d'El Hamadia, Wilaya de Bordj Bou Arreridj.
- **Activité principale** : Agriculture et aquaculture (élevage de tilapia).
- **Propriétaire** : Labachi Bachir.
- **La date d'obtention de l'autorisation** : 03/03/2023

1.3. Les forages d'eau

Le troisième et quatrième échantillon d'eau ont été issus de deux forages situés dans la commune d'El Ksour, wilaya de Bordj Bou Arreridj à 18 km au Sud-Ouest de la ville de Bordj Bou Arreridj. Ces échantillons sont les suivants :

- Un échantillon de forage d'eau d'El Hamma (village d'El Hamma, Ksour),
- Un échantillon de forage d'eau de la mosquée de Khalid Ibn Al Walid (village d'El Hamma).

La position géographique du forage d'El Hamma (figure 06) est comme suit :

- **Coordonnées géographiques** : 35.991795, 4.596905.
- **Commune** : El Ksour.
- **Daira** : El Mansoura.
- **Wilaya** : Bordj Bou Arreridj.

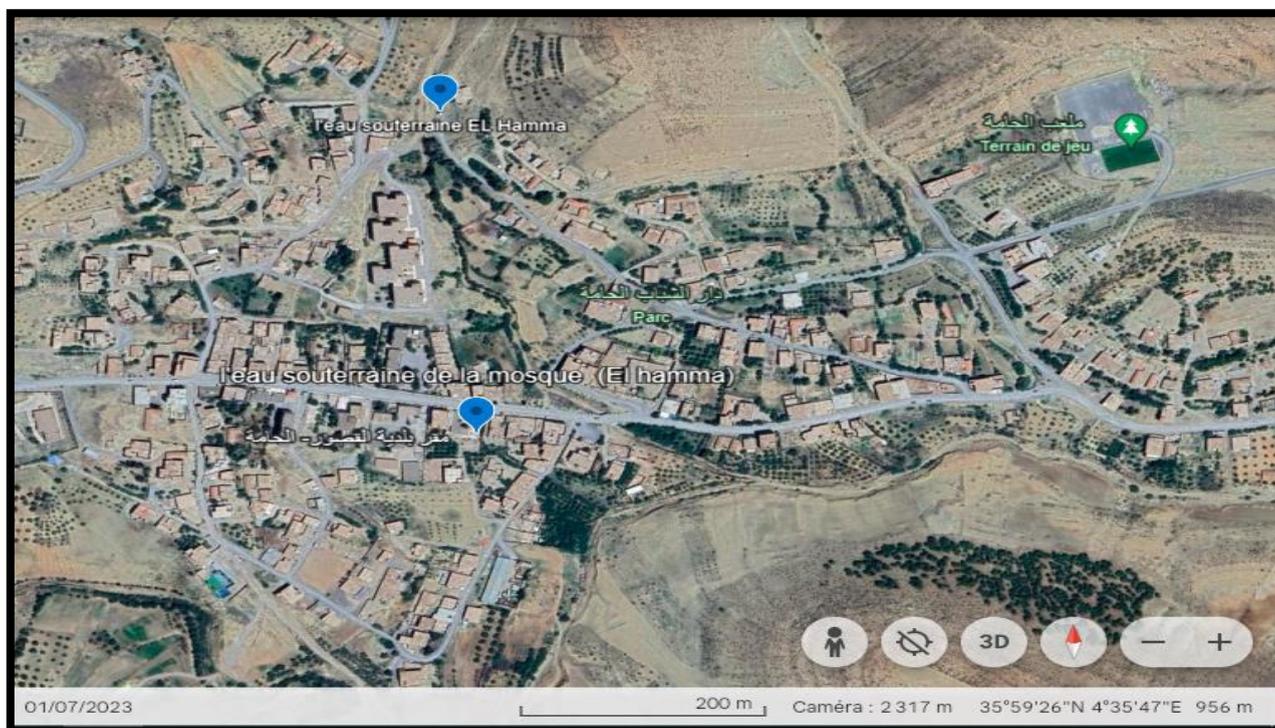


Figure 06. Localisation géographique du forage de la mosquée et d'El Hamma, Ksour (Google Earth, 2024).

1.3.1. Identification du forage

- **Localisation** : commune d'El Ksour, wilaya de Bordj Bou Arreridj.
- **Activité principale** : utilisation pour la consommation humaine.

*Matériels et
méthodes*

1. Matériels et méthodes

1.1. Échantillonnage de l'eau

Les échantillons d'eau ont été prélevés de quatre différentes sources, un bassin d'élevage de tilapia rouge (La ferme de Belgoumri, Tixter) (**figure 07**), un bassin d'élevage de tilapia (La ferme de Labachi, El Hamadia) (**figure 08**), un forage d'eau d'El Hamma (village d'El Hamma, Ksour, Bordj Bou Arreridj) (**figure 09**), et finalement un forage d'eau de la mosquée de Khalid Ibn Al Walid (village d'El Hamma, Ksour, Bordj Bou Arreridj) (**figure 10**).



Figure 07. Le bassin d'élevage de tilapia (La ferme de Belgoumri, Tixter).



Figure 08. Le bassin d'élevage de tilapia (La ferme de Labachi, El Hamadia).



Figure 09. Le forage d'eau d'El Hamma.



Figure 10. Le forage d'eau de la mosquée.

1.2. Analyses physico-chimiques

1.2.1. Mesure du pH

Le pH a été mesuré ex-situ (dans le laboratoire) à l'aide du pH-mètre (figure 11). Il consiste à tremper l'électrode dans un bécher contenant l'eau à analyser, puis le laisser stabiliser un moment, et lire la valeur du pH. À chaque détermination du pH, il faut retirer l'électrode, le rincer avec l'eau distillée et le sécher. Les résultats sont la moyenne de trois répétitions plus au moins l'écart type.



Figure 11. pH-mètre.

1.2.2. Mesure de la conductivité électrique

Un conductimètre a été utilisé pour la détermination de la conductivité électrique ex-situ (dans le laboratoire) (figure 12). Elle est déterminée après rinçage plusieurs fois de l'électrode, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner. Les résultats sont la moyenne de trois répétitions plus au moins l'écart type. Le résultat de la conductivité est donné en $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Figure 12. Conductimètre.

1.2.3. Mesure de la turbidité

Elle a été déterminée à l'aide d'un turbidimètre (figure 13). On fait étalonner le turbidimètre en introduisant dans la cuvette de l'eau distillée, puis remplir la cuvette propre avec l'échantillon à analyser, bien homogénéiser et effectuer directement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure. Les résultats sont exprimés en unité UTN. Ils sont la moyenne de trois répétitions plus au mois l'écart type.



Figure 13. Turbidimètre.

1.2.4. Mesure des résidus secs (RS)

Pour l'évaluation des résidus secs en procédant à l'expérience comme suit : 50 ml de chaque échantillon d'eau à analyser a été versé dans un bécher à condition que le poids du bécher vide est déjà noté. Le tout était laissés dans l'étuve à 105°C pendant 24 heures. Après refroidissement les béchers étaient de nouveau pesés immédiatement et rapidement (**Rodier et al., 2005**).

Les valeurs des résidus secs sont calculées comme suit :

$$RS = (M_1 - M_0) * V_r / V_e$$

Où :

RS : Résidu sec en mg/l.

M₁ : Poids, (en milligramme) du bécher et de son contenu après étuvage à 180°C.

M₀ : Poids, (en milligramme) du bécher vide avant étuvage.

V_e : Volume, en millilitre de la prise d'essai (50ml).

V_r : Volume, d'eau de référence 1000ml (l).

1.3. Dosage des chlorures

La méthode de Mohr a été utilisée pour le dosage des chlorures. Ainsi, Introduire 100 ml d'eau a analysé, préalablement filtrée, dans un erlenmeyer de 250 ml, puis ajouter 2 à 3 gouttes d'acide nitrique pur. Ensuite, ajouter une pincée de carbonate de chaux et 3 gouttes de solution de chromate de potassium (10%). En utilisant une burette verser délicatement la solution de nitrate d'argent (0.1N) jusqu'à apparition d'une teinte rougeâtre, qui doit persister 1 à 3 minutes (Rodier, 2009). Les résultats sont exprimés de deux manières (teneurs en Cl^- et teneurs en NaCl) selon les calculs suivants :

$$\text{Teneur en NaCl} = V_{\text{AgNO}_3} * N_{\text{AgNO}_3} * 1000 * M_{\text{NaCl}} / V'$$

Où :

Teneur en NaCl : exprimée en mg/l

V_{AgNO_3} : le nombre de millilitres de nitrate d'argent utilisés.

N_{AgNO_3} : La normalité du nitrate d'argent dans ce cas est de 0.1.

M_c : Masse atomique du NaCl (58.5).

V' : La prise d'essai de l'échantillon dans ce cas elle est de 100 ml.

Résultats et Discussion

RESULTATS ET DISCUSSION

Pour évaluer quelques paramètres de qualité physico-chimique d'eau cinq paramètres ont été pris en considération et pratiqué sur des échantillons d'eau issues de quatre différentes sources :

- Un bassin d'élevage de tilapia rouge (la ferme de Belgoumri, Tixter).
- Un bassin d'élevage de tilapia (la ferme de Labachi, El Hamadia).
- Un forage d'eau d'El Hamma (village d'El Hamma, Ksour, Bordj Bou Arreridj).
- Un forage d'eau de la mosquée de Khalid Ibn Al Walid (village d'El Hamma, Ksour, Bordj Bou Arreridj).

Les paramètres étudiés sont : le pH, la conductivité électrique, la turbidité, les résidus secs et le chlorure.

1. Le potentiel Hydrogène (pH)

Les résultats du pH sont représentés dans la figure 14, on remarque que les valeurs du pH de l'eau se ressemblent entre les eaux de même type et sont différent entre les eaux issues de sources différentes.

Ainsi on note une ressemblance entre le pH de l'eau de la ferme de Belgoumri (8.31) et celui de la ferme de Labachi (8.37). On note aussi une ressemblance entre le pH de l'eau du forage d'eau d'El Hamma (7.71) et celles du forage de la mosquée (7.72). Alors que les eaux de ces deux types de sources sont différentes dans le pH. Les valeurs des pH des eaux des fermes sont plus élevées que ceux des forages. Ce résultat est dû probablement à l'activité de la biocénose dans l'eau des fermes sachant que cette eau est soumise à un contrôle continu par les ingénieurs de laboratoire dans les fermes pour la garder dans les limites de la neutralité. Le pH de l'eau des fermes est légèrement alcalin.

Le pH des forages est conforme aux normes algérienne (6.5 – 8.5) (**JORA, 2011 ; OMS, 1994**). Le pH des eaux des deux fermes est aussi dans les normes pour les poissons d'élevage (5-11) (**Balarin et Hatton, 1979 ; Malcom et al., 2000**).

Le pH d'une eau est une indication de la tendance à être acide ou alcaline. La détermination du pH constitue les mesures de la concentration des ions H⁺ dans l'eau. Sa mesure est très importante car le pH conditionne un grand nombre d'équilibre physicochimique, c'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau, il doit être surveillé au cours de toute opération de traitement (**Rodier, 2005**).

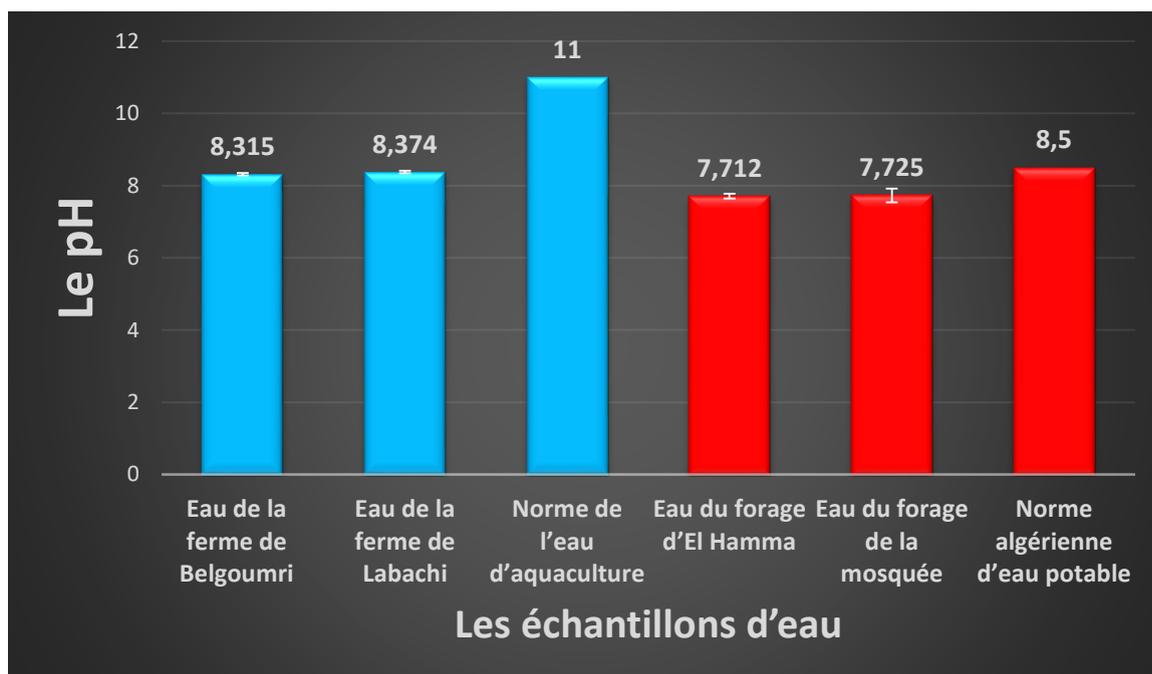


Figure 14. Les valeurs du pH de l'eau et les normes (JORA, 2011 ; OMS, 1994 ; Balarin et Hatton, 1979 ; Malcom et al., 2000).

2. La Conductivité électrique

D'après les résultats indiqués dans la figure 15 les valeurs de la conductivité électrique de l'eau pour les quatre échantillons sont variables allant de 1246 $\mu\text{S}/\text{cm}$ jusqu'à 2350 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les valeurs de la turbidité des eaux des forages sont dans les normes de qualité algérienne étant de ≤ 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (JORA, 2011). Selon la littérature (David et al., 1978) la conductivité électrique dans les bassins de tilapia varie de 500 à 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, selon les résultats obtenus dans cette étude la conductivité électriques dans les bassins de tilapia a dépassé les normes.

La conductivité électrique traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique ; elle détermine la teneur globale des sels minéraux présents dans une solution ; une eau douce donnera généralement une conductivité basse et bien au contraire une eau dite dure affichera une conductivité élevée (Brémaude et al., 2005)

Les poissons et autres organismes aquatiques doivent maintenir un équilibre osmotique avec leur environnement. Une conductivité trop élevée ou trop basse peut causer du stress et affecter leur santé (Timmons et Ebeling, 2010).

La conductivité de l'eau potable est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, ce qui est directement lié à la concentration d'ions dissous, comme le sodium, le calcium, le magnésium, le chlorure, le sulfate et les bicarbonates. Une conductivité élevée dans l'eau potable peut indiquer la présence de niveaux élevés de ces ions, qui peuvent avoir plusieurs effets sur la santé humaine (WHO, 2011).

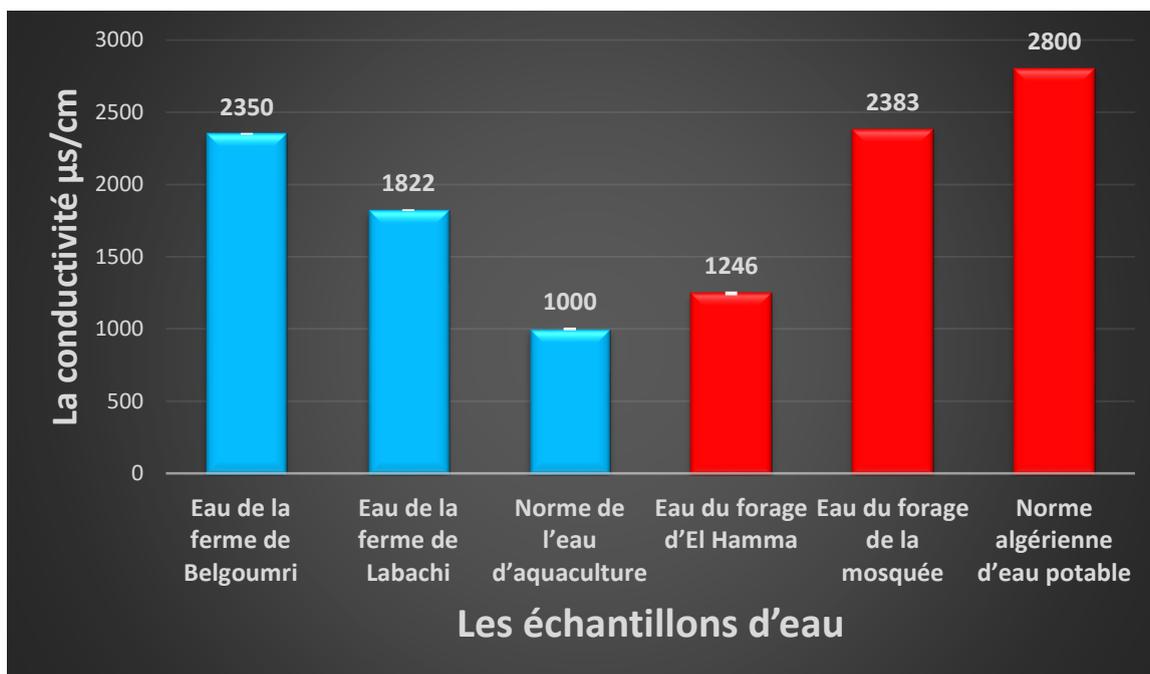


Figure 15. Les valeurs de la conductivité des eaux et les normes (JORA, 2011 ; David et al., 1978).

Une exposition prolongée à de fortes concentrations de sodium dans l'eau potable peut entraîner une augmentation de la pression artérielle, ce qui accroît le risque de maladies cardiovasculaires (WHO, 2017).

La présence de sulfates en concentration élevée peut entraîner des troubles gastro-intestinaux, notamment la diarrhée, surtout chez les populations sensibles comme les nourrissons (WHO, 2017).

3. La turbidité

Les résultats de la turbidité sont représentés dans la figure 16, on remarque que les valeurs de la turbidité de l'eau se ressemblent entre les eaux de même type et sont différentes entre les eaux issues de sources différentes.

Ainsi on note une ressemblance entre la turbidité de l'eau de la ferme de Belgoumri (0.73) et celle de la ferme de Labachi (0.68). On note aussi une ressemblance entre la turbidité de l'eau du forage d'eau d'El Hamma (0.15) et celles du forage de la mosquée (0.15). Alors que les eaux de ces deux types de sources sont en général différentes dans la turbidité. Les valeurs de la

turbidité des eaux des fermes sont plus élevées que ceux des forages. Ce résultat est dû probablement à l'activité de la biocénose dans l'eau des fermes sachant que cette eau est soumise à un contrôle continu par les ingénieurs de laboratoire dans les fermes.

La turbidité des eaux de forage est de qualité conforme à la norme algérienne (≤ 5 NTU) (OMS, 2006 ; JORA, 2011). De même, les résultats de la turbidité dans les bassins de tilapia respectent les valeurs recommandées (< 39000 NTU) (Balarin et Hatton, 1979).

La turbidité dans l'eau potable se réfère à la présence de particules en suspension qui peuvent donner à l'eau un aspect trouble. Ces particules peuvent inclure des sédiments, des micro-organismes, des matières organiques et des minéraux. Une turbidité élevée dans l'eau potable peut avoir divers effets sur la santé humaine et la qualité de l'eau (WHO, 2017). La turbidité sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace (Rodier et al., 2009).

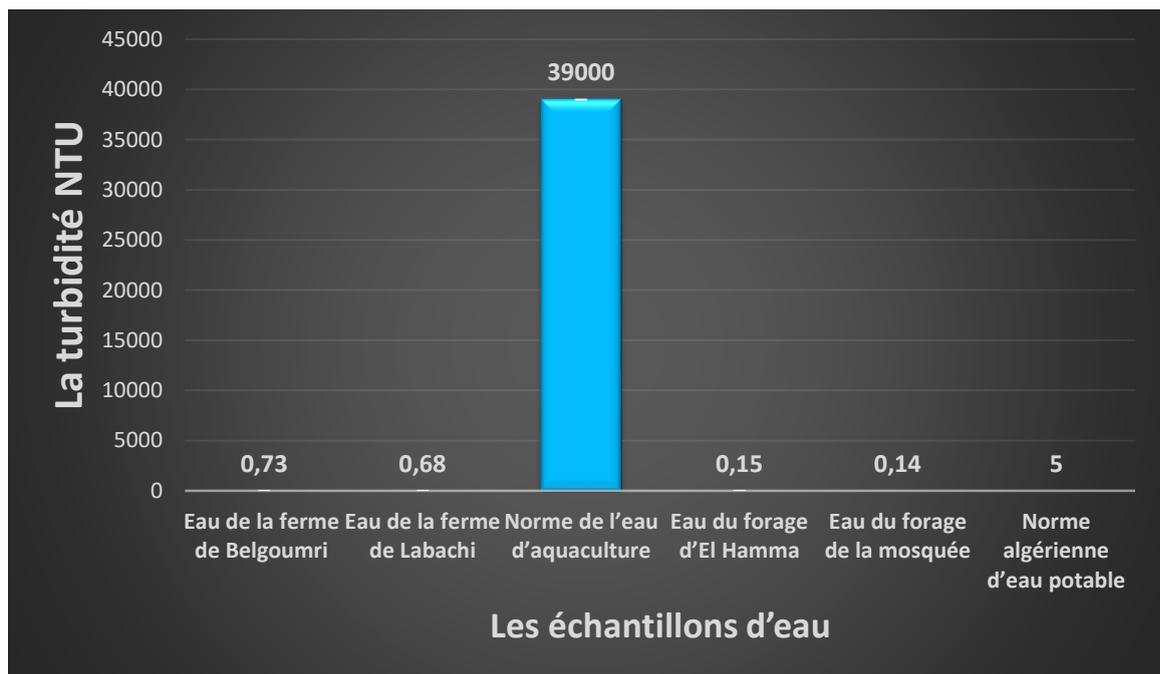


Figure 16. Les valeurs de la turbidité des eaux testées et les normes (Balarin et Hatton, 1979 ; OMS, 2006 ; JORA, 2011).

La turbidité joue sur la distribution des poissons. Si elle est dans les normes elle facilite la prise d'alimentation et la protection visuelle contre les prédateurs (Maes et al., 1998). Les effets des quantités élevées des matières en suspensions dans l'eau sont similaires à ceux produits par une privation d'oxygène (Cyrus et Blaber, 1987). À de hautes concentrations, les particules fines recouvrent l'épithélium des branchies, ce qui coupe l'échange des gaz et provoque une hyperventilation. Les plus grandes particules peuvent être piégées dans les lamelles branchiales et bloquent le passage de l'eau conduisant à l'asphyxie du poisson (Dupont et Martin, 2019).

Pour résoudre le problème de la turbidité élevée dans l'eau potable et l'eau d'aquaculture, plusieurs approches peuvent être mises en œuvre. La filtration mécanique, utilisant des filtres à sable, à charbon actif ou des membranes, est efficace pour éliminer les particules en suspension.

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), une turbidité élevée dans l'eau potable peut causer des maladies diarrhéiques, des infections gastro-intestinales et des maladies parasitaires, telles que celles causées par *E. coli*, *Giardia*, et *Cryptosporidium*. La turbidité indique la présence de particules en suspension, ce qui peut abriter ces agents pathogènes et réduire l'efficacité de la désinfection de l'eau (OMS, 2011).

4. Les Résidus secs

Les valeurs des résidus secs dans les échantillons sont comprises entre 1317 mg/l et 1643 mg/l (figure 17). Les résultats des résidus secs des eaux des forages ne dépassent pas la norme algérienne fixée à ≤ 2000 mg/l (OMS, 2006).

Selon (Rodier, 2005) le résidu sec est la quantité de la matière solide dans l'eau, autrement dit : la somme des matières en solution et en suspension. Ces dernières en cas d'excès profèrent à l'eau sa couleur brunâtre et parfois sombre.

Le résidu sec inclut les sels minéraux, les matières organiques dissoutes et les particules en suspension. Des niveaux élevés de résidu sec peuvent indiquer une pollution de l'eau ou une surcharge organique, ce qui peut nuire à la santé des organismes aquatiques (Boyd, 1990). Des concentrations élevées de résidu sec peuvent affecter les poissons en perturbant leur régulation osmotique, ce qui peut mener à un stress physiologique et à une susceptibilité accrue aux maladies (Timmons et Ebeling, 2010).

Les résidus secs sont une mesure critique pour évaluer la qualité de l'eau dans les systèmes d'aquaculture. Des niveaux adéquats de résidus secs aident à maintenir un environnement équilibré pour les poissons, car ils incluent des minéraux essentiels nécessaires pour la croissance et la santé des poissons. Cependant, des niveaux trop élevés de résidus secs peuvent indiquer une accumulation excessive de minéraux et d'autres substances. Les résidus secs comprennent divers sels minéraux dissous comme le sodium, le calcium, le magnésium, les sulfates, et les chlorures. Des niveaux élevés de TDS dans l'eau peuvent avoir plusieurs effets sur les poissons d'aquaculture et aussi sur la santé humaine (Claude et Craig, 1998 ; WHO, 2003).

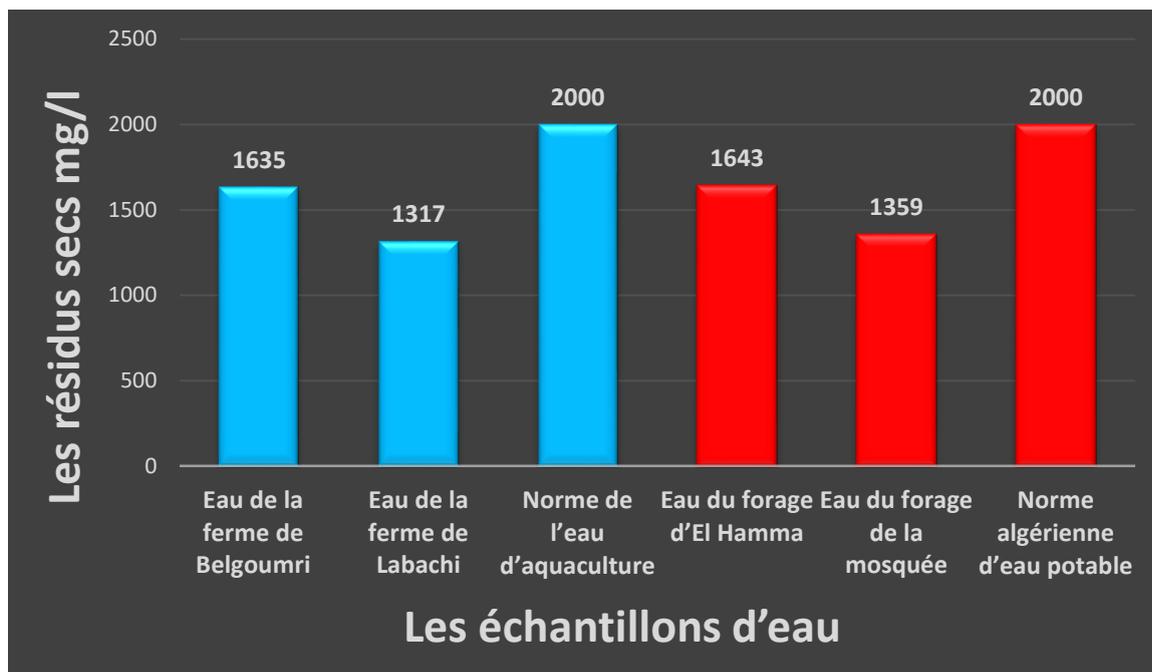


Figure 17. Les résultats des résidus secs dans les eaux et les normes (Claude et Craig, 1998 ; OMS, 2006).

Les résidus secs dans les systèmes d'aquaculture pour le tilapia devraient idéalement se situer entre 500 et 2000 mg/l. Cette plage permet de garantir un environnement sain et productif pour le tilapia (Claude et Craig, 1998).

5. Le chlorure

Les résultats de chlorure sont représentés dans la figure 18. Les échantillons d'eau présentent des teneurs en chlorures comprises entre 209.45 mg/l et 383.40 mg/l.

Les résultats des eaux des deux forages sont acceptables si on les compare avec les normes algériennes de l'eau potable qui sont fixées à 500 mg/l (JORA, 2009). De même, les résultats des eaux des deux fermes sont acceptables car ils sont dans les niveaux de valeurs en chlorure recommandés dans les systèmes d'aquaculture pour le tilapia étant entre 100 et 300 mg/l, ces niveaux sont important pour assurer une croissance optimale des poissons et réduire le risque de maladies (Claude et Craig, 1998).

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl), ces anions ne se combine pas facilement avec les éléments chimiques et restent très mobile. A forte concentration ils constituent un bon indicateur de la pollution (Nouayti et al., 2015 ; Ayad et Kahoul., 2016

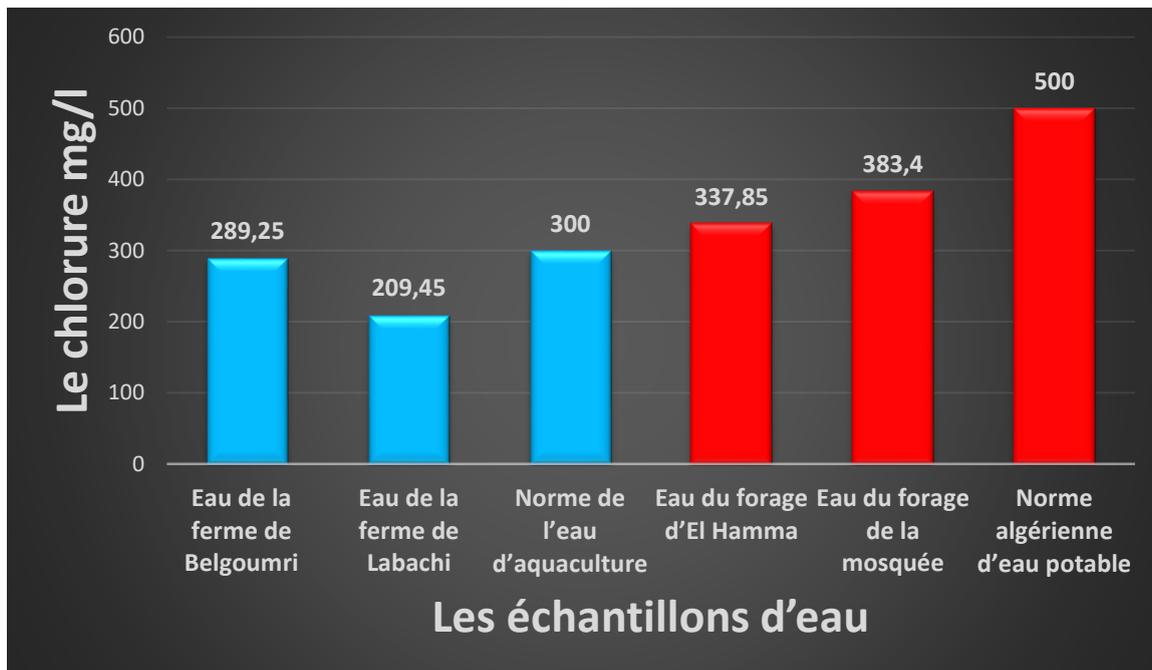


Figure 18. Les valeurs de chlorure dans les eaux et les normes (JORA, 2009; Claude et Craig, 1998).

En plus de l'agressivité et de la minéralisation qu'ils confèrent aux eaux, des taux élevés des chlorures modifient la saveur de l'eau et contribuent aux dépôts des sels qui sont on cas de valeurs élevées néfastes pour l'homme l'animal et l'agriculture (Mizi Abdelkader, 2006).

Par contre, certaines études (Weinberg, 1986; Schultz, 1984; Siggaard-Anderson, 1976 ; Tortora, 1984) montre que même dans le cas de quantités excessives dans l'eau potable, les chlorures eux même n'auraient pas d'effets néfastes sur la santé du consommateur car les concentrations de chlorures dans le corps sont bien régulées au moyen d'un système complexe faisant intervenir à la fois le système nerveux et le système hormonal. Même après l'absorption de quantités importantes de chlorures par l'intermédiaire des aliments et de l'eau, l'équilibre du chlorure se maintient, surtout par l'excrétion de l'excès de chlorures dans l'urine. D'autres références indique qu'une consommation prolongée d'eau avec des niveaux élevés de chlorure pourrait contribuer à une augmentation de la pression artérielle, surtout chez les individus sensibles au sodium (WHO, 2003).

Le chlorure joue un rôle essentiel dans la régulation osmotique des poissons. Des niveaux adéquats de chlorure dans l'eau (entre 100 et 300 mg/l) permettent aux poissons de maintenir une balance hydrique et ionique stable. Cela est particulièrement important pour le tilapia, qui est souvent élevé dans des environnements où la salinité peut fluctuer. En maintenant des niveaux appropriés de chlorure, les poissons sont moins susceptibles de subir un stress osmotique, ce qui peut autrement affecter leur croissance et leur santé (Boyd, 1990).

Conclusion

Conclusion

L'eau est un élément essentiel pour l'homme, l'animal, l'agriculture et pour l'environnement et sa consommation quotidienne doit être soigneusement surveillée au niveau physico-chimique et bactériologique pour obtenir une eau de bonne qualité.

Dans notre étude, nous avons testé quelques paramètres de qualité d'eau issue de différentes sources, un bassin d'élevage de tilapia rouge (La ferme de Belgoumri, Tixter) ; un bassin d'élevage de tilapia (La ferme de Labachi, El Hamadia), un forage d'eau d'El Hamma (village d'El Hamma, Ksour, Bordj Bou Arreridj), et un forage d'eau de la mosquée de Khalid Ibn Al Walid (village d'El Hamma Ksour Bordj Bou Arreridj). Les paramètres physico-chimiques étudiés sont liés à la composition naturelle de l'eau (le pH, la conductivité électrique, la turbidité, le résidu sec et le chlorure),

Cette étude nous a permis d'aboutir aux conclusions suivantes :

Les valeurs de la majorité des paramètres physicochimiques étudiés dans les eaux des fermes sont bonnes et conformes aux normes recommandées dans les systèmes d'aquaculture pour le tilapia et reflètent le bon suivi de ces eaux de poisson d'élevage par les travailleurs au niveau de ces fermes. Cependant, les valeurs de la conductivité sont élevées par rapport aux normes de qualité pour les tilapias et nécessitent un suivi. L'importance de ce type d'élevage réside dans le fait qu'une grande partie de ces poissons sont destinée à la consommation et l'alimentation humaine cette dernière sera de ce fait influencée par l'état sanitaire du poisson.

D'autre part, les valeurs des paramètres physicochimiques étudiées dans les eaux des deux forages ne dépassent pas la norme Algérienne, sans même pas avoir subi des traitements préalables ou un suivi continu par des spécialistes du domaine ce qui confirme que ces eaux souterraines sont plus proches à la potabilité naturellement. Cette conclusion reste à confirmer en étudiant les autres paramètres physicochimiques et bactériologiques.

En perspectives, Cette étude n'est qu'une contribution partielle à l'étude de quelques paramètres de qualité physico-chimique des eaux des forages et des fermes localisés dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj et nous apportent donc une idée sur la qualité de ces eaux. Par conséquent, il est souhaitable de réaliser l'étude en utilisant un échantillonnage plus varié, plus représentatif et réparti sur une zone plus large et des périodes plus vastes.

Recommandation :

Il est souhaitable que la conductivité électronique des bassines de tilapia dans les fermes étudiées soit suivie pour comprendre les causes de l'élévation des valeurs et les régler.

Référence
Bibliographique

A

Abdesselem A. (1999). Suive De La Qualité Microbiologique Et Physicochimique De Trois Serres Alimentant De La Région De Tlemcen, Mémoire d'ingénieur institut de biologie, Université de Tlemcen. pp 2-18.

Armand L. (1996) Mémento technique de l'eau. Edition : Tec et Doc, p. 37.

Ayad W., Kahoul M. (2016). Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de puits dans la région d'El-Harrouch (N.E -Algérie).Journal Mater. Environ. Sci. 7 (4). 1288- 1297. ISSN : 2028-2508.

AYAD, W. (1999). Evaluation de la qualité physico-chimique et Bactériologique des eaux souterraines : cas des Puits de la région. Thèse . Ing . Microbiologie Appliquée. Univ. BADJI MOKHTAR –ANNABA.p 09.

B

Balarin J.D. e& Hatton J.D., (1979). Tilapia: A guide to their biology and culture in Africa. Unit of Aquatic Pathobiology, Stirling University, 174 p. (kayn 2 fois)

Belayachi, M. (2014). L'aquaculture : Techniques et gestion (pp. 15-17).

Belghiti M. L., Chahlaoui A., Bengoumi D., El moustaine R. (2013). Étude de la qualité physico -chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de Meknès (Maroc). Larhyss Journal. ISSN 1112-3680.n°14. Pp21-36.

BERNARD C. (2007). Introduction à l'étude de la médecine expérimentale. Edition Bibliobazaar. 316p

Bliefert Claus., Perraud Robert. (2008). Chimie de l'environnement : air, eau, sols, déchets. p : 271,290, 291.

Boglin Jean-claude. (2008). Propriétés des eaux naturelles. Technique de l'ingénieur, traité environnement, G1 110.

Bordet, J. (2007). *Gestion et qualité des eaux brutes*. Lyon: Presses Universitaires de Lyon. Page 45.

Botkin, D. B., & Keller, E. A. (2014). *Environmental Science: Earth as a Living Planet*. Wiley, page 76.

BOUAROURENE M., Sadi M. (2016). Caractérisation et valorisation de quatre sources de la région de Toudja Wilaya de Bejaia. Mémoire de Master en Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 65p.

Boyd, C.E. (1990). "Water Quality in Ponds for Aquaculture". Birmingham Publishing Co Page

46.

Boyd, Claude. E. (1990). "Water Quality in Ponds for Aquaculture", pages 139-140

Brémaude C., Claisse J. R., Leulier, F. Thibault J., Ulrich E. (2006). Alimentation, santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rurale. Edition Educagri. Dijon. France. pp: 220-221

Brusler J., & Quignard J.P., (2004). Les poissons et leur environnement : Ecophysiologie et comportements adaptifs. Ed. Lavoisier, Paris, 1522p.

C

C.I.E. (2005). Centre d'information sur l'eau disponible sur internet www.Cieau.com ., 89p.

Cardot C. (1999). Les traitements de l'eau : procédés physico-chimiques et biologiques, cours et problèmes résolus : génie de l'environnement. Ed Ellipses, p.71, 247p.

Castany G. (1982). Principes et méthodes de l'hydrogéologie. Edition : Dunod.p.58.

Catherine G. (2009). La qualité chimique de l'eau, 3ème Éditions, Paris, 2009, p10.

Chaden M. (2014). Evaluation de la qualité de l'eau du bassin supérieur de la rivière du Litani, Liban : approche hydrogéochimique. Thèse de doctorat en géosciences. Université de Lorraine, Pp99.

Claude E. Boyd and Craig S. Tucker. (1998). "Water Quality for Pond Aquaculture" page 106 109

D

David, P., Martin, J., & Thompson, R. (1978). *Standards and Measurements in Aquaculture.* New York: Aquatic Science Publications. Page 45.

De Wever, A. (2015). *Les sources d'eau potable : Qualité et gestion.* Paris: Éditions Hydra. Page 12

DEGREMONT. (1989). Mémento technique de l'eau, Technique et documentation, tome 1, ,p:5, 24,25

Degrémont. (1991).Water Treatment Hand bookK.

DEGREMONT. (2005). Mémento technique de l'eau. Tome I. 10eme édition. Lavoisier, Tec et Doc, Paris. 859 p

Derwiche E. (2010). Caractéristique physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du haut Sebou en aval de sa confluence avec oued Fès, Larhyss Journal, n°08, Juin, 101-112

Dupont, J., Martin, P. (2019). Impact of fine particles on fish gill function. Journal of Aquatic Toxicology, 210, 45-53, p. 47

F

FAO, (2004). The state of food insecurity in the world. Rome.

Fiambshhamsch B. (1998). Chang from chlorine résidual distribution to no chlorine residual distribution in groundwater system. Water supply. Vol 6 N°3/4. Germany, p.145-152.

G

Gaugous, M. (2005). Pollution et qualité de l'eau p 78-80.

Gaujous D. (1985). La pollution des milieux aquatiques : Aide-mémoire. Édition : revue et augmenté, p. 49.

Gaujous D. (1995). La pollution des milieux aquatiques. Aide-mémoire. Ed. Technique et Documentation. Lavoisier, Paris, p.220.

Gerard G. (1999). L'eau : Milieu naturel et maîtrise, Édition INRA : Volume 1, p204

Gleick. (1996) Agence de l'eau Artois-Picardie. Le U.S. Geological Survey. Source in Zaimeche 2015.

H

Hadef D., Hasni M. (2017). Mémoire de fin d'étude En vue de l'obtention d'un diplôme de Master en Chimie Spécialité : Chimie Pharmaceutique et Substances Naturelles Etude de la

Hem J. D. (1985). Study and interpretation of chemical characteristic of natural, water. 3 nd Edition. University of Virginia. United States of Geological Survey Water-Supply . Paper 2254 Washington, DC, USA. 263p.

J

JORA. (2009). Le décret exécutif n° 09-414. Journal Officiel de la République Algérienne N°75, 20 décembre 2009, Alger : 10-15

JORA. (2011). « journal officiel de la république algérienne ». N °18. P7-9

L

Lallogo H. (1992). Concentration de certains métaux d'importance médicale dans les poisons : cas des poisons de la lagune de Lomé. Mémoire de Technicien Supérieur en Génie Sanitaire (EAM), UL, p 36

LEDLER. (1986) in: Haoussa N. (2013). Etude de la qualité des eaux des mélanges eau d'oued Biskra – Eau de Droh. Mémoire de master 2. Hydraulique urbaine, Université Mohamed Khider –Biskra : Faculté des sciences et de technologie. 25 p.

Leray, M. (1990). *L'eau et l'hydrosphère : une étude globale*. Paris: Éditions Géosciences. Page 56.

M

MABILOT A. (1986). Le forage de l'eau. Guide pratique .Edition . Johnson .Filtration systèmés. 237p

Maes J., Tailieu A., Vandamme P. A., Cottenie K. & Ollevier F., (1998). Seasonal patterns in the fish and crustacean community of a turbid temperate estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 47, 143-151.

Margat J., (1992). L'eau dans le bassin méditerranéen. Situation et perspective. Edition : Harmattan.

Marillys., M. (2010). Connaissances pédagogiques sur l'eau distribuée et sur la gestion de l'eau en France, d'analyser les comportements des consommateurs et d'analyser le discours des médias.

Marquita, K. H. (2004). *Environmental and Pollution Science* (2nd ed., pp. 354-355). Academic Press.

McGraw-Hill. (1999). Handbook of environmental engineering calculations.

Mezhilli, M. (2003). Qualité de l'eau et corrosion des systèmes de distribution (pp. 45-46).

Michel.,G., Pierre., G. (2003). Qualité de l'eau. Environnement et santé publique -Fondements et pratiques, Paris : Edisem. Page 333.

MYRAND Diane. (2008) ing, M. Sc, GUIDE TECHNIQUE ; CAPTAGE D'EAU SOUTERRAINE POUR DES RÉSIDENCES ISOLÉES.

N

Needham P. (2010). « Water and the Development of the Concept of Chemical Substance », dans T. Tvedt, and T. Oestigaard, éd., « A History of Water Vol. 4: The Ideas of Water from Antiquity to Modern Times », I.B. Tauris, Londres.

Nouayti N. Khattach D., Hilali M. (2015). Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines des nappes du Jurassique du haut bassin de Ziz (Haut Atlas central, Maroc). J. Mater. Environ. Sci.1068-1081. ISSN: 2028-2508. CODEN: JMESCN

O

O.M.S. (1986). OMS. Directives de la qualité pour l'eau de boisson. (1986).

Observation Regional DE L'Environnement. (2014). Répartition de l'eau sur Poitou-Charentes. France

OMS (Organisation mondiale de santé), 1994. Protection et amélioration de la qualité de l'eau. 2ème édition. Volume 1. Genève:18

OUAHRANI H., (2012). « Suivie de la stabilité des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'eau », Université de Bejaia.

P

PERRY J. (1984). Microbiologie. Cours et question de révision. Ed. Dunod. Paris. 916p.

Potelon, J., & Zysman, D. (1998). Pollution des eaux et traitement des polluants (pp. 102-104).

qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'Oued de Boutane région de Khemis-Miliana. 43p.

R

Ramade F. (1998). Dictionnaire encyclopédique de l'eau. Ed. Science international, Paris. 487p

Rodier j. (1984). L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Edition : Dunod. Paris.

Rodier J. (2005). Analyse de l'eau, eau naturelle, eau résiduelle, eau de mer, analyse physico-chimiques, bactériologiques. 8ème Ed. Dunode, Paris. PP 111-1232

Rodier J., Bazing C., Broutin J. P., Chambon P., Champsaur H., 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, 1384 p

Rodier J., Legube B., Merlet N. (2009). L'Analyse de l'eau. 9ème édition. Dunod. Paris. P: 50, 418.

Rodier. J, Legube. B, Merlet. N, Brunet. R, Mialocq. J.C, Leroy. P, Houssin. M, Lavison. G, Bechemin. C, Vincent. M, Rebouillon. P, Moulin.L, Chomodé. P,Dujardin. P,Gosselin. S, Seux. R., Almardini F, (2009) : L'analyse de l'eau, 9ème Ed. Dunod., Paris, France.

ROUX M. (1987). L'analyse biologique de l'eau. Edition Technique et documentation, Lavoisier, Paris. 230p

S

Salghi., R. (2017). Chimie des eaux. Cours première année GPEE. Ecole National des sciences Appliquées d'Agadir. Maroc. Pages 3,4,5,6,

Samake H. (2002). Thèse de doctorat analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000-2001 faculté de médecine, 58p.

Savary, P. (2010). *Hydrologie et bassins-versants*. Paris: Éditions TechnoSciences. Page 67.

Selhi S. et Smail T. (2004). Analyse physico-chimique des eaux de consommation de la ville de Bejaia. Mémoire d'ingénieur. Université Abderrahmane Mira Bejaia. Spécialité Génie des procédés. 93p

Stanley E .Manahan., (2005) 'EnvironmentalChemistry – Eightedition.

T

Tardart., M, (1994). La chimie de l'eau. Edition Griffon d'argile, Québec. 130 pages.

Tardat. Henry M. (1992). Chimie des eaux .Edition Québec : Griffon d'argile. 560p

Timmons, M.B., Ebeling, J.M. (2010). "Recirculating Aquaculture". Cayuga Aqua Ventures, Page 95-96

Timmons, M.B., Ebeling, J.M. (2010). "Recirculating Aquaculture". Cayuga Aqua Ventures, Page 114

U

UNICEF., 1999. Manuel sur l'eau. N°2 , p. 42-43

V

Valentin, A. (2000). Traitement des eaux : Principes et méthodes (pp. 12-14). Éditions Techniques.

Vilagines R. (2003). Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. 2eme Edition : Tec et Doc. Lavoisier, p.3- 187

W

Wanélus F. (2016). Caractérisation physico-chimique de l'eau destinée à la consommation humaine dans la Région Métropolitaine de Port-au-Prince, Haïti. Travail de Fin d'Etudes. 64p.

WHO (Word Health Organization). (2011). Guidelines for drinking-water quality. Fourth edition. Geneva. 564p.

World Health Organization (WHO). (2003). Guidelines for Drinking-water Quality. World Health Organization, page 215.

World Health Organization (WHO). (2003). Total Dissolved Solids in Drinking-water: Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. World Health Organization, page 12.

World Health Organization (WHO). (2011). Guidelines for Drinking-water Quality: Fourth Edition. World Health Organization, page, 160, 225.

World Health Organization (WHO). (2017). Guidelines for Drinking-water Quality: Fourth Edition Incorporating the First Addendum. World Health Organization, page 158.

Y

Yveline L. (1990). L'univers sonore animal : rôle et évolution de la communication acoustique. Ed. Gauthier-Villars. 8792p.

Résumé

L'objectif de ce travail est l'analyse de quelques paramètres physico-chimiques de l'eau de deux forages (forage d'El Hamma et forage de la mosquée) et de deux fermes d'élevage de tilapia (ferme Belgoumri et ferme Labachi) situées dans la région de Bordj Bou Arreridj, et d'évaluer leur conformité aux normes de qualité. Les paramètres étudiés sont le pH, la conductivité électrique, la turbidité, les résidus secs et le chlorure. Selon les résultats tous les échantillons testés étaient conformes aux normes de potabilité pour les forages et aux normes d'aquaculture pour les fermes sauf la conductivité électrique au niveau des bassins d'élevage de tilapia étaient supérieurs aux normes et nécessite un suivi. D'autre part, les résultats des analyses d'eau des forages confirme que ces eaux souterraines sont plus proches à la potabilité naturellement sans le suivi humain mais, ces conclusions restent à confirmer en étudiant les autres paramètres physicochimiques et bactériologiques et sur des périodes différentes de l'année. Cette étude n'est donc qu'une contribution partielle et il est souhaitable de réaliser des études plus approfondis.

Les Mots Clés : Eau, ferme, tilapia, forage, control qualité ; Paramètres physico-chimiques.

Abstract

The objective of this work is the analysis of some physicochemical parameters of the water from two water well drilling (El Hamma water drilling and mosque water drilling) and two tilapia farms (Belgoumri farm and Labachi farm) located in Bordj Bou Arreridj region, and to assess their compliance with quality standards except for electrical conductivity in tilapia farms, they were above the norm and require follow-up. The parameters studied are pH, electrical conductivity, turbidity, dry residue and chloride. According to the results, all the samples tested compliof water by the workers on these farms. Also, the results of the analysis of the two water well drilling confirm that this groundwater are closer to be drinkable naturally without human monitoring, but these conclusions need confirmation by studying other physicochemical and bacteriological parameters and over different periods of the year. This study is therefore only a partial contribution, and it is desirable to carry out more in-depth studies.

Keywords: Water, farm, tilapia, drilling, quality control; physicochemical parameters.

ملخص

الهدف من هذا العمل هو تحليل بعض المعايير الفيزيائية والكيميائية للمياه من بئرين (بئر الحامة وبئر المسجد) ومزرعتين لتربية سمك البلطي (مزرعة بلغمري ومزرعة لعباشي) في منطقة برج بوعريريج وكذا تقييم مدى ملاءمتهم لمعايير الجودة. المعايير التي تمت دراستها هي الرقم الهيدروجيني، التوصيل الكهربائي، التعكر، البقايا الجافة والكلوريد. ووفقا للنتائج فإن جميع العينات التي تم فحصها كانت مطابقة ما عدا الناقلية الكهربائية فهي كانت عالية جدا مما يستلزم مراقبتها. من ناحية أخرى، تؤكد نتائج تحاليل مياه الآبار أن هذه المياه الجوفية هي أقرب إلى الصلاحية للشرب طبيعيا دون مراقبة بشرية، لكن تبقى هذه الاستنتاجات بحاجة إلى تأكيد من خلال دراسة معايير فيزيائية وكيميائية وبكتريولوجية أخرى وعلى فترات مختلفة من السنة. وبالتالي فإن هذه الدراسة ليست سوى مساهمة جزئية ومن المرغوب فيه إجراء المزيد من الدراسات العميقة.

الكلمات المفتاحية: المياه، المزرعة، البلطي، الحفر، مراقبة الجودة؛ المعلمات الفيزيائية والكيميائية.