

UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



Projet de Fin d'Etudes
Licence Sciences & Techniques
«BioProcédés, Hygiène & sécurité alimentaires»

***Qualité Hygiénique des eaux de la source de
Oulad Bou-abide***

Présenté par: ROMACHE RAJAE **Encadré par** : Pr. ANANOU SAMIR (FST)

Mr. EL OUALTI AZIZ (LDRDM)

Soutenu le : 05 Juin 2018

Devant le jury composé de :

- Pr. ANANOU SAMIR
- Mr. EL OUALTI Abod LAZIZ
- Pr. BELGHITI Alaoui

Année universitaire : 2017/2018

REMERCIEMENTS

Au terme de ce modeste travail, j'adresse mes plus sincères remerciements

A **Mr. Ananou Samir** professeur à la faculté des sciences et techniques de Fès qui a accepté favorablement de m'encadrer pendant ce stage. Et qui m'a orienté et apporté toute l'aide nécessaire durant la rédaction du rapport.

A mon encadrant de Laboratoire Régional de Diagnostic Epidémiologique de l'Hygiène du Milieu **Mr. El oualti abdo laziz** pour m'avoir encadré pendant la durée de mon stage, pour ses précieux conseils et ses efforts permanents dans le but d'assurer le bon déroulement de mon stage.

Au personnel de service du laboratoire pour la gentillesse, la grande compréhension, l'aide précieuse, l'orientation, la disponibilité et le soutien durant la période du stage.

A **Pr. BELGHITI Alaoui** professeur à la faculté des sciences et techniques de Fès, d'avoir accepté d'être dans la commission d'examineur.

Et en fin merci à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ASR : Anaérobies sulfite réducteurs

Ecoli : *Escherichia coli*

GT : Germes totaux

P1 : prélèvement du bassin 1

P2 : prélèvement du bassin 2

PH : Potentiel Hydrogène

POP : Produit organique polluant

S : source

UFC : Unité formant colonies

LISTE DES FIGURES :

Figure 1 :carte géographique de sited'étude.

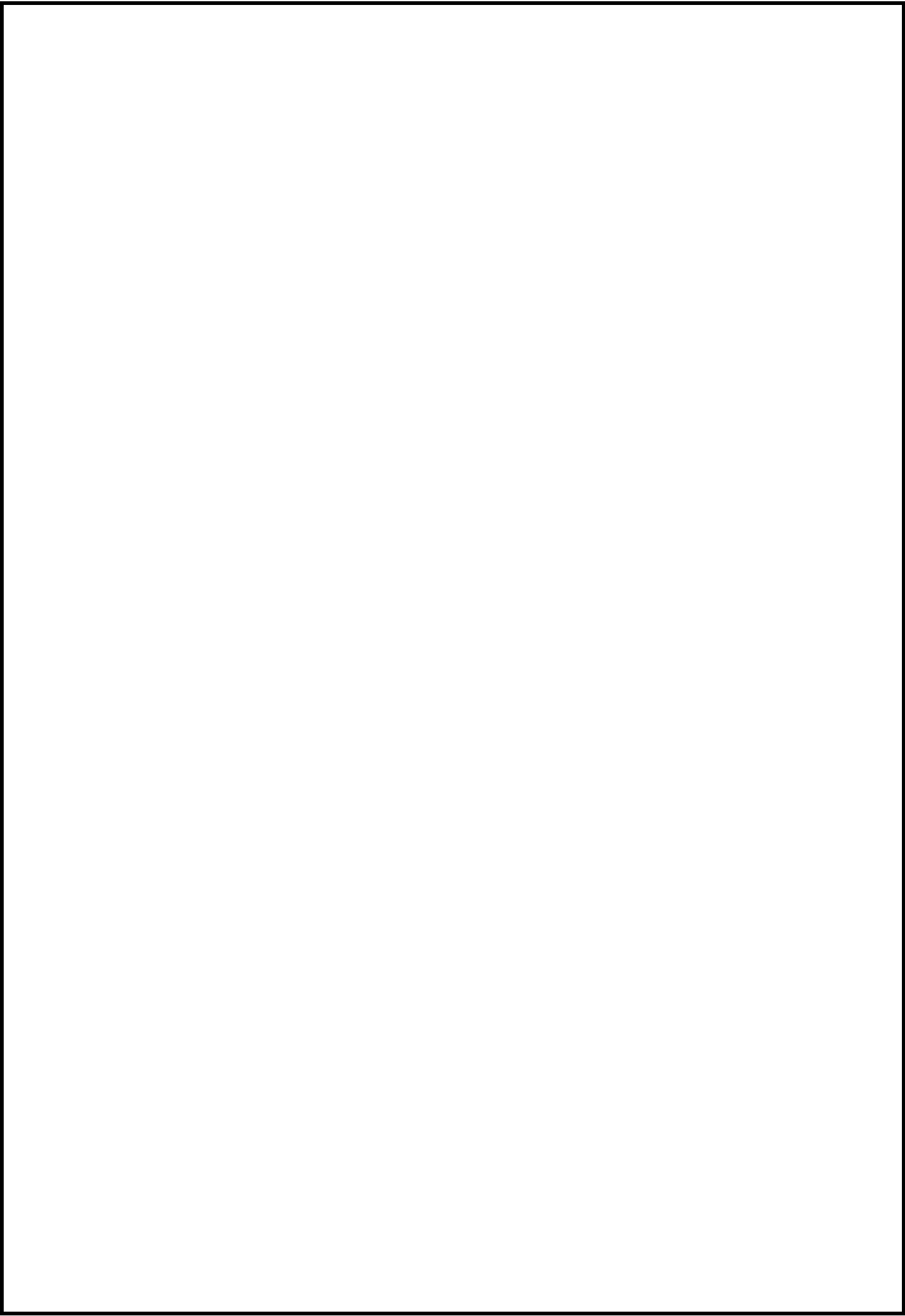
Figure 2 : Résultats de l'analyse physico-chimique des de la source Oulad Bou-abid.

Tableau 1: Résultats de l'analyse microbiologique en UFC/ml.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERAL :	1
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE :	2
1.Eau.....	2
2.Déférents types des eaux.....	2
3. Pollution de l'eau.....	3
3.1. Pollution industrielle.....	3
3.2. Pollution par les eaux usées municipale.....	3
3.3. Pollution de l'eau par POP.....	4
3.4.Pollution de l'eau par les microorganismes.....	4
4.Description de la source étudiée.....	5
5. Analyses microbiologiques.....	6
5.1. Germes totaux.....	6
5.2.Coliformes.....	6
5.3. Salmonelle.....	7
5.4.ASR.....	7
5.5. Staphylococcus.....	7
6. Analyses physico-chimiques :	7
6.1. Température.....	7
6.2. Conductivité	8
6.3.pH.....	8
6.4. Turbidité.....	8
6.5 . Ions majeures.....	8
6.6.Autres éléments dissous.....	8
6.7.Oxygène , DBO, DCO et Oxydabilité :	9
MATERIEL ET METHODES :	10
1. Site de prélèvement.....	10
2.Echantonnage.....	10
3.Analyses microbiologique des eaux de la source Oulad Bou-abid.....	10
3.1.Microorganismes revivifiables « germes totaux ».....	10
3.2.Coliformes totaux.....	10

3.3.Entérocoques intestinaux.....	11
3.4.Staphylococcus aureus.....	11
3.5.Salmonelle.....	11
3.6.AnaerobiesSulfutoRéducteurs.....	11
4.Mesure des paramètres physico-chimiques.....	11
4.1.pH.....	11
4.2.Conductivité.....	11
4.3.Chlorures.....	11
4.4.Turbidité.....	12
4.5.Température.....	12
RESULTATS ET DISCUSSION :.....	13
1.Résultatsde l'analyse physico-chimique de la source Oulad Bou-abid :.....	13
2.Résultatsmicrobiologiques de la source Oulade Bou-abid :.....	14
3. Discussion.....	15
Conclusion.....	16
Perspectives.....	17
Référence bibliographique :.....	18
Annexes.....	19



INTRODUCTION GENERALE :

L'eau est un élément essentiel de la vie , dont nous avons tous besoin quotidiennement.

L'accès à une eau de boisson saine est une condition indispensable à la santé et un facteur déterminant dans la prévention des maladies liées à l'eau. Cette ressource naturelle peut être aussi une source de maladie.

Les eaux destinées à l'alimentation humaine , mais aussi celles qui sont destinées à l'alimentation animale , à l' arrosage des légumes et des fruits , à la baignade et à un grand nombre d'autres usages doivent être exemptes de tout organisme pathogène ou opportuniste susceptible de provoquer des troubles de la santé chez ceux qui le consommeraient ou les utiliseraient .

La production d'eau destinée à la consommation humaine se fait par l'exploitation d'une multitude de sources : les eaux souterraines, les eaux de surfaces captives. Les eaux de mer et eaux saumâtres. Or, les ressources hydriques sont soumises à des pressions du fait de la demande en eau liée à la croissance démographiques et le problème de la pollution.

A cause de cette pollution, l'utilité de procéder à des contrôles fréquents et d'établir des laboratoires pour effectuer ces contrôles, devient nécessaire.

C'est dans ce contexte qu'on a fixé l'objectif de cette étude, qui consiste à une évaluation de la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau de la source Oulad Bou-abid située à la ville de Fès dans la région de saïs.

Le stagea été effectué dans le laboratoire de diagnostic épidémiologique et d'hygiène de milieu de Fès .Le Laboratoire de diagnostic épidémiologique et d'hygiène du milieu (LRDEHM) est un laboratoire qui fait partie de l'hôpital GHASSANI .ce laboratoire contient : un service pour l'analyse microbiologique, un service pour les analyses physico-chimique et des services qui s'intéressent par d'autres maladies (leishmaniose.....) .

Revue bibliographique :

1. Eau :

L'eau est un élément sous forme liquide en conditions standards de température et pression ambiante, composé sous sa forme pure de molécules qui associent deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène sous la forme H_2O .

L'eau sous sa forme liquide est essentielle aux organismes vivants à la fois pour ses caractéristiques mécaniques et ses propriétés chimiques. Les êtres vivant peuvent par conséquent être composés jusqu'à 97 % d'eau.

D'un point de vue chimique, l'eau dissout la majorité des corps solides et facilite ainsi les réactions, donc le métabolisme .L'eau est en effet un solvant essentiel, parfois qualifié de solvant universel.

L'eau est ubiquitaire sur terre et dans l'atmosphère, sous ses trois états solide, liquide et gazeux. L'eau extraterrestre est également abondante, sous forme de vapeur d'eau dans l'espace et sous forme condensée solide ou liquide à la surface.

2. Différents types d'eaux :

Il existe trois types d'eaux destinés à la consommation :

L'eau de distribution publique (l'eau du robinet) :L'eau du robinet provient d'eaux de surface (rivières, canaux, lacs...) et d'eaux souterraines. Elle est traitée afin de respecter une soixantaine de paramètres fixés par la loi.

Les eaux conditionnées (eaux de source, eaux minérales naturelles) : Les eaux minérales naturelles proviennent d'une ressource profonde, microbiologiquement saine et présentant une composition minérale constante. Selon leur composition, elles peuvent avoir des effets sur la santé : les eaux sulfatées ont par exemple un effet laxatif, celles très faibles en minéraux sont recommandées pour la préparation des biberons. D'autres améliorent l'apport en magnésium et peuvent être conseillées en cas de constipation passagère notamment chez les femmes enceintes, les enfants et les séniors.Les eaux de source, microbiologiquement saines, peuvent aussi parfois être recommandées pour la préparation des biberons.

3. Pollution des eaux :

Malgré toute l'importance que nous reconnaissons à l'eau pour notre santé et pour celle de l'environnement, de la faune et de la flore, nous contribuons, par toutes les activités de notre société industrielle, à la polluer et à en dégrader la qualité. Aucun aspect de notre vie moderne n'y échappe : la fabrication des produits de consommation, l'agriculture, l'enfouissement des déchets et même les sports de loisir tels que le nautisme ont des impacts négatifs importants sur l'eau, l'environnement et notre santé.

La pollution d'eau devenue l'une des préoccupations majeures au sein de notre société mais aussi à travers le monde. Les effets de quelques polluants sur la santé sont les suivants:

Polluants microbiens : qui favorisent le développement des microorganismes pathogènes.

Azote : provoquant la maladie bleue chez les enfants en plus des risques de cancers.

Métaux : Troubles respiratoires, digestifs, nerveux ou cutanés. Arsenic, nickel et chrome également considéré comme cancérigènes.

Pesticides : effets reprotoxiques (malformations, stérilité, troubles de la reproduction), mutagènes et cancérigènes .

3.1. La pollution industrielle :

Des milliers de produits chimiques différents sont utilisés dans la fabrication des biens de consommation courants. Bien souvent, ces produits chimiques se retrouvent dans l'eau, puis rejetés dans l'environnement après que les eaux aient été traitées. C'est le cas de plusieurs usines manufacturières, métallurgiques et de fabriques de pâtes et papiers notamment. Cependant, il faut savoir que les traitements que l'on fait subir aux eaux usées sont surtout efficaces pour les débarrasser des coliformes d'origine fécale comme la bactérie *E. coli*, mais ne peuvent neutraliser tous les produits chimiques qui s'y retrouvent.

3.2. La pollution par les eaux usées municipale :

Une étude a été publiée en 2001, démontrait que les eaux usées traitées rejetées dans les cours d'eau demeuraient toxiques. Elles contenaient par exemple des pesticides, des déchets industriels, de l'arsenic, des métaux, des graisses, des diluants à peinture, de l'antigel, de l'huile à moteur, etc. En fait, plus d'un échantillon sur cinq provenant des eaux traitées qui sont déversées dans le Saint-Laurent est contaminé à un tel degré qu'une truite arc-en-ciel qui y serait plongée mourrait immédiatement. Parce que les traitements effectués ne sont pas

suffisants pour assurer la qualité de l'eau rejetée dans l'environnement, il est fondamental de réussir à réduire à la source la contamination de l'eau par les produits chimiques.

3.3. Pollution de l'eau par POP :

De nos jours l'utilisation des produits chimiques dans le domaine d'agriculture devient une condition prédominée par la plupart des agriculteurs, alors que ce phénomène présente une autre source importante de contamination de l'eau par les POP utilisés.

Les pesticides désignent tous les produits chimiques ou biologiques destinés à détruire des éléments vivants considérés comme nuisibles (microbes , animaux ou végétaux) ou destinés à s'opposer à leur développement , incluant les espèces non désirées de plantes ou d'animaux responsables de dommages durant ou interférant avec la production , le traitement , l'entreposage ou la commercialisation des aliments , des denrées agricoles , du bois , les vecteurs des maladies humaines ou animales et les organismes nuisibles des matériaux , locaux et habitats .

L'intoxication aigue par les pesticides est devenue exceptionnelle dans les pays développés du fait d'une réglementation très stricte et de la maîtrise des modalités de commercialisation, de distribution et d'utilisation ; ce qui n'est pas le cas au Maroc puisque ces dernières représente un vrai problème de société, et ce n'est pas, loin s'en faut, exclusivement lié au milieu agricole .ceci est dû à la banalisation avec laquelle les pesticides sont vendus , entreposés et utilisés comme arme de suicide .

Les utilisateurs de pesticides doivent prendre toutes les précautions données sur l'étiquette du produit afin de minimaliser le risque d'intoxication et de pollution par ces produits.

3.4 Pollution d'eau par les microorganismes :

Les nappes d'eau souterraines pourraient être plus souvent contaminées par des microorganismes pathogènes, notamment par des virus entériques humains (VEH). Ces derniers peuvent être des entérovirus (poliovirus, coxsackievirus, échovirus), des adénovirus, des réovirus, des rotavirus, des calicivirus (norovirus, tel le Norwalk), des astrovirus ou autres virus, tel celui de l'hépatite A⁹.

De récentes études menées aux États-Unis ont suggéré qu'un fort pourcentage des eaux utilisées par des municipalités pouvait contenir des VEH et ce, même lorsqu'elles

rencontraient les normes actuelles de qualité bactériologique. Cette observation était en général plus fréquente lorsque les eaux étudiées provenaient de nappes d'eau dont la qualité microbiologique indiquait une pollution fécale.

4.Description de la source étudiée :

La source Oulad Bou-abid étudiée est située dans la région de saïs proche de l'aéroport de Fès saïs. Cette région est caractérisée par une diversité des plantes. Ce site est composé de trois zones : la source, le bassin 1 et le bassin 2 (Figure 1).il s'agit d'une eau fréquemment consommée par la population du douar, et également utilisée pour l'irrigation.

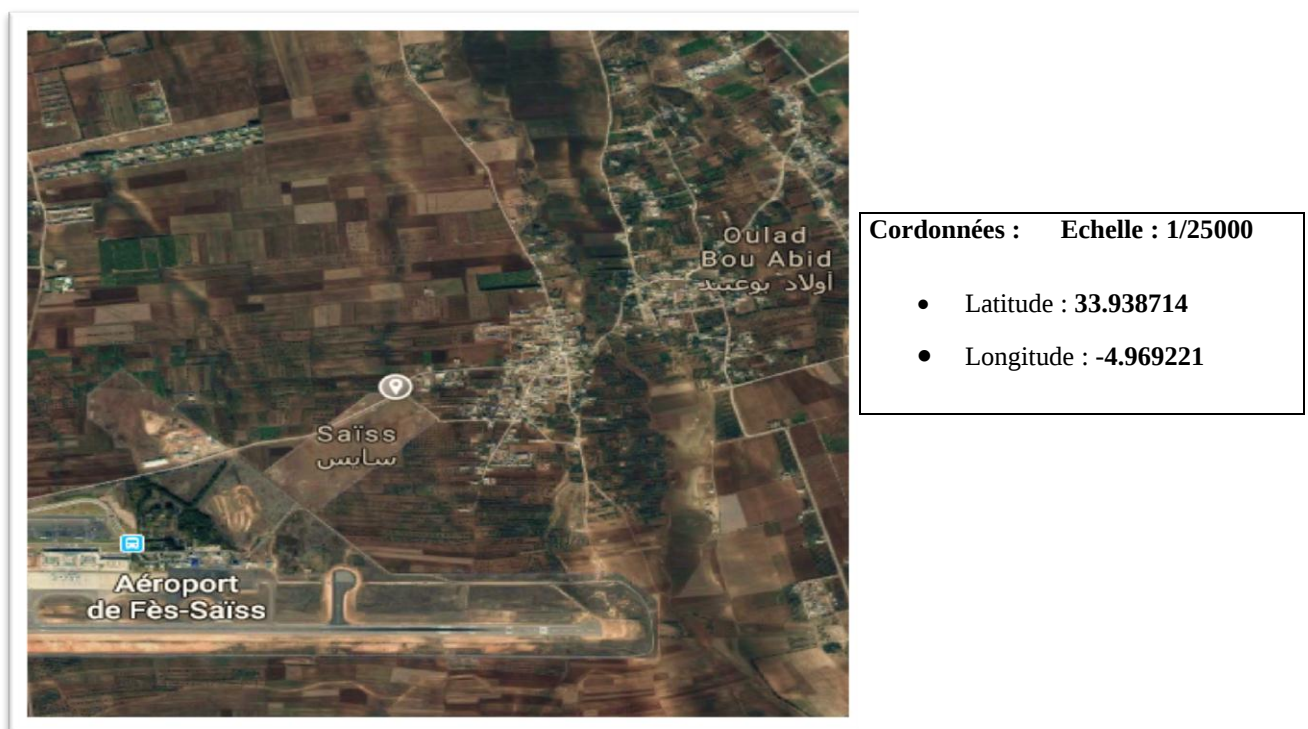


Figure 1 : Carte géographique de site d'étude

5. Analyses bactériologiques :

5.1. Germes totaux :

Le dénombrement des bactéries mésophiles aérobies et anaérobies facultatives, vise à estimer la densité de la population bactérienne générale dans l'eau potable. Il permet ainsi une appréciation globale de la salubrité générale d'une eau, sans toutefois préciser les sources de contamination. D'une manière générale, la présence de germes totaux en quantité anormalement élevée, semble être indicatrice de difficultés de traitement ou d'un entretien inadéquat du réseau

(LEVALLOIS, 2003). Les microorganismes qui se développent à 20°C, sont des saprophytes présents naturellement dans l'eau. Celles qui se développent à 37°C, température du corps humain, proviennent de l'homme ou d'animaux à sang chaud (FIGARELLA et LEYRAL, 2002; FIGARELLA et al., 2007). Même s'il ne s'agit pas forcément de germes pathogènes, ils peuvent provenir d'une contamination de l'eau analysée par des produits animaux, en particulier les matières fécales. Cette distinction n'est pas très rigoureuse car de nombreux germes, considérés généralement comme saprophytes, sont capables de se développer à 37°C et au-delà comme des *Bacillus*, des *Pseudomonas*, des *Aeromonas*, des *Staphylococcus*, etc. (FIGARELLA et LEYRAL, 2002). Typiquement, les bactéries mésophiles aérobies et anaérobies facultatives sont constituées des germes du genre comme *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Legionella*, *Mycobacterium*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Serratia* et *Xanthomonas* (LEVALLOIS, 2003). La numération totale des bactéries à 22°C et 37°C dans une eau de distribution publique sera un excellent moyen de mettre en évidence l'abattement global du traitement, mais surtout d'une reproductibilité ultérieure de la flore initiale (MARTIN, 1985). Les germes totaux à 22°C sont des bactéries d'origine résiduaire (environnementale), alors que les germes totaux à 37°C sont des bactéries d'origine *Bacillus*, des *Pseudomonas*, des *Aeromonas*, des *Staphylococcus*, etc. (FIGARELLA et LEYRAL, 2002).

5.2. Coliformes :

Les coliformes décrivent des bactéries à coloration de Gram négative fermentent le lactose avec production de gaz à 35-37°C en 48h, ce sont des bacilles non sporulant, donnant une réponse négative au test à l'oxydase, aérobies ou anaérobies facultatives, capables de cultiver en présence de sels biliaires ou équivalents.

La norme ISO 4831 de 1991 précise que la fermentation du lactose avec production de gaz doit être recherchée dans un milieu nutritif spécifique additionné de sels biliaires et de vert brillant.

5.3.Salmonelles :

Les salmonelles appartiennent au genre des entérobactéries *Salmonella*. Elles provoquent des gastro-entérites par (salmonellose), et des fièvres typhoïdes et paratyphoïdes. Ce sont des bacilles à Gram négatif, aéroanaérobies facultatifs.

5.4.Anaérobiesulfito-réducteurs (ASR) :

Ce sont des formes résistantes d'organismes anaérobies, dont les plus fréquentes et les plus faciles à mettre en évidence sont les clostridies. Elles sont présentes dans le sol, les rivières. Leur absence dans une nappe souterraine ou une nappe alluviale est un signe d'efficacité de la filtration naturelle.

5.5.Staphylocoques :

Les staphylocoques sont des microorganismes saprophytes de l'homme et de l'animal (peau et muqueuses) dont certaines espèces sont responsables d'infections locales (abcès) ou générales (septicémies). La recherche est effectuée sur milieu sélectif. Les critères d'appréciation sont différents selon le type de produit analysé.

6.Analyses physico-chimiques :

6.1.Température :

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau. La température doit être mesurée in situ. Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent généralement un thermomètre intégré.

6.2.Conductivité :

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés

électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

6.3.pH :

Le pH mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14 ; 7 étant le pH de neutralité.

6.4. Turbidité :

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques).

6.5.Ions majeurs :

La minéralisation de la plupart des eaux est dominée par huit ions appelés couramment les ions majeurs. On distingue les cations : calcium, magnésium, sodium et potassium, et les anions : chlorure, sulfate, nitrate et bicarbonate.

6.6.Autres éléments dissous

- Le fer

La présence de fer dans les eaux souterraines a de multiples origines : le fer, sous forme de pyrite (FeS_2), est couramment associé aux roches sédimentaires déposées en milieu réducteur (marnes, argiles) et aux roches métamorphiques.

- Le fluor

Les sources principales de fluor dans les eaux souterraines sont les roches sédimentaires (fluorapatite des bassins phosphatés par exemple) mais également les roches magmatiques et certains filons. Les zones de thermalisme sont aussi concernées.

- L'Aluminium.

Selon l'OMS, la présence d'aluminium à des concentrations supérieures à 0,2 mg/l provoque souvent des plaintes de la part des consommateurs, en raison de la floculation de l'hydroxyde d'aluminium dans les canalisations et d'une accentuation de la coloration de l'eau par le fer.

6.7.Oxygène, DBO, DCO et Oxydabilité :

L'ensemble de ces paramètres permet d'estimer la quantité de matière organique présente dans l'eau.

- Oxygène dissous

L'eau absorbe autant d'oxygène que nécessaire pour que les pressions partielles d'oxygène dans le liquide et dans l'air soient en équilibre. La solubilité de l'oxygène dans l'eau est fonction de la pression atmosphérique (donc de l'altitude), de la température et de la minéralisation de l'eau : la saturation en O₂ diminue lorsque la température et l'altitude augmentent.

- DBO, DCO et oxydabilité.

La DBO (demande biochimique en oxygène) exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau par le développement de micro-organismes, dans des conditions données.

Matériel et méthodes :

1. Site de prélèvement :

Le site d'étude est localisé dans la région de saïs proche de l'aéroport de Fès saïs. et les prélèvements ont été effectués à partir de trois zones de ce site : la source (S), prélèvement du bassin 1 (P1) et prélèvement du bassin 2 (P2).

2. Echantionnage :

Les échantillons d'eau ont été prélevés dans les flacons en verre stériles et transportés en glacière réfrigérée 4°C jusqu'au laboratoire, l'analyse est effectuée dans un délai qui ne dépasse pas 8h entre le prélèvement et l'analyse.

3-Analyses microbiologiques des eaux :

3.1. Microorganismes revivifiables « germestotaux » :

Pour le dénombrement des germes totaux, on aensemencé en profondeur 1 ml d'échantillon puis ont ajouté le milieu de culture extrait de levure dans la boîte de pétri .après une agitation on incubé à 22°C pendant 72 h.

3.4. Coliformestotaux :

La technique utilisé est la membrane filtrante, l'échantillon a été filtrer sur membrane, puis cette membrane mise sur le milieu « Tergitol+ TCC » et incubé à 36 °C, pendant 24 h. L'apparition des colonies jaunes orangés signifier la présence des coliformes totaux dans l'échantillon analysé .Puis, le test de l'urée indole est réalisé pour but de déterminé la présence d'enterobactaire (exemple *E.coli*).

Test urée indole : consiste à ensemencer les colonies jaunes orangés dans des tubes qui contient l'urée indole ; puis ces tubes ont été incubé à 36°C, pendant 24 h .enfin des gouttes de kovax ont été ajoutés dans ces tubes.

L'apparition d'anneau rouge indique la présence de *E. coli*.

3.3. Entérocoques intestinaux :

La technique utilisée est la membrane filtrante, puis cette membrane a été mise dans le milieu Slanetz, l'incubation est réalisée à 36°C pendant 24 h . les colonies rouges briques, la membrane a été mise dans le milieu BEA , et incubé à 37°C pendant 24h . Enfin, l'apparition des colonies noires indique la présence des entérocoques intestinaux.

3.4. *Staphylococcus aureus* :

L'échantillon a été étalé dans une boîte de pétri contenant le milieu gélosé Baid-Parker, puis incubé à 37 °C pendant 24 h . Pour la conformation, les colonies noires brillantes et convexes entourées d'une zone claire et d'un anneau opaque sont ensemencés dans des tubes de bouillon cœur cervelle, puis incubé à 37 °C pendant 24 h, Finalement, un test de coagulase a été effectué, par l'ajout de plasma de lapin. Puis incubé à 36°C pendant 24 h. Les *staphylococcus aureus* sont coagulase positive.

3.5. *Salmonelle* :

Le pré-enrichissement est effectué par l'eau peptonée tamponnée avec une incubation à 37°C pendant 24h.

Enrichissement est réalisé sur bouillons sélectifs Rappaport-vassiliadis. après incubation à 43°C pendant 24 h. L'isolement est réalisé par ensemencement sur milieu gélosé Hektoen.

3.6. Anaérobies Sulfito-Réducteurs :

Dans des tubes stériles on met 1 mL de l'échantillon, puis l'ajout de milieu de culture SPS , ces tubes sont incubé à 44°C pendant 24h . L'apparition des colonies noires dans les tubes indique la présence des ASR.

4. Mesure des paramètres physico-chimiques :

4.1 pH:

La mesure est effectuée par un pH-mètre marque ADWA, model AD1000.

4.2. Conductivité :

La mesure de conductivité est fait par un conductimètre marque HACH , model CDC401 .

4.3. Chlorure :

Pour déterminer le taux de chlorures dans les échantillons analysés on effectue un dosage par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

La méthode consiste à introduire un volume de 10 ml de l'échantillon et de lui ajouter 3 à 4 gouttes de solution de chromate de potassium. Ensuite, on titre par la solution de nitrate d'argent jusqu'à apparition de la coloration rougeâtre.

4.4. Turbidité :

Pour la mesure de turbidité, on utilise un spectrophotomètre .

4.5. Température :

La température de l'échantillon a été mesurée par un thermomètre. La méthode consiste à faire introduire le thermomètre dans l'échantillon jusqu'à stabilisation de valeur.

RESULTATS ET DISCUSSION :

1. Resultats de l'analyse physico-chimique des eaux de la source Oulad

Bou-abid:

1.1. pH :

Les valeurs du pH obtenu varient de 7,1 à 7,5 pour la source, de 7,42 à 7,68 pour le prélèvement 1 et de 7,36 à 7,63 pour le prélèvement 2.

Ces valeurs de PH trouvés sont des pH basiques. La valeur minimale est de 7,1 est la valeur maximal atteindre 7,68. Les différentes mesures sont comprise entre 6,5 et 8,5 ce qui justifié la conformité des résultats par rapport à la norme marocaine des eaux d'alimentation humaine.

1.2. Turbidité :

Les valeurs de turbidité trouvées varient de 0,17 à 0,61 NTU pour la source, de 0,72 à 1,32 NTU pour le prélèvement 1, et de 1,12 à 2,34 NTU pour le prélèvement 2. Ces valeurs de turbidité augmentent progressivement en fonction de la température. Les valeurs obtenues oscillent entre 0,17 et 2,34 avec une valeur moyenne de 1.03 NTU.

1.3. Conductivité :

Les valeurs trouvées varient entre 764 et 1240 pour la source, 758 et 1275 pour le prélèvement 1, et de 766 à 1440 pour le prélèvement 2. La valeur minimal est 764 et la valeur maximal 1440 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Les résultats obtenues ne dépassant pas la valeur normale fixé 2700 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

1.4. Chlorures :

Les valeurs trouvées varient de 70,9 à 141,81 mg/l pour la source, de 77,99 à 186,93 pour le prélèvement 1, et de 77,99 à 177,265 pour le prélèvement 2.

La valeur minimale est 70,9 mg/l et la valeur maximal 186,93 mg/l.

1.5. Nitrites :

Les valeurs de l'ensemble des sites analysés sont inférieures à 0,018 mg/l de nitrite (0.018 mg/l limite de détection de la méthode d'analyse des nitrites).

1.6. Température :

Pour ce paramètre on constate qu'il n'y a pas une grande variation, la valeur maximale est de 20,1 °C et la valeur minimale est de 19 °C.

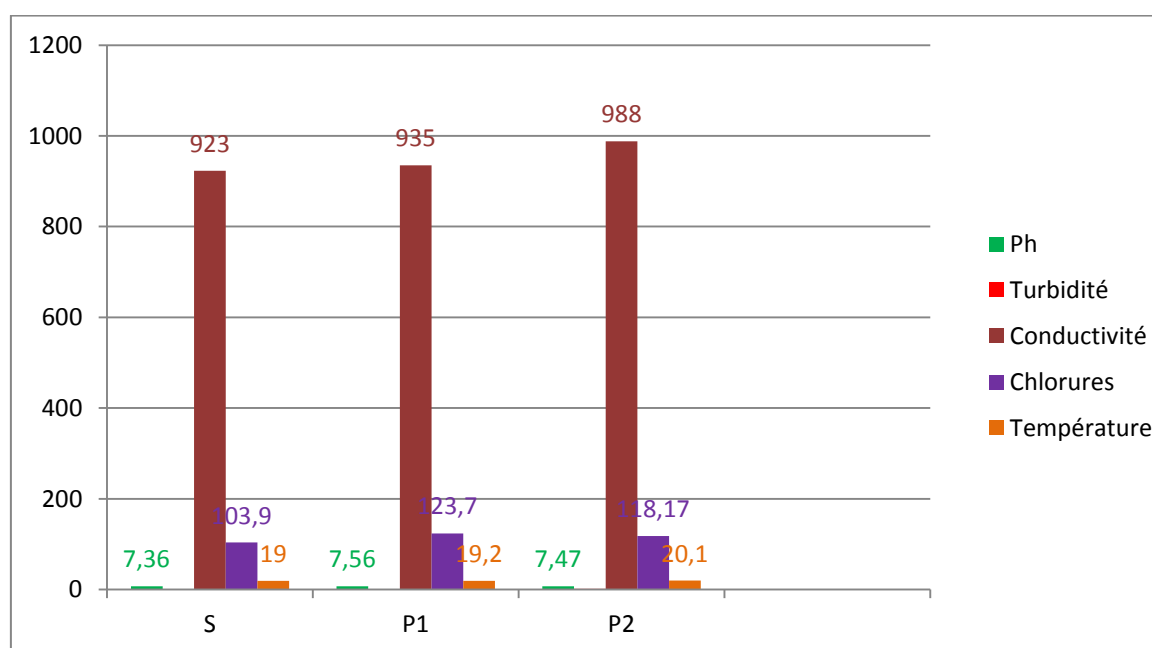


Figure 2 : Résultats de l'analyse physico-chimique de la source Oulad Bou-abid
représente les valeurs obtenues en fonction du lieu.

2. Résultats de l'analyse microbiologique des eaux de la source Oulad Bou-abid :

Au niveau de la source, nos résultats indiquent une absence totale de germes.

Au niveau de bassin 1, les résultats obtenus indiquent la présence de GT à une valeur de 68 UFC/mL et de *Strep* à une valeur de $3 \cdot 10^{-2}$ UFC/mL et la présence de *E.coli*. cependant, les ASR, *Staph* et les *Salmo* ont été absents. Au niveau de bassin 2, les résultats indiquent la présence de GT à une valeur de 118 UFC/mL et de *Strep* à une valeur de 0,14 UFC/mL. Cependant les ASR, *Staph* et les *Salmo* ont été absents.

Les résultats de l'analyse microbiologique de cette source montrent qu'il y a une contamination fécale au niveau des bassins. Cette contamination provient des activités de population du douar (irrigation, lavage des légumes et fruits...).

Tableau 1: Résultats de l'analyse microbiologique en UFC/ml.

	S (UFC/mL)	P1(UFC/mL)	P2(UFC/mL)
GT	0	68	118
ASR	0	0	0
<i>Staphylococcus</i>	0	0	0
<i>Streptococcus</i>	0	0,03	0,14
<i>E.coli</i>	—	+	+
<i>Salmonelle</i>	—	—	—

- Absence ; + présence.

3. Discussion :

Les résultats de l'analyse physico-chimique montrent une conformité avec la norme marocaine. En effet, les valeurs de pH obtenues varient entre 7,1 et 7,68, cet interval appartient à la norme marocaine (voir annexes). Pour la turbidité on a trouvé des valeurs comprises entre 0,17 et 2,34 NTU, ces dernières sont inférieures à la valeur maximale admissible de la norme marocaine. Même chose pour la conductivité, les résultats obtenus varient entre 758 et 1440 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ne dépassant pas la valeur normale fixée 2700 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Et pour les chlorures, on a obtenu des valeurs entre 70,5 et 186,90 mg/L qui sont conformes à la norme ($< 750 \text{ mg/l}$). Aussi pour la température les valeurs sont conformes. Alors que pour les nitrites; les valeurs de l'ensemble des sites analysés sont inférieures à 0,018 mg/L de nitrite (0.018 mg/L limite de détection de la méthode d'analyse des nitrites), ce qui est conforme avec la norme.

Une autre étude qui a été réalisée sur une source différente sur la région de Fès, montre des résultats conforme à la norme, en effet : pH entre 7,24 et 7,86 ; conductivité entre 1355 et 1567 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nitrites entre 0,018 et 0,086 mg/L, chlorures entre 177 et 205 mg/L. Si on compare ces résultats avec nos résultats, on constate que les valeurs trouvées sont proches.(voir annexes)

Et en ce qui concerne les résultats des analyses microbiologiques, on constate qu'au niveau de la source (S) il y a une absence totale des germes, contrairement au bassin 1 et 2 où il y a la présence des GT avec une valeur de 86 UFC/mL pour P1 et 1,18 10^2 UFC/mL pour P2 ; et de *Streptococcus* avec une valeur de 3.10^{-2} UFC/mL pour P1 et $1,4 \cdot 10^{-1}$ UFC/mL pour P2; et présence d'*E.coli*. Ces résultats suggèrent qu'il y a une contamination fécale au niveau des bassins. Cette contamination provient des activités des populations du douar (irrigation, lavage des légumes et fruits...).

Comparée avec l'étude précédente , les valeurs trouvées pour les GT sont comprises entre 4479,5 et 28605,5 UFC/mL ; entre $3,5 \cdot 10^{-1}$ et 8 UFC/mL pour *Streptococcus* ; et entre $8 \cdot 10^{-2}$ et 2,75 UFC/mL. Ces valeurs sont supérieures à celles qu'on a trouvées. Cette augmentation de charge est le résultat d'une pollution humaine et agricole.

Conclusion :

L'ensemble des analyses microbiologiques démontre que l'eau de la source est de bonne qualité hygiénique et propre à la consommation humaine. Alors que, les eaux des bassins 1 et 2 ne sont pas bonnes à la consommation humaine puisque elles dépassent les normes marocaines vis-à-vis de GT, *E.coli* et *Streptococcus* .

Les analyses physico-chimiques montrent des résultats conformes à la norme vis-à-vis des nitrites, turbidité, conductivité, pH et chlorures.

Ce qui confirme la bonne qualité de l'eau au niveau de la source par rapport aux bassins.

Perspectives :

Pour les autres analyses telles que les métaux lourds, les pesticides, les hydrocarbures et certains autres polluants organiques et minéraux, ils doivent être faites pour juger la conformité de la qualité de ces eaux par rapport à la norme marocaine en vigueur. Malheureusement, le laboratoire d'accueil ne dispose pas des techniques instrumentales modernes pour réaliser ces analyses.

Ce projet ce n'est qu'un début pour une éventuelle caractérisation complète.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- FIGARELLA J., LEYRAL G., 2002. Analyse des eaux: Aspects réglementaires et techniques. Ed. Scérén CRDP d'Aquitaine, Paris, 360 p.
- - <https://www.consoglobe.com/eau-polluee-dangers-sante-4362-cg>
- <https://www.inspq.qc.ca/bise/microbiologie-des-eaux-souterraines-utilisees-comme-source-d-eau-potable>
- - <http://www.ipgp.fr/~losno/Manips/pH/appareilsdemesure.html>
- https://www.jmaterenvironsci.com/Document/vol5/vol5_NS1/45-JMES-S1-LALAMI%2002.pdf
- La pollution de l'eau Par le comité de recherche et de sensibilisation d'Eau Secours! Novembre 2006
- <http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/biotech/microbio/milieux.html>

ANNEXES

Les milieux de culture :

Les milieux de culture utilisés :

Tableau: récapitulatif des milieux de cultures et conditions d'incubation

Microorganismes recherchés	Milieu de culture	Incubation on
GT	Gélose à l'extrait de levure	24h à 22°C
<i>Streptococcus</i>	Slanetz	48h à 37°C
ASR	SPS	24h à 36°C
<i>Ecoli</i>	Tergitol au TTC	24h à 36°C
<i>Staphylococcus</i>	Baid- Parker	24h à 37°C
<i>Salmonelle</i>	Eau péptonée tamponnée à double concentration (pré-enrichissement) . Rappaport-vassiliadis (enrichissement) . Hektoen (identification).	16 à 20h à 37°C 24 à 48h à 43°C

• Composition chimique des milieux de culture utilisés :

Gélose Bile Esculine Azide Agar (BEA) :

Tryptone.....	17g/l.
Peptone pepsique de viande.....	3g/l.
Extrait autolytique de viande.....	5g/l.
Bile de bœuf bactériologique.....	10g/l.
Chlorure de sodium.....	5g/l.
Esculine.....	1g/l.
Citrate ferrique amoniacal.....	0,5g/l.
Azide de sodium.....	0,15g/l.
Agar agar bactériologique.....	13g/l.

Gélose lactosée au Tergitol-7 TTC :

Péptone pancréatique de viande.....	10g/l.
Extrait de viande.....	5g/l.
Extrait autolytique de levure.....	6g/l.
Lactose.....	20g/l.
Tergitol-7.....	0,1g/l.
Bleu de bromothymol.....	0,05g/l.
Agar agar bactériologique.....	10g/l.
TTC.....	0,025g/l.

Gélose Slanetz :

Tryptone.....	20g/l.
Extrait autolytique de levure.....	5g/l.
Glucose.....	2g/l.
Phosphatedipotassique.....	4g/l.
Azide de sodium.....	0,4g/l.
Agar agar bactériologique.....	10g/l.

Gélose à l'extrait de levure :

Tryptone.....	6g/l.
Extrait autolytique de levure.....	3g/l.
Agar agar bactériologique.....	10g/l.

Milieu HEKTOEN :

Protéose- peptone extrait de levure :	3g/l.
Lactose :	12g/l.
Saccharose :	12g/l.
Salicine :	2g/l.
Citrate de fer et d'ammonium.....	1,5g/l.
Sels biliaires :	9g/l.
Fuchine acide :	0,1g/l.
Bleu de bromothymol :	0,065g/l.
Chlorure de sodium :	5g/l.

Thiosulfate de sodium :5g/l.

Agar agar :14g/l.

Baird Parker :

Pyruvate de sodium

Glycocolle

Le chlorure de lithium

Le tellurite de potassium

Agar agar

Rappaport :

Vert malachite

MgCl₂

 **Extrait de l'annexe de la norme marocaine 03-7-001 relatif aux spécifications des eaux d'alimentation humaine :**

Paramètres physico-chimiques :

Paramètres	Unités	Valeurs maximales admissibles (VMA)
Turbidité	Néphélométrique (NTU)	5
Conductivité	μS/cm	2700
pH	-	6.5 ≤ pH ≤ 8.5
température	°C	Acceptable
Chlore résiduel	mg/l	Entre 0,1 et 1 mg/l à la distribution 0.5 à 1 mg/l à la production

Paramètres microbiologiques :

Paramètres	Valeurs maximales admissibles (VMA)
<i>Escherichia coli</i>	0 /100ml
<i>Entérocoques intestinaux</i>	0 /100ml
<i>Coliformes</i>	0 /100ml
<i>Spores de micro-organismes anaérobies sulfito-réducteurs</i>	0 /100ml
<i>Micro-organismes revivifiables à 22°C</i>	100/1ml

 **Resultats d'une recherche réalisé au laboratoire de diagnostic épidémiologique et d'hygiène de milieu de Fès de la source Makouar .**

Tableau : Résultats del'analyses physico-chimique de la source Makouar.

Source	pH	CONDUCTIVIE (µs/cm)	Cl- (mg/l)
S1	7,86	1355	205

Tableau : Résultats de l'analyse microbiologique de la sourcesMakouar.

	GT	Streptococcus	E.coli
S1	20400	800	275

