

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE DE BLIDA 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département Agro-alimentaire



Institut Pasteur

MÉMOIRE

En Vue de l'obtention du diplôme de



MASTER en Science Alimentaire

Spécialité : Agro-alimentaire et Contrôle de qualité

Contrôle bactériologiques des eaux minérales naturelles et des eaux de sources

Présenté par :

BENNABI MERWA

CHIKHAOUI OUASSILA

Proposé et Encadré par :

Pr. MEGATLI. S

Dr. DERIET. A

Soutenu le juillet 2022 devant le jury composé de :

Dr. BENLEMANE. S

MCB

USDB

Présidente

Dr. MEZIANE. Z

MCB

USDB

Examinatrice

Dr. DERIET. A

DES

IPA

Promoteur

Pr. MEGATLI. S

Professeur

USDB

Co Promoteur

Année Universitaire 2021-2022

Remerciement

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

Tout d'abord, nous sincères remerciements et respects vont à notre promoteur Mr. Deriet A. et notre co-promoteur Mr. Meagtl S

Nous les remercions de tout cœur pour leur patience et leur confiance qui ont toujours accordée durant notre travailles. Nous les remercions pour les précieux conseils et leurs encouragements qui nous a aidé notre travaille, de nous avoir assistés en mettant à notre disposition tous les moyens et les ressources nécessaires à la réalisation de ce travail

Nous sincères remerciements à toute l'équipe de laboratoire bactériologique des aliments et des eaux de l'Institut Pasteur, et à tous les membres du jury.

Nous tenons à remercier tous les enseignants de Faculté des Sciences de la Nature et de la vie et de l'université Blida-1.

Finalement, nous sincères gratitudes vont également à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.

Résumé

l'eau, c'est la vie. La bonne qualité des eaux de source et des eaux minérales naturelles en vue de la consommation humaine constitue un élément très important pour la protection de la santé publique. Pour apprécier la qualité de ces eaux destinées à la consommation humaine, un contrôle bactériologique a été réalisé sur des eaux provenant de forages destinés à l'exploitation ou bien déjà exploités et sur des prélèvements des eaux de sources provenant de plusieurs régions d'Algérie. Les analyses bactériologiques attestent l'absence des indicateurs de contamination fécale et les germes pathogènes comme il est indiqué dans la réglementation algérienne, à l'exception de quelques forages, ou il a été retrouvé une présence de contamination fécale et des germes pathogènes ce qui résulte la non-conformité de ces eaux pour être exploités.

Les mots-clés : Eau, forage, Analyse bactériologique, contamination.

Abstract

Water Is life. The good quality of spring waters and natural mineral waters for human consumption is a very important element for the protection of public health.

In order to assess the quality of these waters intended for human consumption, bacteriological monitoring was carried out on water from drilling intended for exploitation or already exploited and on water from sources from several regions of Algeria.

The bacteriological analyzes attest to the absence of indicators of fecal contamination and pathogenic germs as indicated in the Algerian regulations, with the exception of a few boreholes, or a presence of fecal contamination and pathogenic germs has been found resulting in the non-compliance of these waters to be exploited.

Key word : Water, drilling, bacteriological analysis, contamination.

ملخص

الماء هو الحياة. تعد نوعية المياه من المصادر الطبيعية والمعدنية للاستهلاك البشري عنصرا هاما للغاية في حماية الصحة العامة للمستهلك .

ولتقييم نوعية المياه المخصصة للاستهلاك البشري أجريت مراقبة بكتيرية على مياه من الحفر المخصصة للاستغلال وعلى التي هي مستغلة بالفعل في السوق و ذلك من عينات من مناطق عديدة في الجزائر.

وتبين التحليلات البكتريولوجية عدم وجود مؤشرات للتلوث أو الجراثيم المسببة للعدوى و ذلك حسب المعايير الجزائرية باستثناء بعض مياه الحفر التي أشارت تحليلاتها الى وجود تلوث و جراثيم مسببة للمرض و هذا ما يبين أن هذه المياه غير مناسبة للاستغلال.

الكلمات الرئيسية: المياه، الحفر، تحليل البكتيريا، التلوث

Liste des Abréviations

ASR : Anaérobies Sulfito- Réducteurs.

CT : Coliformes totaux

CF : Coliformes fécaux

E .Coli : Escherichia Coli.

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

NA : norme algérienne.

OMS : Organisation Mondiale de Santé.

pH: potentiel D'hydrogène.

SF : Streptocoques fécaux

SFB : Bouillon au sélénite de sodium.

ST: Staphylocoques

UFC: Unité Formant une Colonie.

VF: Viande foie.

Listes des tableaux

Tableau I : Caractéristiques des risques d'eau.....	10
Tableau II: Comparaison des indicateurs de qualité des eaux de sources.....	20
Tableau III: Comparaison des indicateurs de qualité des eaux minérales naturelle.....	22
Tableau IV: Type de galerie.....	40
Tableau V: Résultats des analyses bactériologique des eaux de forages.....	43
Tableau VI: Qualité des eaux de forages contrôlées.....	47
Tableau VII: Qualité des eaux produit fini contrôlées.....	49
Tableau VIII: Résultats des analyses bactériologique par régions Ouest- Centre- Est.....	50
Tableau IX: Résultats des analyses bactériologique Client BLIDA.....	51

Liste des figures

Figure 01 : Cycle d'eau.....	03
Figure 02: Nappes d'eau souterraine.....	06
Figure 03: Test chimique de chlore.	30
Figure 04: Méthode de filtration membranaire.	31
Figure05: Dénombrement des coliformes.....	33
Figure 06: Dénombrement des streptocoques fécaux.....	35
Figure 07: Dénombrement de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	37
Figure 08: Dénombrement des anaérobie sulfite réducteurs.....	38
Figure 09: Galerie API 20E.....	39
Figure 10: Galerie API 20NE.....	40
Figure 11: Histogramme de nombre d'analyses bactériologiques effectuées.....	42
Figure 12: Histogramme résultats des analyses bactériologiques eaux de forages.....	45
Figure 13: Secteur de qualité des eaux de forages contrôlées.....	48
Figure 14: Secteur de qualité des eaux de produits finis contrôlées.....	49
Figure 15 : Secteur représente les pourcentages des différentes analyses bactériologiques Ouest-Centre-Est.....	50

Table des Matière

Résumé

Liste des abréviations

Liste de tableaux

Liste de figures

Introduction

Sommaire

Revue bibliographique

Chapitre I : Généralistes sur l'eau

I.1 Définition de l'eau.....	02
I.2 Cycle de l'eau.....	02
I.3 Définition de L'eau de boisson.....	03
I.4 Sources naturelles de l'eau de boisson.....	03
I.4.1 Eaux de surface	03
I.4.2 Eaux souterraines	04
I.4.2.1 Etat des eaux souterraines.....	04
I.4.2.1.1 Nappes libres.....	05
I.4.2.1.2 Nappes alluviale.....	05
I.4.2.1.3. Nappes captives.....	05
I.4.2.2 Contamination des nappes d'eau souterraines.....	06
I.5 Traitement de l'eau de consommation humaine.....	07
I.6 Risque chimique et biologique d'eau souterraine et ses caractéristiques.....	07

I.6.1 Risque microbien.....	08
I.6.2 Risque chimique.....	08
I.7 Qualité d'eau.....	10
I.7.1 Qualité organoleptique.....	11
I.7.1.1 Couleur.....	11
I.7.1.2 Odeur.....	11
I.7.1.3 Goût.....	11
I.7.2 Qualité physico-chimique.....	11
I.7.2.1 Qualité physique.....	11
I.7.2.1.1 Température.....	12
I.7.2.1.2 Potentiel d'hydrogène.....	12
I.7.2.1.3 Conductivité électrique.....	12
I.7.2.1.4 Turbidité.....	12
I.7.2.1.5 Salinité.....	13
I.7.2.1.7 Résidu Sec (RS).....	13
I.7.2.2 Qualité chimique.....	13
I.7.2.2.1 Chlorures.....	13
I.7.2.2.2 Nitrates.....	13
I.7.2.2.3 Sulfate.....	13
I.7.2.2.4 Ammonium (NH ₄ ⁺).....	14
I.7.2.2.5 Magnésium (Mg ²⁺).....	14
I.7.2.2.5 Calcium (Ca ²⁺).....	14
I.7.3 Qualité microbiologique.....	14
I.7.3.1 Les germes totaux.....	14
I.7.3.2 Bactéries indicatrices spécifiques de pollution fécale (Indicateurs fécale).....	15
I.7.3.2.1. Les coliformes totaux.....	15
I.7.3.2.2. Les coliformes fécaux.....	15
I.7.3.2.3. Les streptocoques fécaux.....	15
I.7.3.3. Les Clostridium sulfito-réducteurs.....	15
I.7.3.4. Staphylocoque aureus.....	16
I.7.3.5 <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	16
I.8 Stratégie de l'évaluation de qualité microbiologique de contrôle (Indicateurs de contamination fécale).....	16

CHAPITRE II : Eau minérale naturelle et eau de source

II.1 Eau minérale naturelle.....	17
II.1.1 Définition	17
II.1.2 Classification des eaux minérales naturelles	18
II.1.2.1 Eau minérale naturelle non gazeuse.....	18
II.1.2.2 Eau minérale naturelle naturellement gazeuse.....	18
II.1.2.3 Eau minérale naturelle dégazéifiée	18
II.1.2.4 Eau minérale naturelle renforcée au gaz carbonique de la source	18
II.1.2.5 Eau minérale naturelle gazéifiée	18
II.2 Eau de source	18
II.2.1 Définition	18
II.2.2 Classification des eaux de source	19
II.2.2.1 Eau de source	19
II.2.2.2 Eau de source gazéifiée	19
II.3 Critères de qualité Eau minérales et Eau source.....	19

CHAPITRE III : Cadre réglementaire des eaux minérales naturelles et des eaux de source

III.1 Évolution de la réglementation algérienne des eaux.....	23
III.2 Cadre réglementaire de l'exploitation des eaux minérales en Algérie.....	24
III.3 Réglementation de contrôle de qualité bactériologique des eaux minérales naturelle et eaux de source.....	25

MATERIELS ET METHODES

I. Objectif de travail.....	28
II. Présentation du Laboratoire.....	28
III. Échantillonnage.....	28
III.1 Transport des échantillons au laboratoire.....	29
IV. Matériels et méthodes.....	29
IV.1 Test de chlore.....	29
IV.2 Analyses bactériologique.....	30

A. Méthode de filtration membranaire.....	30
IV.1.1 Recherche et dénombrement des coliformes.....	32
IV.1.2 Recherche et dénombrement des E. Coli.....	33
IV.1.3 Recherche et dénombrement des Streptocoque fécaux.....	34
IV.1.4 Recherche et dénombrement des Staphylocoques.....	35
IV.1.5 Recherche et dénombrement de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	36
IV.1.6 Recherche et dénombrement de Salmonelle.....	37
IV.1.7 Recherche et dénombrement des Anaérobies sulfite-réducteurs (ASR)	38
IV.1 Examen liés aux caractères biochimiques.....	39

RESULTATS ET DISSCUSION

I. Analyses bactériologiques effectuées-Eaux des forages.....	42
I.1 Résultats d'analyses bactériologiques	42
I.1.1 Test chimique de chlore.....	45
I.1.2 Coliformes totaux.....	46
I.1.3 Coliformes fécaux.....	46
I.1.4 Streptocoques fécaux.....	46
I.1.5 Staphylocoques.....	46
I.1.6 Anaérobies sulfite réducteurs.....	46
I.1.7 <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	47
I.1.8 Salmonelles.....	47
I.2 Qualité des eaux de forages contrôlées.....	48
II.1 Qualité des eaux des produits finis contrôlées.....	49
III. Analyses des résultats bactériologiques par région Ouest Centre Est.....	50
V. Analyses des résultats bactériologiques BLIDA.....	51
Conclusion.....	52

INTRODUCTION

L'eau est un élément essentiel de la vie biologique et dans l'activité humaine. Elle participe à toutes les activités quotidiennes et est impliquée aussi dans de nombreuses fonctions physiologiques essentielles telles que la digestion, l'absorption, la thermorégulation et l'élimination des déchets **(Kirkpatrick K, et Fleming E, 2008)**

L'eau est une épée à double tranche, elle donne la vie mais elle donne la mort. **(Remini B. 2005)**. La pollution des eaux peut être minérale ou microbiologique. Les eaux de surface sont très polluées contrairement aux eaux souterraines, qui sont bien protégées. En Algérie comme dans la plupart des pays en voie de développement ou industrialisés, la dégradation de la qualité de l'eau aussi bien de surface que souterraine est de plus en plus préoccupante. **(Ayacha.N et al., 2010)**

Le risque de contamination des eaux de surface représente un problème environnemental majeur. Plusieurs types de pollution peuvent affecter un cours d'eau tel que la pollution physique se traduisant en une altération de la transparence de l'eau (présence de matières en suspension), la pollution chimique due à la présence de substances chimique indésirable (détergent) ou toxiques (métaux) et la pollution biologique qui résulte de la présence des bactéries et des virus pouvant affecter la santé humaine **(Rabetafika. H.et al., 2006)**

Le contrôle de la qualité de l'eau est cependant devenu impératif, il joue un rôle important dans la santé publique car celle-ci est susceptible d'engendrer des altérations catastrophiques sur le sol, sur l'organisme humain et même de toucher à la santé de toute une population.

L'objectif de notre travail est le contrôle bactériologique des eaux minérales et des eaux de source par différentes méthodes d'analyses microbiologiques.

Le travail est organisé en trois chapitres Le premier chapitre est une revue générale sur l'eau, son cycle, types et ses caractères de qualité.

Le second chapitre rassemble l'eau minérale et l'eau de source

le dernier chapitre est consacré sur les différentes analyses de l'eau et les méthodologies suivies.

CHAPITRE I : Généralités sur l'eau

I.1 Définition de l'eau

L'eau ou oxyde dihydrogène est définie comme étant un liquide incolore. Dans sa phase gazeuse l'eau se compose des molécules libres H₂O dont l'angle H-O-H est de 105° (Martin et Hine , 2008).

Oxyde dihydrogène (H₂O), une substance qui existe abondamment en phase solide, liquide et gazeuse sur la surface terrestre et dans l'atmosphère (Storm, 2008).

La majorité de cette eau est salée, elle se trouve dans les océans et les mers (97,2 %). L'eau douce est répartie entre les glaciers, les nappes souterraines, les lacs, les cours d'eau et l'atmosphère, sous forme de vapeur .Bien que seulement 2% d'eau douce est disponible pour la boisson et l'irrigation, et presque la moitié des humains manquent d'accès à un approvisionnement suffisant d'eau potable [7].

I.2 Cycle de l'eau

Le cycle de l'eau on l'appelé aussi le cycle hydrologique mettant en jeu évaporation, précipitation et ruissellement par le cycle externe de l'eau, ceci par opposition au cycle interne de l'eau, qui correspond à l'infiltration de l'eau dans les pores et les fractures du manteau terrestre (Schwartzbrodl, 2000).

En effet il regroupe deux phases bien distinctes et bien couplées entre elles : le cycle de l'eau dans l'atmosphère et le cycle de l'eau dans le sol. La première phase, atmosphérique, est la partie la plus visible du cycle (nuages, précipitations...), elle est caractérisée par une circulation rapide de l'eau, essentiellement sous forme de vapeur (Choisnel, 1999). Par contraste, la deuxième partie, qui est le cycle de l'eau dans le sol se passe essentiellement en phase liquide, elle est marquée par une vitesse de circulation de l'eau relativement lente (Choisnel, 1999).

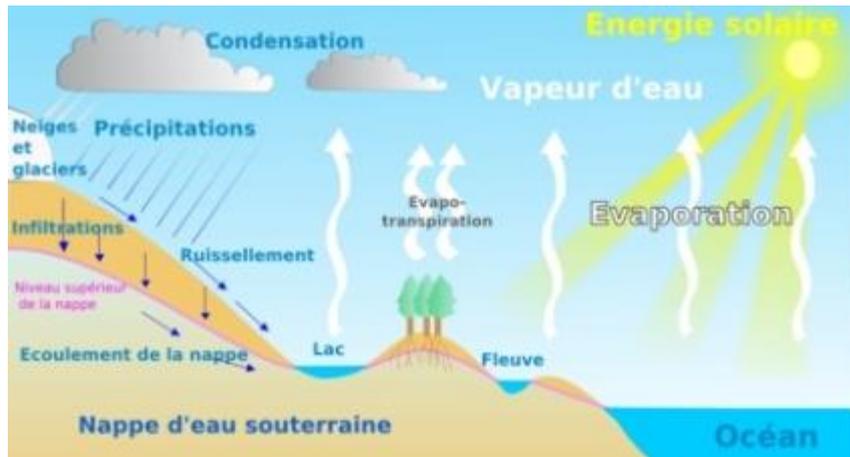


Figure 1 : Cycle de l'eau (Wikipédia)

I.3 Définition de L'eau de boisson

Une eau potable se définit comme étant une eau exempte de germes pathogènes pouvant provoquer des maladies à transmission hydrique, de substances toxiques, ne contenant pas de quantités excessives de matières minérales et organiques. Elle doit par ailleurs, être limpide incolore et ne présenter aucun goût ou odeur désagréables. Les qualités requises sont donc d'ordre physique, chimique et bactériologique (Bras, 2005).

I.4 Sources naturelles de l'eau de boisson

Il se trouve quatre sources principales d'eaux brutes : les eaux de pluie, les eaux de mer, les eaux de surface et les eaux souterraines. Les caractéristiques générales de chacune de ces sources reflètent l'interaction de l'eau avec le milieu environnant (Ayad, 2016).

I.4.1 Eaux de surface

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement (Vilagines, 2010). Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (étangs et lacs) ou artificielles (retenues et barrages) caractérisées par une surface d'échange eau-atmosphère, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjour souvent élevé (Boeglin, 2006).

Il s'agit d'une ressource facilement accessible, mais malheureusement fragile et vulnérable, la pollution la rendant souvent impropre à l'utilisation en cas d'absence d'un traitement préalable (**Bontoux, 1993**).

I.4.2 Eau souterraine

Les eaux souterraines constituent le réservoir le plus important d'eau douce au niveau mondial (97% des ressources en eau douce de la planète) (**Quevauville, 2010**). Leur origine est l'accumulation des infiltrations dans le sol (**Cardot, 1999**). Autrement dit les eaux qui ne sont ni évaporées, ni retournées à la mer par ruissellement s'infiltrent dans le sol et le sous-sol et s'accumulent pour constituer les eaux souterraines (**Vilagines R, 2003**). Elles sont habituellement à l'abri des sources de pollution. Donc ce sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique (**Cardot, 1999**). Elles sont potables sans traitement, mais ce n'est pas toujours le cas, leur contenu minéral est très variable, selon la nature du sous-sol et la profondeur de puits (**Boeglin, 2001**).

I.4.2.1 Etat des eaux souterraines

Le terrain dans lequel l'eau circule est dit un terrain aquifère ou simplement aquifère. Selon le degré de porosité des roches qui composent les terrains, la nappe peut être constituée d'interstices, de fissures ou d'un réseau de celles-ci (**Bontoux, 1993**).

I.4.2.1.1 Nappes libres

Un volume d'eau souterraine dont la surface est libre c'est à dire à la pression atmosphérique. Une nappe libre affleure à la surface du sol. Elle est alimentée d'octobre à mars par une partie des précipitations (dite pluies efficaces) et localement par des pertes d'eau des rivières (crue...). La nappe libre circule dans un substrat composé de craie, de calcaire et de grès renfermant de 30 à 100 litres d'eau par m³. Certaines nappes, moins bien identifiées, se localisent dans les milieux fissurés (granites, schistes) et peuvent produire de 30 à 50 litres d'eau par m³ (**Jean-Claude, 2006**).

I.4.2.1.2 Nappes alluviale

Une **nappe alluviale** est un cas particulier de nappe libre (nappe peu profonde située sous un sol perméable (**actu-environnement.com, 2016**))

Les nappes alluviales sont des nappes qui circulent dans les sédiments des rivières, c'est une masse d'eau se trouvant dans des terrains alluvionnaires (**aquaportail.com, 2016**). Elles se trouvent à faible profondeur et sont donc relativement faciles d'accès pour des prélèvements d'eau.

I.4.2.1.3. Nappes captives

Le volume d'eau souterraine généralement à une pression supérieure à la pression atmosphérique car isolée de la surface du sol par une formation géologique imperméable. Une nappe peut présenter une partie libre et une partie captive. Elle est difficilement alimentée par une infiltration très lente (dite drainance ; quelques mètres par an) à travers le niveau peu perméable supérieur et par les précipitations de la zone d'affleurement. La nappe captive se trouve dans un substrat composé de craie, de calcaire et de grès à plus de 50 m de profondeur. Elle est recouverte par une roche imperméable (**Jean-Claude, 2006**).

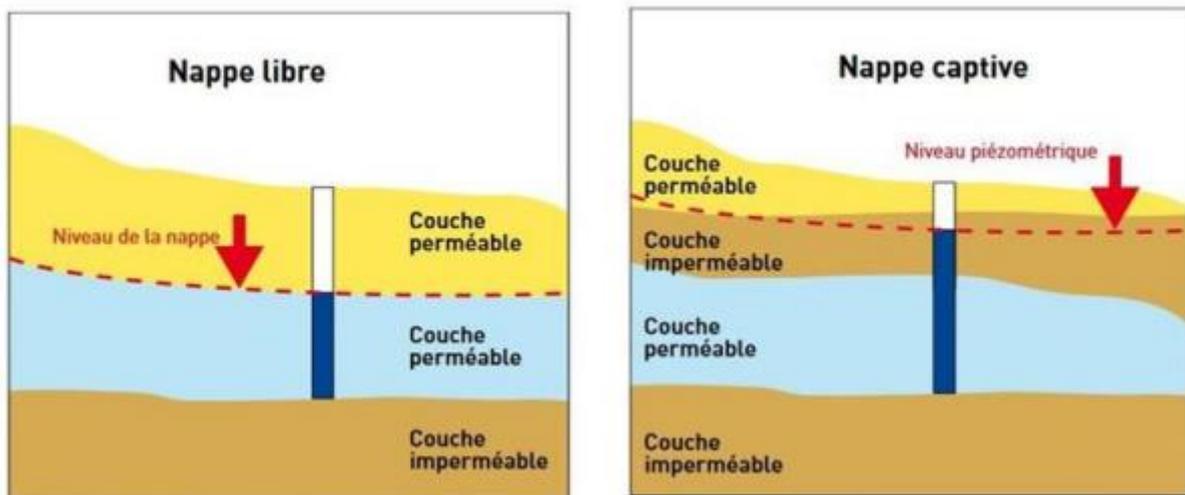


Figure 2 : Nappes d'eaux souterraines (Wikipédia)

I.4.2.2 Contamination des nappes d'eau souterraines

L'enfouissement de déchets, la pollution (accidentelle ou non) de puits, de gouffres (utilisés comme décharge), d'étangs (parfois situés dans le plafond de la nappe) ou de failles naturelles, des forages peuvent permettre le transit de pollutions superficielles vers les nappes souterraines (les forages perforent la couche superficielle imperméable et rendent, à moyen ou long terme, finalement cette surface perméable aux éventuels polluants qui peuvent ensuite se retrouver

dans les eaux pompées et consommées) (**aquaportail.com, 2016**).

La plus grande partie des pollutions de nappe a pour origine les activités agricoles qui utilisent de nombreux produits (engrais, lisiers, purins épandus comme fertilisants, pesticides) sources de pollutions et en concentrations importantes. Mais localement des pollutions industrielles graves existent. Dans certaines régions du monde en état de stress hydrique à cause du réchauffement climatique ou le plus souvent d'une imperméabilisation excessive des sols et d'une surexploitation chronique des nappes, on cherche à régler les nappes par des eaux de récupération, qui peuvent aussi être une source de dégradation de la qualité des nappes (**National Academies Press, 1994**) (**National Research Council, 2007**).

Certaines pollutions sont dites *naturelles*, provenant du passage des eaux dans des zones minéralisées (particulièrement en domaine cristallin). Certaines concentrations anormales en éléments très nocifs comme l'arsenic, le mercure, le cadmium ou le plomb peuvent être détectées dans la nappe et mettre en danger les populations locales et les écosystèmes quand la nappe alimente des sources ou est en contact direct avec des eaux superficielles, courantes ou stagnantes.

Divers méthodes de dépollution de nappe ont été testées, mais elles sont toujours longues et parfois coûteuses, et des millions de sites (civils, industriels et militaires) sont encore à traiter (**National Academies Press, 2013**) (**National Research Council, 2007**).

I.5 Traitement de l'eau de consommation humaine

Il est inexistant en cas d'utilisation d'eau souterraine bien protégée et conforme aux normes de potabilité et pour un court réseau de distribution. Il peut comporter simplement une étape de filtration couplée à une post-désinfection au chlore. Il peut enfin comporter toute une série d'étapes lorsque la ressource est d'origine superficielle et contient donc divers polluants chimiques et biologiques. Il comporte en général les étapes suivantes (le nombre et le choix des étapes étant fonction de la qualité de l'eau brute) (**Festy, et al, 2003**).

- Décantation - celle-ci peut être accélérée par l'addition d'un flocculant (sels de fer ou d'aluminium);
- Filtration sur lit de sable – cette opération étant parfois combinée à la première, ou plus récemment sur filtres en matériaux céramiques ou cellulosiques;

- Élimination des composés organiques ou minéraux indésirables ou en excès par passage sur charbon actif (adsorption des molécules organiques) ou sur résine échangeuse d'ions (élimination des sels minéraux);

Désinfection par traitement oxydant à l'ozone, au chlore, au bioxyde de chlore ou aux dichloramines, qui élimine les microorganismes.

I.6 Risque chimique et biologique d'eau souterraine et ses caractéristiques

Le risque hydrique survient de manière directe ou indirecte; dans le premier cas, il résulte d'un contact avec l'eau contaminée elle-même (eau usée, ressource, eaux de loisirs ou de boisson); dans le second cas, il survient par l'intermédiaire d'aliments ou d'air contaminés par une eau de qualité impropre: végétaux consommés crus, glaces, poissons, coquillages ou crustacés, aérosols d'eau chaude sanitaire ou de station de traitement des eaux (**Festy, et al, 2003**). Les contaminants hydriques sont essentiellement de nature biologique ou chimique (**OMS, 1994**) (**Vial et Festy, 1995**).

I.6.1 Risque microbien

Le risque hydrique microbien est de loin le plus évident à l'échelle mondiale. Pour l'essentiel, il se manifeste à court terme et il est d'origine «fécale». Dans les pays développés, il survient le plus souvent dans des circonstances accidentelles mais il revêt un aspect permanent et chronique dans nombre de pays en développement, du fait d'une maîtrise très insuffisante de la gestion des eaux résiduaires et d'alimentation (**Festy, et al, 2003**).

Le degré de gravité des atteintes pour la santé qui en résultent est très variable selon les cas, allant de gastro-entérites banales ou graves à des parasitoses (risque fécal en général), à des atteintes cutanées, pulmonaires, voire neuro-méningées. Le risque microbien et parasitaire est d'ailleurs fortement dépendant du statut immunitaire des individus (**Festy, et al, 2003**).

I.6.2 Risque chimique

le risque chimique peut être relié soit, le plus communément, à la contamination des ressources en eau (produits phytosanitaires, nitrates, solvants, hydrocarbures) (**Levallois et Phaneuf,**

1994) , soit au traitement de l'eau destinée à la consommation humaine (dérivés de l'aluminium utilisés comme coagulants (**Martyn et al, 1997**) sous-produits de la désinfection), soit encore à des altérations de l'eau en cours de distribution ou de stockage (plomb, hydrocarbures aromatiques polycycliques).

Il se manifeste parfois à court terme et de manière aiguë dans des circonstances accidentelles, mais le plus souvent de façon différée (**OMS, 1994**), comme pour certains cancers (arsenic) (**Festy, et al, 2003**).

À moyen terme, des maladies ont été décrites en relation avec le fluor (fluorose dentaire) ou les nitrates (méthémoglobinose) (**Festy, et al, 2003**).

À long terme, le rôle néfaste de macro constituants tels le sodium et la dureté, au niveau du risque cardio-vasculaire, n'a pas été confirmé. Par contre, certains micro-constituants sont réellement impliqués dans le risque hydrique, tels les métaux lourds (plomb, mercure, cadmium) et l'arsenic. Des doutes subsistent en termes de risque cancérigène pour diverses molécules organiques comme les produits phytosanitaires, les sous-produits (in)organiques de la désinfection, chloration en particulier (**Festy, et al, 2003**).

Tableau I : Caractéristiques des risques des eaux (Antoine, 2009)

Caractérisation des risques	Organismes	Maladies
Risque à court terme	Virus Bactéries Protozoaires	Paralyse, méningite, diarrhée Fièvre typhoïde/ paratyphoïde, Choléra, Gastro-entérite Amibiase, Giardiase, Gastro-entérites
Risque à moyen terme	Nitrates l'arsenic Fluor Plomb	Nitrosamines cancérigènes Risque cardio-vasculaire Carie dentaire
Risque à long terme	Éléments indésirables : Fer Zinc Manganèse Cuivre Éléments toxiques : Chrome Aluminium Sélénium Bromates	Sidérose, Cancer Artérioclose Parkinson, Embolies pulmonaires Domage aux reins Éruption cutanées Tremblements Irritation des muqueuse Domage au foie

I.7 Qualité d'eau

I.7.1 Qualité organoleptique

Les facteurs organoleptiques constituent souvent les facteurs d'alerte pour une pollution sans présenter, à coup sûr, un risque pour la santé (**Genoutdet, 2001**).

Ces différents caractères doivent être appréciés au moment du prélèvement : certaines odeurs

peuvent, par exemple, disparaître pendant le transport, ou l'aspect de l'échantillon se modifier au cours du stockage (apparition d'une coloration, de précipités, etc.) **(Rodier et al, 2009)**.

I.7.1.1 Couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances dissoutes, c'est-à-dire passant à travers un filtre de porosité égale à 0,45 µm. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelle et apparente sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité **(Rodier, 2005)**.

I.7.1.2 Odeur

L'odeur est l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles ; la qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces substances **(Rodier et al, 2009)**.

I.7.1.3 Goût

Le goût est l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche ; la propriété des produits provoquant ces sensations **(Rodier et al, 2009)**.

I.7.2 Qualité physico-chimique

I.7.2.1 Qualité physique

I.7.2.1.1 Température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique et dans la détermination du pH. De plus, la vitesse des réactions chimiques et biochimiques varie en fonction de la température de l'eau **(Rodier et al, 2009)**. En rapport avec les normes de potabilités de l'eau fixées par la norme algérienne la température d'eau est inférieure 25°C **(Rodier et al, 2009)**.

I.7.2.1.2 Potentiel d'hydrogène

Le potentiel hydrogène, noté pH, mesure l'activité chimique des ions hydrogènes en solution. En général, il est sans effet direct sur les consommateurs. Cependant, il fait partie des paramètres essentiels de contrôle de la qualité de l'eau. Car, il conditionne un large éventail d'équilibres physico-chimiques entre les gaz dissous (CO₂), les ions carbonates et bicarbonates (**Belghiti et al, 2013**). Le pH des eaux naturelles est principalement imposé par les équilibres des acides carboniques (**Rodier et al, 2009**).

I.7.2.1.3 Conductivité électrique

La conductivité électrique est la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique (**Bremaude et al, 2006**). Cette capacité dépend de plusieurs facteurs tels que la nature des ions présents et leur concentration totale (**Kudrinee, 2006**). La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm (**Rodier et al, 2009**).

I.7.2.1.4 Turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité de l'eau a pour origine la présence de matières en suspension (argile, limons, particules fibreuses ou organique, micro-organismes...), étant souvent lié à des phénomènes pluviométriques dans les eaux superficielles et dans certaines eaux souterraines (nappes peu profondes). La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre (**Joel, 2003**).

I.7.2.1.5 Salinité

La salinité totale d'une eau correspond à la somme des cations et des anions présents exprimée en mg/l. Elle est définie comme la somme des matières solides en solution contenues dans une eau, après conversion des carbonates en oxyde, après oxydation de toutes les matières organiques et après remplacement des iodures et bromures par une quantité équivalente de chlorure (**Bentekhici et Zebbar, 2008**).

I.7.2.1.7 Résidu Sec (RS)

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 (**Khelili et Lazali , 2015**).

I.7.2.2 Qualité chimique

I.7.2.2.1 Chlorures

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). Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux (**Makhoukh, 2011**).

I.7.2.2.2 Nitrates

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux provenant en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3 mg /L dans les eaux superficielles et quelques mg/L dans les eaux souterraines (**Khelili et Lazali, 2015**). La quantité des nitrates maximale admissible est fixée de 50 mg/L (**Coulais, 2002**).

I.7.2.2.3 Sulfate

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/L, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg / L) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé (**Abibsi, 2011**).

I.7.2.2.4 Ammonium (NH₄⁺)

L'ammonium dans l'eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. L'ammonium provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. C'est donc un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel (**Rodier, 2005**).

I.7.2.2.5 Magnésium (Mg²⁺)

Le magnésium est plus abondant après le calcium par rapport au sodium et au potassium. Le Magnésium peut avoir deux gaines : Les calcaires dolomitiques qui libèrent le magnésium par dissolution, en présence du gaz carbonique. La dissolution du MgSO₄ des terrains gypseux du Trias situés au Sud (**Sahraoui, 2015**).

I.7.2.2.5 Calcium (Ca²⁺)

Le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables les eaux de bonne qualité renferment de 250 à 350 mg/l les eaux qui dépassent les 500 mg/l présente de sérieux inconvénient pour les usages domestique et pour l'alimentation des chaudières (**Joel, 2003**).

I.7.3 Qualité microbiologique :

I.7.3.1 Les germes totaux

Sa recherche vise à dénombrer non spécifiquement le plus grand nombre de microorganismes, le dénombrement des bactéries aérobies à 22°C et 37°C s'effectue dans La gélose glucosée à l'extrait de levure ou PCA (**Rodier, 2005**).

La charge mésophile totale n'est pas un paramètre d'appréciation de la qualité bactériologique mais quand même peut nous renseigner sur le degré de potabilité des eaux et tous produits alimentaires. Ainsi, ils renseignent sur le degré de protection des nappes souterraines d'où provient l'eau à analyser (**Rodier, 2005**).

I.7. 3.2 Bactéries indicatrices spécifiques de pollution fécale (Indicateurs fécale)

Ces bactéries ont été choisies parce qu'elles sont présentes en grand nombre dans les selles des animaux à sang chaud qui sont des sources fréquentes de contamination assez grave, qu'elles sont détectables facilement. Trois indicateurs sont à noter : les Coliformes totaux, Coliformes fécaux, et Les streptocoques fécaux (**Dahel, 2009**).

I.7.3.2.1. Les coliformes totaux

Les coliformes appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae. Le terme « coliforme » correspond à des organismes en bâtonnets, non sporulés, Gram-négatifs, oxydase négatif, aérobies ou anaérobies facultatif, capable de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 heures à des températures comprises entre 35 et 37 °C (**Rodier, 2005**).

I.7.3.2.2. Les coliformes fécaux

Les « coliformes fécaux » correspondent aux coliformes qui présentent les mêmes propriétés des coliformes) après incubation à une température de 44°C (Rodier et al, 2009). Ils sont des bio-indicateurs de contamination fécale au même titre que les streptocoques fécaux et les Clostridium sulfito-réducteurs (Nola et al, 1998).. Cependant, (Verhille, 2013) rapporte que la détermination des coliformes fécaux dans une eau ne fournit pas trop de spécificité quant à l'origine de la contamination fécale de l'eau.

I.7.3.2.3. Les streptocoques fécaux

Ce sont des bactéries sphériques groupées en paires ou en chaînes, Gram positif, catalase négatif et anaérobies facultatives. Ce groupe est divisé en deux sous-groupes : *Enterococcus* et *Streptococcus*. Ce sont les streptocoques possédant une substance antigénique caractéristique du groupe D de Lancefield (Rodier, 2005).

I.7.3.3. Les Clostridium sulfito-réducteurs

Ce sont des bactéries à Gram positif mesurant 4 à 6µm de long et 1 à 2µm de large produisant des spores dont le plus caractéristique est Clostridium perfringens. Elles font partie de la flore tellurique naturelle, aussi bien que dans les matières fécales humaines et animales. C'est pourquoi, leur utilisation en tant qu'indicateurs de contamination fécale d'une eau n'est pas très spécifique (Maiga 2005). L'intérêt de la recherche de tels indicateurs réside dans la propriété de sporuler, ce qui les rend particulièrement résistant aux traitements de désinfection (Hélène, 2000).

I.7.3.4. Staphylocoque aureus

Les bactéries du genre Staphylococcus sont des coques (cocci) à Gram positif, groupés en amas ayant la forme de grappes de raisin, immobiles, non sporulés, catalase positive et oxydase négative (Bougattoucha et Boudelaa 2010). Elle a une forme sphérique les bactéries d'environ 1 µm de diamètre (Khelili et Lazali, 2015).

I.7.3.5 Pseudomonas aeruginosa

Bactérie qui aime l'eau, très mobile, se développe sans oxygène, vit dans les sols et en milieu humide. Il cause des infections (de l'œil, des plaies, urinaires, pulmonaires), méningites, septicémies (**Odalous, 2007**).

I.8 Stratégie de l'évaluation de qualité microbiologique de contrôle (Indicateurs de contamination fécale)

Dans les eaux de boisson, on ne se limite qu'à la recherche d'un groupe d'indicateurs, celui des bactéries indicatrices de contamination fécale pour la survie dans le milieu naturel, de rétention et de traitement biocide pour la désinfection chimique ou les traitements par rayonnements ultraviolets (coliformes fécaux, ou *Escherichia coli*, streptocoques fécaux)(**Antoine, 2009**).

Le témoin de pollution doit être mesurable avec un maximum de garanties, présenter une certaine résistance aux influences extérieures, notamment aux désinfectants les plus courants, de façon que le plus résistant, le plus réfractaire soit susceptible d'être présent en quantité suffisante pour constituer un risque (**Antoine, 2009**).

Les témoins de pollution fécale doivent être détectés et dénombrés grâce à des méthodes d'analyse simples, à la portée de tout laboratoire d'analyse. Ces méthodes sont souhaitées peu coûteuses. Il sera fait un choix de techniques aussi simples que possible, jouissant toutefois d'une spécificité élevée (**Antoine, 2009**).

D'après **Antoine 2009**, Il s'agit :

– des coliformes thermotolérants qui ont été remplacés par *Escherichia coli*, car il existe aujourd'hui des méthodes à la portée de tous les laboratoires pour les identifier (0/100 mL).

Escherichia coli est un réel témoin de contamination fécale alors que pour les coliformes thermotolérants certains ne l'étaient pas ;

– des streptocoques fécaux devenus entérocoques intestinaux (0/100 mL).

CHAPITRE II : Eau minérale naturelle et eau de source

II.1 Eau minérale naturelle

II.1.1 Définition

Selon le **Décret exécutif no° 04-196 du 15 juillet 2004, relatif à l'exploitation et la protection des eaux minérales naturelles et des eaux de sources. JORA) [53]**

une **Eau minérale naturelle est** Une eau microbiologiquement saine provenant d'une nappe ou d'un gisement souterrain, exploitée à partir d'une ou plusieurs émergences naturelles ou forées, à proximité desquelles elle est conditionnée.

Elle se distingue nettement des autres eaux destinées à la consommation humaine par sa nature caractérisée par sa pureté, et par sa teneur spécifique en sels minéraux, oligo-éléments ou autres constituants. Ces caractéristiques sont appréciées sur les plans :

- géologique et hydrogéologique,
- physique, chimique et physico-chimique,
- microbiologique,
- pharmacologique.

Ces eaux minérales naturelles peuvent posséder des propriétés thérapeutiques favorables à la santé humaine.

II.1.2 Classification des eaux minérales naturelles

Selon (**Décret exécutif no 04-196 du 15 juillet 2004, JORA) [53]**. Les eaux minérales naturelles sont classées en :

1.2.1 Eau minérale naturelle non gazeuse :

L'eau minérale naturelle non gazeuse est une eau minérale naturelle qui, à l'état naturel et après traitement éventuel autorisé et conditionnement, ne contient pas de gaz carbonique libre en proportion supérieure à la quantité nécessaire pour maintenir dissous les sels hydrogéné-carbonatés présents dans l'eau.

1.2.2 Eau minérale naturelle naturellement gazeuse :

L'eau minérale naturelle naturellement gazeuse est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz est, après traitement éventuel autorisé et conditionnement, la même qu'à l'émergence compte tenu des tolérances techniques usuelles.

1.2.3 Eau minérale naturelle dégazéifiée :

L'eau minérale naturelle dégazéifiée est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique, après traitement éventuel autorisé et conditionnement, n'est pas la même qu'à l'émergence.

1.2.4 Eau minérale naturelle renforcée au gaz carbonique de la source :

L'eau minérale naturelle renforcée au gaz carbonique de la source est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique, après traitement éventuel autorisé et conditionnement, n'est pas la même qu'à l'émergence et qui fait l'objet d'adjonction en gaz carbonique émanant de la source.

1.2.5 Eau minérale naturelle gazéifiée :

L'eau minérale naturelle gazéifiée est une eau minérale naturelle rendue gazeuse, après traitement éventuel autorisé et conditionnement, par addition de gaz carbonique d'autre provenance.

II.2 Eau de source

II.2.1 Définition

Selon (**Décret exécutif no 04-196 du 15 juillet 2004, JORA**) [53]

Une eau de source est une eau d'origine exclusivement souterraine, apte à la consommation humaine microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution.

II.2.2 Classification des eaux de source

Selon (**Décret exécutif no 04-196 du 15 juillet 2004, JORA**) [53]

2.2.1 Eau de source :

L'eau de source est une eau de source introduite au lieu de son émergence, telle qu'elle sort du sol, sous réserve des traitements éventuels autorisés conformément aux dispositions de l'article 4 ci-après, dans des récipients de livraison au consommateur ou dans des canalisations l'amenant directement dans ces récipients.

2.2.2. Eau de source gazéifiée :

L'eau de source gazéifiée désigne une eau de source qui, sous réserve des traitements éventuels autorisés conformément aux dispositions de l'article 4 ci-après, est rendue effervescente par addition de gaz carbonique.

II.3 Critères de qualité Eau minérales et Eau source

Tableau II : Comparaison des indicateurs de qualité des eaux de sources (Arrêté interministériel du 23 octobre 2014 JORADP et Directive 98/83/CE.1998)

Valeur maximale admissible selon les normes				
Caractéristiques	Symbole	Unités	JORADP 2014	Directive Européenne
Caractéristiques organoleptiques				
Couleur		mg/l de platine (en référence à l'échelle platine/cobalt)	25	Acceptable pour les consommateurs et aucun changement anormal
Odeur à 25°C		-	niveau 4	Acceptable pour les consommateurs et aucun changement anormal
Saveur à 25°C		-	niveau 4	Acceptable pour les consommateurs et aucun changement anormal
Turbidité		Unité JAKSON	2	Acceptable pour les consommateurs et aucun changement anormal
Caractéristiques physico-chimiques				
pH	-	Unité pH	6,5 à 8,5	6,5 à 9,5
Conductivité à 20°C	-	µs/cm	2800	2500
Dureté	Ca CO ₃	mg/l	100 à 500	-
Chlorures	Cl ⁻	mg/l	Maximum 500	250
Sulfates	SO ₄ ⁻⁻	mg/l	Maximum 400	250
Magnésium	Mg ⁺⁺	mg/l	Maximum 150	50
Sodium	Na ⁺	mg/l	Maximum 200	200
Potassium	K ⁺	mg/l	Maximum 20	12
Aluminium total	Al	mg/l	Maximum 0,2	0,2
Oxydabilité au	O ₂	mg/l	Minimum 3	5

permanganate de potassium				
Résidus secs après dessiccation à 180°C	-	mg/l	Maximum 2000	-
Substances indésirables				
Nitrates	NO ₃	mg/l	Maximum 50	50
Nitrites	NO ₂	mg/l	Maximum 0,1	0,5
Ammonium	NH ₄	mg/l	0,5	0,5
Fer	Fe	mg/l	0,3	0,2
Manganèse	Mn	mg/l	Max 0,5	0,05
Cuivre	Cu	mg/l	Max 1,5	2
Zinc	Zn	mg/l	Max 5	3
Argent	Ag	mg/l	Max 0,05	0,01
Fluorures	F	mg/l	Maximum 2	1,5
Azote	N	mg/l	1	1
Substances toxiques				
Arsenic	As	µg/l	Max 10	0,01
Cadmium	Cd	µg/l	Max 5	0,005
Cyanure	Cn	µg/l	50	0,05
Chrome	Cr	µg/l	50	0,05
Mercure	Hg	µg/l	1	0,001
Plomb	Pb	µg/l	10	0,01
Sélénium	Se	µg/l	10	0,01
Benzo (3,4) pyrène	-	µg/l	0,2	0,01
Hydrocarbures polycycliques aromatique	-	µg/l	6	0,1

Tableau III : comparaison des indicateurs de qualité des eaux minérales naturelles (Directive 2003/40/CE et L'arrêté interministériel du 23 octobre 2014 et Normes Codex stan 108-1981)

Caractéristiques	Concentration maximale admissible selon les normes (mg/l)			
	Symbole	JORADP 2014	(Directive Européennes 2003/40/ CE	Normes codex Stand 108-1981)
Substances toxiques et indésirables				
Antimoine	Sb	0,01mg/l	0,005	0,005
Arsenic	As	0,05	0,01	0,01
Baryum	Ba	0,7mg/l	1	0,7
Borates	BO ₃	5	5	5
Cadmium	Cd	0,003	0,003	0,003
Chrome	Cr	0,05	0,05	0,05
Cuivre	Cu	1	1	1
Cyanure	Cn	0,07	0,07	0,07
Fluorure	F	5	5	1-1,5
Plomb	Pb	0,01	0,01	0,01
Manganèse	Mn	0,4mg/l	0,5	0,4
Mercure	Hg	0,001	0,001	0,001
Nickel	Ni	0,02	0,02	0,02
Nitrates	NO ₃	50	50	50
Nitrites	NO ₂	0,1mg/l	0,1	0,1
Sélénium	Se	0,01mg/l.	0,01	0,01

CHAPITRE III : Cadre réglementaire des eaux minérales naturelles et des eaux de source

III.1 Évolution de la réglementation algérienne des eaux

Le changement de la législation s'est effectué par une adaptation aux lois et aux exigences de l'économie de marché. La première loi promulguée par les pouvoirs publics pour réglementer le secteur de l'eau (Loi no 83-17, 1983) a été amendé une première fois en 1996 (Ordonnance no 96-13, 1996), puis en 2005 (Loi no 5-12,) instituant ainsi une nouvelle politique, relative à l'eau, adaptée au passage à l'économie de marché. Cette orientation a permis notamment la privatisation d'un grand nombre d'unités composant le tissu industriel de l'eau conditionnée en l'Algérie (**Hazzab, 2011**).

En parallèle au processus de privatisation qui a touché un grand nombre d'unités de production et de commercialisation des eaux minérales embouteillées, les mesures réglementaires mises en place pour favoriser l'investissement (Ordonnance no 01-03, 2001) ont permis l'implantation, à travers l'ensemble du territoire national, d'un grand nombre d'unités d'exploitation et de production des eaux minérales et de sources embouteillées. (**Hazzab, 2011**).

La législation appliquée en Algérie jusqu'à juillet 2004, en matière d'exploitation et de production des eaux conditionnées, a engendré une situation de non contrôle et de confusion, notamment en matière de qualité (**Hazzab, 2011**).

Cette situation a poussé les pouvoirs publics à adopter une série de textes relatifs à l'exploitation et à la protection des eaux minérales naturelles et des eaux de sources embouteillées (**Hazzab, 2011**).

Le décret exécutif n° 04-196 publié le 15 juillet 2004 relatif à l'exploitation et la protection des eaux minérales naturelles et des eaux de source consacre la définition des eaux minérales et de source dans leurs différentes variantes (gazéifiée ou pas) et définit les modalités de leur exploitation et de leur protection.

L'arrêté interministériel du 22 janvier 2006 fixe les proportions d'éléments contenus dans les eaux minérales naturelles et les eaux de source ainsi que les conditions de leur traitement ou des adjonctions autorisées.

Un décret exécutif (n°11-219 du 12 juin 2011) fixe les objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau des populations et les différencie des eaux minérales et de source.

Un décret exécutif n°14-96 du 2 Joumada El Oula 1435 correspondant au 4 mars 2014 modifiant et complétant le décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine.

L'arrêté interministériel du 29 Dhou El Hidja 1435 correspondant au 23 octobre 2014 modifiant et complétant l'arrêté interministériel du 22 Dhou El Hidja 1426 correspondant au 22 janvier 2006 fixant les proportions d'éléments contenus dans les eaux minérales naturelles et les eaux de source ainsi que les conditions de leur traitement ou les adjonctions autorisées.

Un arrêté interministériel du 2 Moharram 1438 correspondant au 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires.

un décret exécutif n° 16-271 du 29 Moharram 1438 correspondant au 31 octobre 2016 fixant les modalités d'application de la redevance due en raison de l'usage à titre onéreux du domaine public hydraulique pour les eaux minérales et les eaux de source.

Cet arsenal juridique démontre l'intérêt qu'accordent les autorités publiques à la qualité, le respect de l'environnement, l'hygiène de vie des populations par l'institution des contrôles requis. Les limites arrêtées pour chaque caractéristique physique, physico-chimique et microbiologique sont ainsi déterminées conformément aux recommandations des autorités sanitaires internationales et à celles des pays ayant une expérience avérée dans le traitement et la commercialisation des eaux : présence d'oligoéléments, de contaminants, de substances indésirables (nitrates, nitrites, ammonium, fluor, hydrogène sulfuré,...), caractéristiques organoleptiques (odeur, saveur, turbidité), physico-chimiques (celles qui sont mises sur les étiquettes), toxiques (arsenic, cadmium, cyanure, mercure, plomb,...). Les teneurs limites en micro-organismes sont aussi définies (coliformes, streptocoques, anaérobies sporulés, etc.) **(Hélène, 2000).**

III.2 Cadre réglementaire de l'exploitation des eaux minérales en Algérie

Conformément aux dispositions des derniers textes adoptés (Arrêté interministériel du 22 janvier 2006), (Décret exécutif no 04-196 du 15 juillet 2004), (Décret exécutif n° 16-271 du 29 Moharram 1438 correspondant au 31 octobre 2016 fixant les modalités d'application de la redevance due en raison de l'usage à titre onéreux du domaine public hydraulique pour les eaux minérales et les eaux de source) (**Voir Annexe I**) l'autorisation des pouvoirs publics centraux est devenue incontournable pour l'exploitation, la production et la commercialisation des eaux minérales et des eaux de sources. Auparavant, et en application du décret relatif à la concession des travaux de recherche et de captage d'eau (Décret no 86-227 du 2 Septembre 1986), cette autorisation s'effectuait au niveau local (**Hazzab, 2011**).

Avec les nouveaux textes, cette démarche n'est devenue qu'une étape pour l'obtention de l'autorisation d'exploitation. Celle-ci est désormais subordonnée à l'étude et à l'analyse de la nature de l'eau à exploiter, aux études environnementales et aux études d'impacts, rendues obligatoires par la nouvelle réglementation. Ces études sont suffisantes pour l'appellation eau de source. La dénomination d'eau minérale n'est toutefois accordée qu'après un suivi rigoureux de la qualité de l'eau produite. Ce suivi est réalisé pour une période d'une année et doit prouver la stabilité des caractéristiques physico-chimiques de l'eau mise en exploitation. Quant à la commercialisation du produit conditionné, elle est subordonnée au respect d'un nouvel étiquetage qui comporte obligatoirement l'indication des éléments contenus dans les eaux commercialisées. Ces précautions réglementaires visent à protéger le consommateur et à l'aider dans son choix d'une eau minérale appropriée selon le goût et éventuellement les vertus thérapeutiques recherchées (**Hazzab, 2011**).

III.3 Réglementation de contrôle de qualité bactériologique des eaux minérales naturelle et eaux de source

Selon le décret n° 04-196 du 15 juillet 2004, JORA et L'Arrêté interministériel du 22 janvier 2006 [59] et L'Arrêté interministériel du 23 octobre 2014 modifiant et complétant l'arrêté interministériel du 22 janvier 2006

Les analyses de contrôle de qualité bactériologique des eaux minérales naturelle et eaux de source portent sur des Échantillons prélevés au point d'émergence qui correspondent aux phases suivantes :

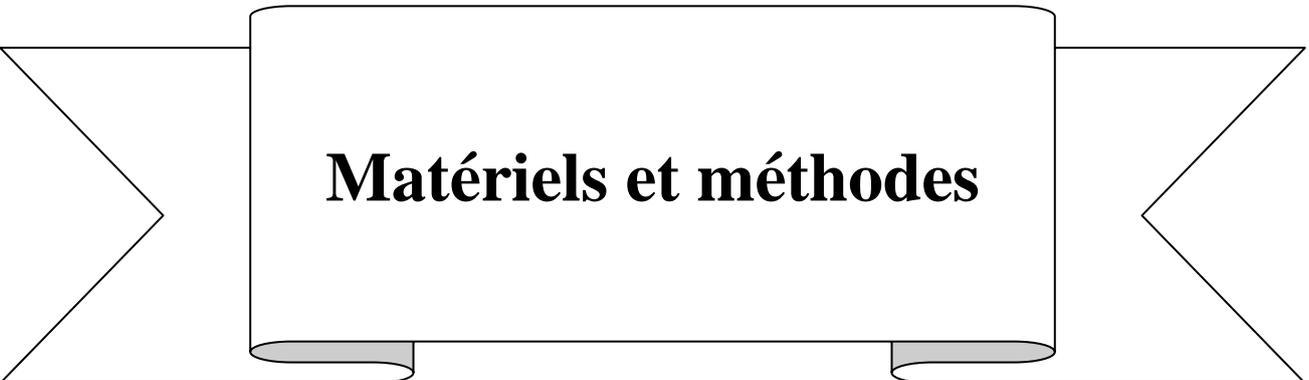
En phase de reconnaissance : Des analyses concernant tous les paramètres microbiologiques doivent être effectuées durant une campagne avec deux périodes différentes, une en avril, mai et l'autre en septembre, octobre.

En phase de concession : Les analyses visent à vérifier les caractéristiques de qualité des eaux de source conformément aux spécifications des annexes II.

A l'émergence : ces valeurs visées à l'article 5 ne doivent pas dépasser respectivement :

- 20 par ml à 20°C à 22°C en 72 h sur agar- agar ou mélange agar-gélatine.
- 5 par ml à 37°C en 24h sur agar-agar ou mélange agar-gélatine étant entendu que ces valeurs doivent être considérées comme des nombres guides et non comme des concentrations maximales.

Après l'embouteillage : la teneur totale en micro-organismes revivifiables ne peut dépasser 100 par ml à 20-22 °C en 72 heures sur agar-agar ou agar- gélatine et 20 par ml à 37°C en 24 heures sur agar ñ agar. Cette teneur doit être mesurée dans les 12 heures suivant l'embouteillage, l'eau étant maintenue à 4°C plus ou moins 1°C pendant cette période de 12 heures.



Matériels et méthodes

I. Objectif de travail

Notre travail consiste à analyser la qualité bactériologique des eaux de forages et des eaux embouteillées «produits finis» durant la période de stage effectué au laboratoire de bactériologie des aliments, des eaux et de l'environnement. Les eaux de forages sont contrôlées sous l'objectif de l'évaluation de la qualité bactériologique des eaux déjà autorisées ou pour l'obtention d'une autorisation de l'exploitation de ces eaux.

II. Présentation du Laboratoire

Cette étude a été effectuée au niveau de L'institut Pasteur d'Algérie (IPA) de Dely Brahim au sein du Laboratoire de bactériologie des eaux et des aliments du 02/04/2022 au 30/05/2022 L'institut Pasteur d'Algérie fut créé en 1894, à l'initiative des docteurs Baptiste Paulin Trolars et Henry Soulif. Cet institut fait partie actuellement du Réseau Pasteur Network, dont la coordination est assurée par l'institut Pasteur de Paris.

Le Laboratoire de bactériologie des eaux et des aliments au sein de l'institut Pasteur a pour tâches principales. L'analyses des différents types d'eaux et d'aliments et environnement : surface, air... et prestation de service comprenant l'analyse demandée par des services vétérinaires officiels, les inspections programmées, avec plans de surveillance adaptés à la restauration collective (TIAC), ainsi que les analyses de contrôle bactériologique pour l'industriel englobant le plan de maîtrise sanitaire (PMS) avec HACCP pour le contrôle de surfaces, de matières premières en cours de fabrication et produits finis.

Pour notre stage de fin d'étude, nous nous sommes intéressée faire un contrôle bactériologique des eaux minérales naturelles et des eaux de sources et la recherche et le dénombrement des germes pathogènes. Et indicateurs de contaminations conformément à la réglementation.

III. Échantillonnage

Le prélèvement présente une étape très importante lors d'une analyse bactériologique d'une eau. Cependant de bons résultats ne peuvent être prononcés que si les échantillons ont été correctement prélevés, c'est-à-dire de façon à représenter le plus exactement le milieu d'où proviennent l'eau et les règles d'asepsie..

Les modes opératoires du prélèvement varient suivant la source d'eau : Dans le cas des eaux distribuées par canalisation.

Le prélèvement se fait à partir d'un robinet, la manipulation s'effectue comme suit :

- Se laver soigneusement les mains et les avant-bras, les rincer à l'alcool, laisser sécher.
- On prend un pince en fer enrobée de coton et d'alcool, flamber énergiquement l'orifice du robinet et pendant 1 minute.

- Ouvrir le robinet et laisser couler 2 à 3 minutes pour refroidir avant de faire le prélèvement. Il est souhaitable de garder la flamme au-dessus du robinet.
- Prendre le flacon et remplir avec l'échantillon ne pas remplir entièrement, laisser O₂ pour ne pas suffoquer les germe. Flamber une deuxième fois le goulot et bien fermer, renvelopper le bouchon de papier aluminium.
- Étiqueter le prélèvement et inscrire sur un cahier.

II.1 Transport des échantillons au laboratoire

La teneur initiale en germes de l'eau peut être modifiée dans la bouteille après la collecte. C'est pourquoi toute analyse doit être faite le plus rapidement possible. Si le temps de transport dépasse 1 heure et que la température extérieure est supérieure à 10 °C, les échantillons doivent être placés dans des glacières dont la température est comprise entre 4 et 6°C). Pour le délai des analyses, selon la norme ISO 19458/2006: le plus bref possible, de préférence le même jour.

Après avoir effectué l'analyse, il est recommandé de placer le reste de l'échantillon non utilisé au réfrigérateur. Il peut arriver que les premières lectures bactériologiques, 24 ou 48 heures après l'ensemencement, donnent des résultats inattendus, incitant à vérifier l'analyse.

III. Matériels et méthodes

III.1 Test de chlore

La méthode la plus rapide et la plus facile pour tester la présence de chlore résiduel est le test DPD (diethyl paraphenylene diamine) en utilisant un comparateur colorimétrique. Une pastille de DPD est ajoutée à un échantillon d'eau, et teint l'eau en rose. L'intensité de la couleur est comparée visuellement à celle d'une échelle de couleur afin de déterminer la concentration en chlore.

L'apparition d'une couleur rose est une indication de présence de chlore dans l'échantillon, et la réglementation algérienne interdit tout traitement du chlore.



Figure 03 : Test chimique de chlore

III.2 Analyses bactériologique

Pour l'analyse bactériologique des eaux minérales et eaux de source on utilise la méthode de la membrane filtrante et aussi la méthode incorporation en milieu gélosé : pour les Anaérobies sulfite réducteurs ASR.

A. Méthode de filtration membranaire

Cette technique consiste à faire passer l'échantillon d'eau à analyser à travers un filtre dont les pores ont un diamètre de $0,45\mu\text{m}$, ou $0,22$ pour les spores les micro-organismes sont plus gros pour passer et sont donc retenus par le filtre. Pour cela on utilise l'aspiration du liquide en créant par exemple une enceinte dépressurisée de l'autre côté du filtre, Ensuite le filtre ayant servi à retenir les micro-organismes est déposé sur un milieu de culture solide ou liquide afin de permettre la multiplication des germes, ceci dans le but de procéder à leur dénombrement ou enrichissement et à leur identification.

• Mode opératoire

- Stériliser l'entonnoir gradué et la plaque poreuse avec un brûleur de Bunsen ou déjà autoclavés ou entonnoir en plastique stérile à usage unique
 - Laisser refroidir
 - Déposer une membrane (un filtre) de son emballage à l'aide de pince stérile (flambée et refroidir).
 - La poser sur la plaque poreuse de la rampe de filtration.

Déposer l'entonnoir

- Agiter soigneusement le flacon d'eau à analyser.
- Verser stérilement la quantité d'eau désirée (250 ml pour une eau minérale)
 - Actionner la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane.
- Dès que la membrane paraît sèche retirer l'entonnoir et transférer immédiatement et aseptiquement le filtre à l'aide d'une pince stérile sur la surface d'une plaque de gélose ou bouillon approprié dans une boîte pétri.

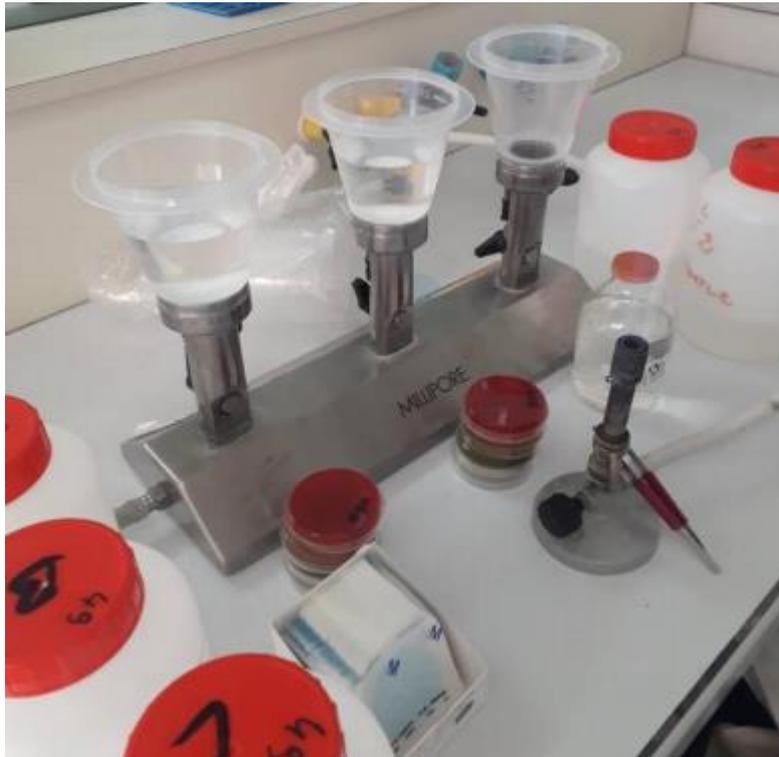


Figure 04 : la méthode de filtration membranaire, rampe de filtration

III.1.1 Recherche et dénombrement des coliformes (ISO 9308, 1990)

• Mode opératoire

Après la filtration de l'eau à analyser, la filtre est déposée sur un milieu gélosé approprié TTC Tergite. Ceci permet aux coliformes se développer préférentiellement au cours d'une incubation à 36 ± 2 °C pendant 21 ± 3 heures. Cette boîte sera utilisée pour compter les Bactéries coliformes et sous un aspect suffisamment caractéristique pour autoriser un diagnostic présomptif. Celui-ci peut d'ailleurs être confirmé par des tests biochimiques complémentaires.

• La lecture

Après 24 heures d'incubation. Toutes les colonies sous forme de petites colonies pigmentées jaune-orange ou jaune (Lactose Positif) sont comptées puis repiquer sur le milieu TSI Trois sucres et fer .

Pour le milieu TSI inoculer la colonie isolée à l'aide d'une pipette pasteur stérile à la fois en stries à la surface de l'agar (plan incliné) et par piqure centrale sur toute la profondeur du tube, Ensuite incubé à 37 C° pendant 24h

Remarque : Les tubes de TSI présentant un virage au jaune sont lactose positif

Test d'oxydase

D'abord on réalise un repiquage sur gélose nutritive GN et incubé 24h 36 °c

Prendre une colonie caractéristique à partir la boîte de GN et la Déposer sur une oxydase disque. La réaction positive est immédiate et se traduit par un virage violet foncé Elles sont considérés comme étant positif c'est-à -dire présence de coliforme totaux : les lactoses +, oxydase -



Figure 05 : Dénombrement des coliformes

III.1.2 Recherche et dénombrement des E. Coli

Principe : est basé sur un Test d'indole pour les colonies déjà identifiées comme coliformes

- Transférer chaque colonie d'après le tube TSI caractéristique séparément dans un tube contenant 3 ml de tryptophane ou d'eau péptonée sans indole.
- Incuber à 45°C pendant 24 heures.
- Recherchez la production d'indole en ajoutant 2 à 3 gouttes de réactif de Kovacs.
- **Lecture :** Apparition d'un anneau rouge reflète la production d'indole .C'est –à-dire présence d'E-Coli.

Germe	Lactose	Test d'oxydase	Test d'Indole
Coliformes Totaux	+	(-)	(-)
<i>Escherichia Coli</i>	+	(-)	(+)

III.1.3 Recherche et dénombrement des Streptocoque fécaux (ISO 7899, 2000)

• Principe

Après filtration sur la membrane de cellulose, celle-ci est appliquée sur un support nutritif contenant des substances inhibitrices qui laissent se développer préférentiellement les colonies de streptocoques fécaux.

• Mode opératoire

- Filtrer 250ml d'eau selon la technique de filtration membranaire. Le milieu sélectif utilisé dans ce cas est le milieu de **Slanetz**.
- Après filtration, les membranes sont disposées sur le milieu puis incubé à 37°C pendant 48 heures. (Test présomptif).

- Les colonies roses ou marron avec un diamètre de 0,5 à 2 mm seraient les streptocoques fécaux.
- Pour la confirmation (test confirmatif), transférer la membrane sur bile esculine agar BEA, incubé à 44°C.

• La lecture

Se fait après 2 à 3 heures. La présence de noircissement confirme que c'est des streptocoques fécaux. Toutes ces colonies sont comptées puis consignée sur registre.

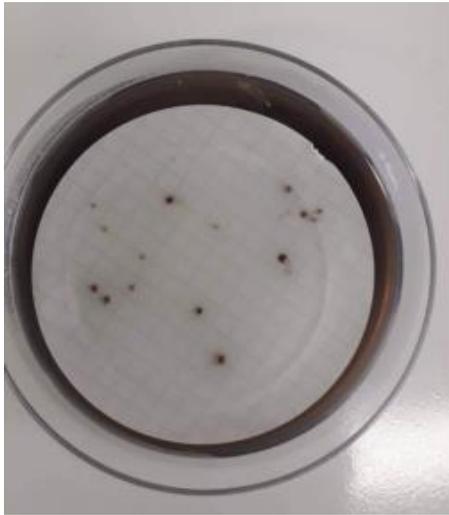


Figure 06 : Dénombrement des Streptocoques fécaux

III.1.4 Recherche et dénombrement des Staphylocoques

Principe : est basé sur la recherche des staphylocoques à coagulase positive, autrement dites *Staphylococcus aureus*

Mode opératoire

- Filtrer 250ml d'eau selon la technique de filtration membranaire. Le milieu utilisé dans ce cas est la gélose **Chapman au mannitol**
- Après filtration, les membranes sont disposées sur le milieu puis incubé à 37°C pendant 48 heures.

Lecture

Après la période d'incubation, Les staphylocoques coagulase positive ou plus

particulièrement *Staphylococcus aureus*, apparaissent sous forme de petites colonies pigmentées en jaune (fermentation du mannitol).

- Prendre 3 à 5 colonies, et les triturées dans un tube contenant du bouillon BHIB et incubé à 37°C pendant 24 heures.

Test de catalase

- Placer séparément une goutte d'une solution de peroxyde d'hydrogène de 20 volumes sur une boîte pétri vide
- Prendre une colonie avec une (pipette Pasteur) et doucement émulsionnez-la dans la goutte.
- Observer immédiatement et après 5 minutes l'apparition de bulles d'oxygène (catalase positive) ou l'absence (catalase négative).

Test oxydase : Réaliser un repiquage sur Gélose Nutritive GN et faire le test d'oxydase

Test de coagulase

- Après incubation du bouillon BHIB, ajouter 0,1 ml de cette culture stérile à 0,3 ml de plasma de lapin contenu dans un tube d'hémolyse stérile et incubé à nouveau à 37 ° C pendant 24 heures.
- Examiner la coagulation du plasma de lapin
- La réaction de la coagulase est positive lorsque le coagulum occupe plus des trois quarts du volume initialement occupé par le liquide.

	Test oxydase	Test de catalase	Test de coagulase
<i>Staphylococcus aureus</i>	(-)	(+)	(+)

III.1.4 Recherche et dénombrement de *Pseudomonas aeruginosa*

Principe : Le genre *Pseudomonas* est fait de bacilles Gram négative, droit en fins, aux extrémités arrondis, mobiles à ciliature polaire, aérobies stricts, oxydase positive.

Pseudomonas aeruginosa est mésophile tandis que la majorité des espèces sont psychotropes (Nauciel et Jean-Louisa, 2005)

Mode opératoire

- Filtrer 250ml d'eau selon la technique de filtration membranaire. Le milieu utilisé dans ce cas est la gélose **Cetrimide**.
- Après filtration, les membranes sont disposées sur le milieu puis incubé à 37°C pendant 48 heures.

Lecture

- Après l'incubation, les colonies pigmentées en vert bleu sont considérées comme des colonies de *Pseudomonas aeruginosa*.

Les colonies non pigmentées sont repiquées sur Gélose Nutritive pour le test d'oxydase puis identifiées

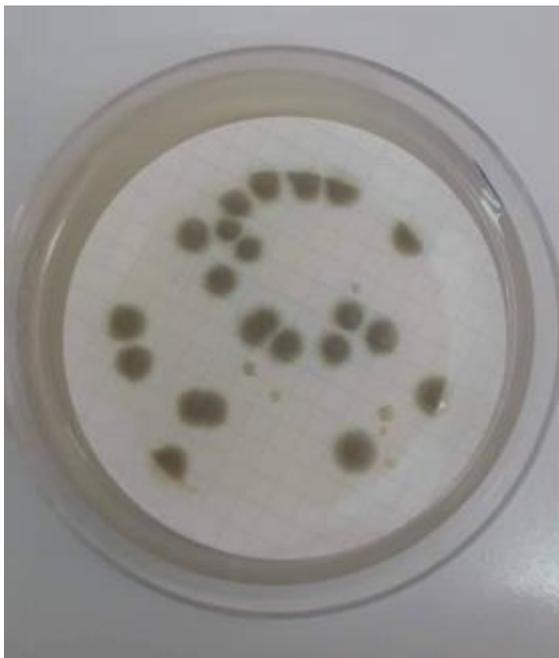


Figure 07 : Dénombrement de *Pseudomonas aeruginosa*

Identification

- Faire une identification biochimique des colonies suspects *Pseudomonas aeruginosa* sur Galerie Api 20NE
- Milieu King B, test acétamide

III.1.5 Recherche et dénombrement de Salmonelle

• Mode opératoire

a. Pré-enrichissement

- Filtrer de 500ml de l'eau à analyser dans la filtration membranaire, le filtre est ensuite placé dans un flacon contenant l'eau péptonée tamponnée
- Incuber à 37 °C pendant 24 à 48 heures

b. Enrichissement

- Après incubation, effectuer un enrichissement en transférant 1 ml du pré-enrichissement au milieu SFB dans le tube double concentration = D / C ou Simple concentration = S / C.
- Bien mélanger le milieu avec l'inoculum et incuber à 37 °C pendant 24 heures.

c. Isolement

- Après incubation, isoler sur milieu Hektoen et incuber à 37°C pendant 24 heures.

Lecture et interprétation

- Identifier les colonies caractéristiques de couleur gris bleu à centre noir.
- Faire une identification biochimique principalement basée sur Ensemencement sur TSI, Galerie Api 20^E.

III.1.6 Recherche et dénombrement des spores Anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)

• Mode opératoire

- Transférer environ 50 ml d'eau à analyser dans des tubes stériles (5 tubes différents pour chaque échantillon)
- Chauffer les tubes dans un bain d'eau d'environ 80 ° C de 10 minutes, afin de détruire toutes les formes végétatives pouvant être présentes.
 - Refroidir immédiatement sous l'eau courante.
- Compléter le tube entièrement avec gélose Viande de foie (VF) et éviter l'introduction de bulles d'air et d'oxygène.
- Laisser solidifier à température ambiante pendant environ 30 minutes puis incuber à 37°C pendant 48 heures.



Figure 08 : Dénombrement des Anaérobie sulfite réducteurs

- **La lecture**

La lecture aura lieu à 16, 24 et 48 heures.

- Compter toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre après incubation et indiquer le nombre total de colonies dans les 5 tubes à. Pour les 50 ml à analyser.

IV.1 Examen liés aux caractères biochimiques

- **Galleries de tests biochimiques miniaturisés**

Elles se présentent sous la forme d'une série de petits tubes, nommés tubules, correspondant chacun à un test biochimique spécifique. Chaque tubule est ouvert à son extrémité supérieure par une cupule pouvant être remplie, Chaque tube contient un substrat défini (ONPG, ADH, GEL...) et avec lequel les micro-organismes réagissent différemment. Les microtubes sont inoculés avec une suspension bactérienne qui reconstitue les tests. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs [60].

La lecture de ces réactions se fait à l'aide du Tableau de Lecture, et l'identification est obtenue à l'aide de Catalogue Analytique ou d'un logiciel en ligne d'identification.

1. Galerie Api 20E : Est un système standardisé pour l'identification des Enterobacteriaceae et autres bacilles à Gram négatif [60].



Figure 09 : Galerie API 20E

2. Galerie Api 20NE: C'est un système standardisé pour l'identification des bacilles à Gram négatif non entérobactéries et non fastidieux [60].



Figure 10 : Galerie API 20NE

• **Choix de la Galerie**

Pour choisir le type de galerie correspond à la suspension bactérienne pour son identification biochimique on réalise un isolement de colonie dans un tube de TSI et on incube à 37°C pour 24h.

Tableau IV : Types de galerie.

Couleur de tube	Fermentation	Galerie
Rouge	Fermentaire	Api 20E
Orange	Non fermentaire	Api 20NE

A decorative banner with a central rectangular box containing the text "Résultats et discussion". The banner has a ribbon-like appearance with pointed ends and a slight shadow at the bottom.

Résultats et discussion

I. Analyses bactériologiques effectuées-Eaux des forages

I.1 Résultats d'analyses bactériologiques

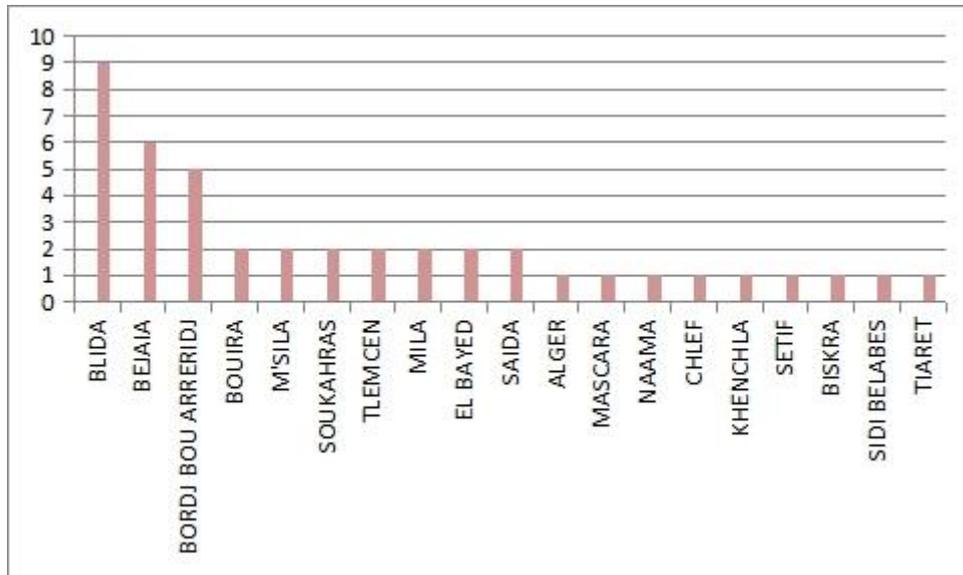


Figure 11: Histogramme de nombre des analyses bactériologiques effectuées par wilaya

Au cours de stage effectué au sein du laboratoire de bactériologie des aliments et des eaux et l'environnement à l'institut Pasteur, nous avons réalisé des contrôles bactériologiques de la qualité des différentes eaux de forages et des produits finis déjà exploitées ou destinées à l'exploitation.

Nous avons fait des analyses pour des eaux qui viennent de plusieurs régions du Est, Centre et Ouest de l'Algérie.

La région la plus faite c'est la région de BLIDA avec 9 contrôles de 2 différentes forages et la région de BEJAIA avec 6 contrôles de 3 différentes forages

Pour la région d'ALGER, MASCARA, NAAMA, CHLEF, KHENCHLA, SETIF, BISKRA, SIDI BELABES, et TIARET ce sont les régions les moins faites avec 1 contrôle de 1 forage pour chacun.

Tableau V : Résultats des analyses bactériologique Eaux de forages

Forages	Date d'analyses	Test de Chloro	Ct à 37°C	Cf à 44°C	SF à 37°C	St	Asr	Pseudomonas aeruginosa	Salmonella spp	Qualité d'eau
F 1	10/01/2022	(-)	53	529	75	0	164	290	Absence	Mauvaise
F 2	10/01/2022	(-)	0	0	0	0	0	0	Absence	Bonne
F 3	10/02/2022	(-)	0	0	0	0	116	32	Absence	Mauvaise
F 4	21/02/2022	(-)	20	0	0	0	0	0	Absence	Suspecte
F 5	13/03/2022	(-)	0	0	0	0	0	0	Absence	Bonne
F 6	02/04/2022	(-)	0	0	0	0	0	0	Absence	Bonne
F 7	02/04/2022	(-)	0	0	0	0	0	0	Absence	Bonne
F 8	02/04/2022	(-)	0	0	0	0	0	0	Absence	Bonne
F 9	02/04/2022	(-)	67	0	0	0	46	0	Absence	Mauvaise
F 10	02/04/2022	(-)	0	0	0	0	0	0	Absence	Bonne
F 11	02/04/2022	(-)	0	0	0	0	0	0	Absence	Bonne
F 12	11/04/2022	(-)	0	0	0	0	0	0	Absence	Bonne
F 13	12/04/2022	(-)	212	10	0	0	0	0	Absence	Mauvaise
F 14	13/04/2022	(-)	>300	100	0	0	0	285	Absence	Mauvaise
F 15	13/04/2022	(-)	190	0	0	0	0	0	Absence	Mauvaise
F 16	11/04/2022	(-)	0	0	0	0	0	16	Absence	Mauvaise
F 17	13/04/2022	(-)	0	0	0	0	223	1	Absence	Mauvaise
F 10	11/04/2022	(-)	0	0	0	0	0	0	Absence	Bonne
F 18	25/04/2022	(-)	0	0	0	0	0	0	Absence	Bonne
F 19	25/04/2022	(-)	0	0	0	0	0	0	Absence	Bonne
F 18	19/04/2022	(-)	0	0	0	0	0	0	Absence	Bonne
F 20	19/04/2022	(-)	200	0	0	0	9	0	Absence	Mauvaise
F 21 1	20/04/2022	(-)	590	390	64	17	0	0	Absence	Mauvaise
F 21 2	27/04/2022	(-)	>300	137	2	0	0	0	Absence	Mauvaise
F 18	27/04/2022	(-)	0	0	0	17	0	0	Absence	Mauvaise
F 22	19/04/2022	(-)	>300	>900	6	0	59	0	Absence	Mauvaise
F 23	18/04/2022	(-)	0	0	0	0	0	0	Absence	Mauvaise

F 24	20/04/2022	(-)	>300	0	0	>150	127	0	Absence	Mauvaise
F 21 2	18/04/2022	(-)	0	0	0	0	0	0	Absence	Bonne
F 21 2	04/05/2022	(-)	50	0	0	0	0	0	Absence	Acceptable
F 21 1	08/05/2022	(-)	>600	>500	56	0	0	0	Absence	Mauvaise
F 21 2	08/05/2022	(-)	0	0	0	0	0	0	Absence	Bonne
F 21 1	12/05/2022	(-)	>600	>500	400	0	4	0	Absence	Mauvaise
F 21 1	10/05/2022	(-)	>600	>500	86	0	11	0	Absence	Mauvaise
F 21 2	12/05/2022	(-)	0	0	0	0	0	0	Absence	Bonne
F 25	10/05/2022	(-)	0	0	0	0	290	0	Absence	Mauvaise
F 26	09/05/2022	(+)	0	0	0	0	0	0	Absence	Traité- non conforme
F 27	08/05/2022	(-)	0	1	0	0	0	114	Absence	Mauvaise
F 28	11/05/2022	(-)	86	0	0	0	0	27	Absence	Mauvaise
F 19	10/05/2022	(-)	>600	45	0	0	0	0	Absence	Mauvaise
F 29	25/05/2022	(-)	0	0	0	0	0	0	Absence	Bonne
F 19	10/05/2022	(-)	0	0	0	0	0	>300	Absence	Mauvaise
F 30 1	10/05/2022	(-)	0	0	0	0	0	0	Absence	Bonne
F 30 2	11/05/2022	(-)	319	150	0	0	0	0	Absence	Mauvaise
F 31	11/05/2022	(-)	0	0	0	0	0	0	Absence	Bonne
F 32	11/05/2022	(-)	300	80	0	0	0	0	Absence	Mauvaise
(JORAD P 2017)			Absence							

CT : Coliformes Totaux à 37°C / CF: Coliformes Fécaux à 44°C/ SF: Streptocoques Fécaux / ST: Staphylocoques / ASR : Anaérobie Sulfito réducteurs/ P : *Pseudomonas aeruginosa*

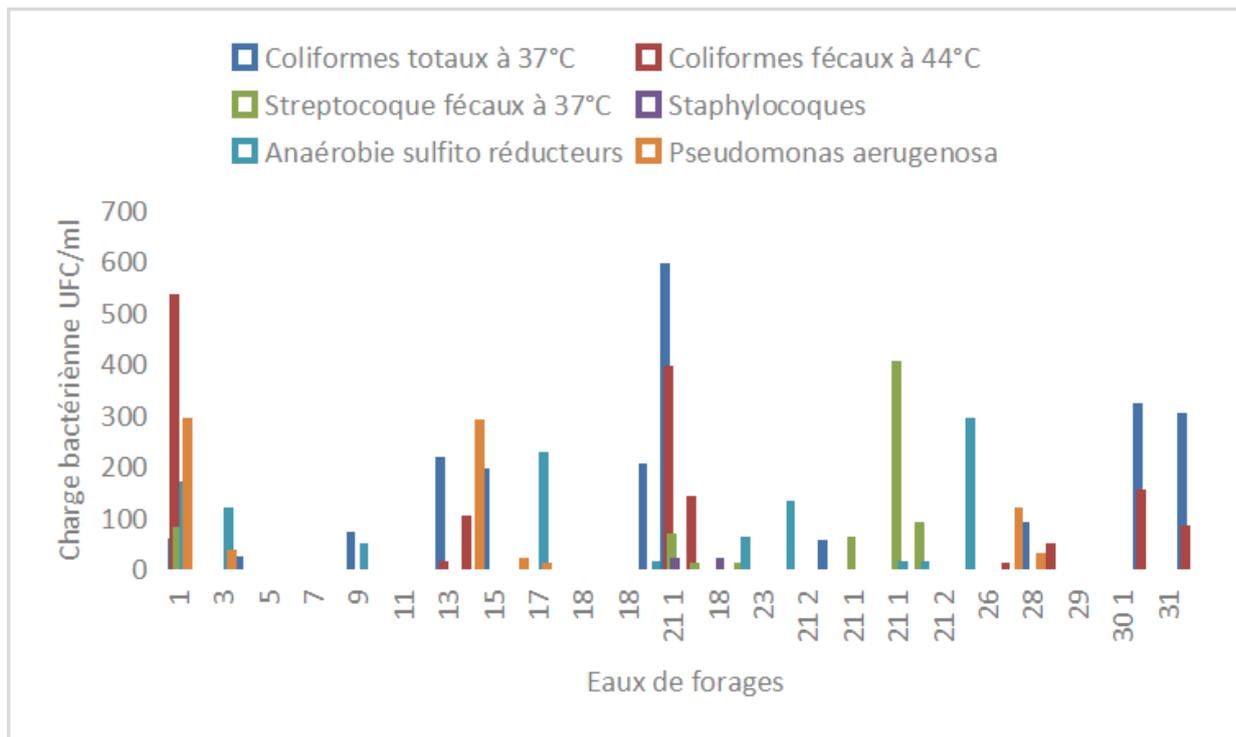


Figure 12 : Histogramme représente les résultats des analyses bactériologiques Eaux des forages

I.1.1 Test chimique de chlore

Tous les eaux de forages ont montré un résultats négatif de test rapide chimique de chlore Sauf l'eau de forage F26 a un résultat positif due au traitement de chlore. Ce prélèvement a été jugé non conforme.

I.1.2 Coliformes totaux

D'après le tableau V et la figure 12, nous observons que les résultats d'analyses bactériologiques des échantillons d'eau révèlent des charges bactériennes qui varient entre 0 UFC/250 ml et 600 UFC/250 ml. C'est la somme des 5 échantillons.

La charge bactérienne de 22 forages est nulle donc ces eaux sont conformes aux normes algériennes (JORADP 2017).

Cependant 13 forages ne sont pas conformes aux normes algérienne (JORADP 2017), ils ont un nombre compris entre 20 et 600 UFC/250ml.

I.1.3 Coliformes fécaux :

Le nombre des coliformes fécaux trouvés dans les échantillons révèlent des charges bactériennes qui varient entre 0 UFC/250 ml et 600 UFC/250 ml. C'est la somme des 5 unités. La charge bactérienne de 28 forages est nulle donc ces eaux sont conformes aux normes algériennes (JORDP 2017).

Cependant 10 forages ne sont pas conformes aux normes algérienne (JORADP 2017), ils ont un nombre compris entre 10 et 600 UFC/250ml.

I.1.4 Streptocoques fécaux

D'après le tableau I et la figure 1, nous remarquons que le nombre des streptocoques fécaux trouvés dans les échantillons révèlent des charges bactériennes qui varient entre 0 UFC/250 ml et 400 UFC/250 ml. C'est la somme des 5 unités.

La charge bactérienne de 32 forages est nulle donc ces eaux sont conformes aux normes algériennes (JORDP 2017).

Cependant 5 forages sont pas conformes aux normes algérienne (JORADP 2017), ils ont un nombre compris entre 6 et 400 UFC/250ml.

I.1.5 Staphylocoques

D'après le tableau V et la figure 12, nous remarquons que le nombre des staphylocoques trouvés dans les échantillons révèlent des charges bactériennes qui varient entre 0 UFC/250 ml et 150 UFC/250ml. C'est la somme des 5 unités.

La charge bactérienne de 31 forages est nulle donc ces eaux sont conformes aux normes algérienne (JORADP 2017)

Cependant 3 forages sont pas conformes aux normes algérienne (JORADP 2017), ils ont un nombre compris entre 17UFC/250ml et 150 UFC/250ml.

I.1.6 Anaérobies sulfite réducteurs

D'après le tableau V et la figure 12, nous remarquons que le nombre des Anaérobies sulfite réducteurs trouvés dans les échantillons révèlent des charges bactériennes qui varient entre 0 UFC/50 ml et 300 UFC/50ml. C'est la somme des 5 unités.

La charge bactérienne de 26 forages est nulle donc ces eaux sont conformes aux normes algériennes (JORDP 2017).

Cependant 9 forages sont pas conformes aux normes algérienne (JORADP 2017), ils ont un nombre compris entre 4 et 290UFC/50ml.

Ce test permet de mettre en évidence une pollution fécale ancienne.

I.1.7 *Pseudomonas aeruginosa*

Selon le tableau V et la figure 12, nous remarquons que le nombre de *Pseudomonas aeruginosa* trouvés dans les échantillons révèlent des charges bactériennes qui varient entre 0 UFC/250 ml et 300 UFC/250ml. C'est la somme des 5 unités.

La charge bactérienne de 26 forages est nulle donc ces eaux sont conformes aux normes algérienne (JORDP 2017).forages est nulle donc ces eaux sont conformes aux normes algérienne (JORDP 2017).

Cependant 9 forages sont pas conformes aux normes algérienne (JORADP 2017), ils ont un nombre compris entre 1UFC/ml et 300UFC/250ml.

I.1.8 Salmonelles

Selon le tableau V et la figure 12, nous remarquons une absence totale dans tous les forages d'eau contrôlés, ce qui est conformes aux normes algérienne

I.2 Qualité des eaux de forages contrôlées

Tableau VI : Qualité des eaux de forage contrôlées

Qualité	Acceptable	Bonne	Suspecte	Mauvaise
Total	1	18	1	26
Pourcentage %	2%	39%	2%	57%



Figure 13 : Secteur représente la qualité des eaux contrôlées- Eaux des forages

- En totalité nous avons 26 forages de mauvaise qualité bactériologique, 18 forages de bonne qualité, 1 forages de qualité acceptable et 1 de qualité suspecte. En totalité 57% des forages de mauvaise qualité, 39% de bonne qualité, et une similarité de 2% pour la qualité acceptable et la qualité suspecte.
- D'après le tableau VI et la figure 13, on remarque que 24 sont de mauvaises qualités bactériologiques.
- D'après le tableau VI et la figure 13, nous n'observons que 15 forages sont des eaux de bonnes qualités bactériologiques.
- 1 forage est une eau de qualité acceptable.
- 1 forage est une eau traité, elle représente un état non conforme (Test de chlore chimique est positif).

II.1 Qualité des eaux des produits finis contrôlées

Tableau VII: Qualité des eaux produit finis contrôlées

<u>Qualité</u>	<u>Acceptable</u>	<u>Bonne</u>
Total	1	10
<u>Poucentage %</u>	9 %	91 %



Figure 14 : Secteur représente la qualité des eaux contrôlés- Produit fini

- D'après le tableau VII et la figure 14 nous observons que il y 10 échantillons de bonne qualité bactériologiques et 1 échantillon d'une qualité acceptable.

III. Analyses des résultats bactériologiques par régions Ouest- Centre- Est

Tableau VIII : Résultats d'analyses bactériologiques par régions Ouest- Centre- Est

Bactéries recherchés	OUEST	CENTRE	EST
CT (UFC/250ml)	0 - 300	0 - 600	0 - 200
CF (UFC/250ml)	0 - 80	0 - 500	0 - 600
SF (UFC/250ml)	0	0 - 50	0 - 80
ASR (UFC/50ml)	0 - 30	0 - 130	0 - 170
<i>Pseudomonas</i> (UFC/250ml)	0 - 200	0 - 30	0 - 300
Staphylocoques	0	0 - 150	0
Salmonelle (UFC/500ml)	Absence	Absence	Absence

CT : Coliformes Totaux à 37°C / CF: Coliformes Fécaux à 44°C/ SF: Streptocoques Fécaux /
 ASR : Anaérobie Sulfite réducteurs

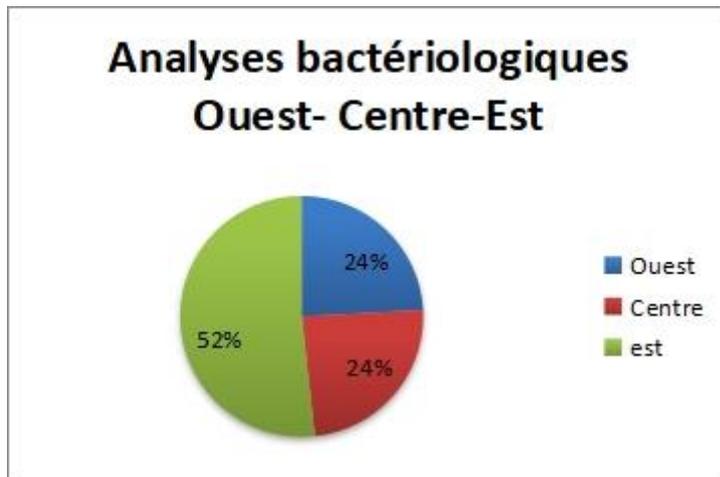


Figure 15 : Secteur représente les pourcentages des différentes analyses bactériologiques Ouest-Centre-Est

- Au long de toute la période de 02/04/2022 jusqu'à 11/05/2022 nous avons effectués des contrôles bactériologique des différentes eaux de forages de plusieurs régions d'Ouest, Centre et Est d'Algérie.

- D'après la figure 15 nous constatons que le nombre des analyses bactériologiques réalisées est différent d'une région à une autre, il révèle 52% pour l'Est, avec une similarité de 24% pour le Centre et l'Ouest.

- D'après le tableau VIII et la figure 15, nous observons que les résultats d'analyses bactériologiques des échantillons d'eau de :

- L'Ouest révèle des charges bactériennes qui varient entre 0 UFC/ml et 300 UFC/ml.
- Le Centre présente des charges bactériennes variées entre 0UFC/ml et 600UFC/ml.
- L'Est présente des charges bactériennes entre 0UFC/ml et 600UFC/ml.

V. Analyses des résultats bactériologiques de BLIDA

Tableau IX : Résultats des analyses bactériologique d'un client BLIDA

Eau	de FORA	CT	CF	SF	ST	ASR	<i>Pseudomonas</i>	Salmonelle
forage N°21	GE	(UFC/250 ml)	(UFC/250 ml)	(UFC/250 ml)	(UFC/250 ml)	(UFC/50 ml)	<i>as</i> (UFC/250ml)	(UFC/500ml)
27/04/2022	F1	590	390	64	0	0	0	Absence
27/04/2022	F2	>300	137	2	0	0	0	Absence
04/05/2022	F2	0	0	0	0	0	0	Absence
08/05/2022	F2	50	0	0	0	0	0	Absence
08/05/2022	F1	>600	>500	56	0	0	0	Absence
10/05/2022	F1	>600	>500	400	0	4	0	Absence
10/05/2022	F2	0	0	0	0	0	0	Absence
12/05/2022	F1	>600	>500	86	0	11	0	Absence
12/05/2022	F2	0	0	0	0	0	0	Absence

CT : Coliformes Totaux à 37°C / CF: Coliformes Fécaux à 44°C/ SF: Streptocoques Fécaux / ST: Staphylocoques / ASR : Anaérobies Sulfite réducteurs

- Durant la période de 27/04 jusqu'à 12/5 nous avons effectués des contrôles bactériologique de 2 forages d'un client de la région de Blida.
- D'après le tableau IX, nous observons que les résultats d'analyses bactériologiques des

échantillons d'eau révèlent des charges bactériennes qui varient entre 0 UFC/ ml et 600 UFC/ ml.

- Du 27/04 le forage F2 représente une mauvaise qualité bactériologique, suivi d'une amélioration de qualité le 04/05 et le 10/05.

- Le F1 représente une mauvaise qualité bactériologique durant toute la période des analyses du 27/04 jusqu'à 12/05.

Conclusion

La bonne qualité de l'eau consommée par les humains constitue un élément très important pour la protection de la santé publique.

Le problème majeur de l'eau destinée à l'alimentation humaine a été longtemps d'ordre sanitaire. Ce problème découle de l'existence de microorganismes (bactéries, virus, protozoaires, parasites) transmissibles de nombreuses infections dangereuses chez l'homme.

Les analyses microbiologiques effectuées pour certains échantillons ont révélé une absence totale des germes pathogènes et des germes de contamination fécale conforme aux normes algérienne.

Cependant d'autres échantillons ont révélé une contamination par des germes pathogènes et des germes de contamination fécale qui dépasse les normes de la réglementation algérienne.

Les forages qui demande une concession d'exploitation à des fins commerciales sont la plus part de mauvaise qualité bactériologiques.

Certains forages qui sont déjà exploités sont de mauvaise qualité et d'autres sont de bonne qualité sur le plan bactériologique.

Dites que ces résultats ont montré qu'un pourcentage significatif des prélèvements ont été de mauvaise qualité ce qui démontre que les eaux souterraines sont aussi exposées aux contaminations d'où l'intérêt de renforcer le contrôle et la surveillance de la qualité des eaux embouteillées et de bien vérifier la stabilité de la qualité bactériologiques des demandeurs de concession avant délivrance d'autorisation d'exploitation durant toute l'année surtout que les citoyens ont une confiance totale vis-à-vis ces eaux

A la lumière des conclusions rapportées précédemment, nous recommandons quelques comme suit :

Protection de la source. Et de ces périmètres rapprochés et éloignés.

Faire un suivi régulier et continu pour l'ensemble des sites en cours d'exploitation.

Effectuer plusieurs contrôles durant toute l'année pour vérifier la stabilité de la qualité.

Renforcer la réglementation nationale.

Références bibliographique

- [1] Kirkpatrick. K, et Fleming. E., (2008). La qualité de l'eau, ROSS TECH 07/47, 12p.
- [2] Remini. B., (2005). La problématique de l'eau en Algérie. Collection hydraulique et transport, Blida. 182 p
- [3] Ayacha.N, Chellia. A, Mesbah. N., (2010). Etude de l'impact des rejets hospitaliers sur La microflore lotique (cas de l'oued Zenati). 112 p
- [4] Rabetafika. H.N, Paquot. M, Janssens. L, et Castiaux. A., (2006). Développement durable et Ressources Renouvelables, ph. Dubois 2006, la Politique scientifique Fédérale. Rue de la Science 8 B-1000 Bruxelles. Belgique. 1, (4), 56-63p
- [5] Martin Elizabeth. Hine Robert.(2008). A Dictionary of Biology .Oxford University Press. Reference Online
- [6] Storm Dunlop. (2008). Dictionary of Weather. Oxford University Press. Reference Online.
- [8] SCHWARTZBRODL. (2000). Virushumainsetsantépublicconséquencesdel'utilisation des eaux usées et des boues en agricultures conchyliculture. Université deNANCY France
- [9] CHOISNEL E. (1999). Le cycle de l'eau ; in : «L'eau : milieu naturel et maîtrise, Tome 1». INRA, Paris. ISSN: 1250-5218 ISBN: 2-7380-0854-2 Tome1 - 2-7380-0855-0(HY. 47/T1
- [10] Bras A. (2005). Evaluation des risques sanitaires des oocystes de *Cryptosporidium* dans l'eau destinée à la consommation humaine distribuée dans la zone métropolitaine de Port-au-Prince, Haïti, Université de Quisqueya.
- [11] Ayad w, 2016 Thèse doctorat Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'el-Harrouch (wilaya de Skikda) université Badji Mokhtar – Annaba p : 19-20.
- [12] Vilagines R. (2010). *Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie*. Troisième Ed. Tec et Doc. Lavoisier. P : 217

- [13] Boeglin J.C. (2006). Propriétés des eaux naturelles Dans : techniques de l'ingénieur W1 Technologie des eaux. Technique de l'ingénieur chapitre G1 110. P : 1-8.
- [14] Bontoux F. (1993). *Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux usées*. Deuxième Ed. CEBEDOC, Diffusion Lavoisier. P : 170
- [15] Quevauville P. (2010). Protection des eaux souterraines législation européennes scientifiques. 1er Ed. TEC et doc.
- [16] Cardot C. (1999). *Les traitements de l'eau : procédés physico-chimiques et biologiques, cours et problèmes résolus : génie de l'environnement*. Paris. Edit. Ellipses. P : 71
- [17] Vilagines R. (2003). *Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie*. Deuxième Ed. Tec et Doc. Edit. Lavoisier. P : 3- 187
- [18] Boeglin J.C. (2001). *Technique d'ingénieur. G1 l'environnement*. Ed. Technique d'ingénieur/ Paris. P : 110- 110-8.
- [20] Aquifères et eaux souterraines en France, ouvrage collectif sous la direction de Jean-Claude ROUX, BRGM édition 2006
- [21] [« Définition - Nappe libre »](#) , sur www.actu-environnement.com (consulté le 14 mars 2016)
- [22] [« Définition de nappe alluviale »](#) , sur www.aquaportail.com (consulté le 8 mars 2016)
- [23] *Ground Water Recharge Using Waters of Impaired Quality*, National Academies Press, 1^{er} janvier 1994
- [24] National Research Council, *Prospects for Managed Underground Storage of Recoverable Water*, 29 octobre 2007
- [25] *Alternatives for Managing the Nation's Complex Contaminated Groundwater Sites*, National Academies Press, 27 février 2013
- [26] National Research Council, *Prospects for Managed Underground Storage of Recoverable Water*, 29 octobre 2007
- [27] Festy B, Hartemann P, Ledrans M, Levallois P, Payment P, Tricard D (2003) Qualité de l'eau. In : Environnement et santé publique Fondements et pratiques, pp.333-368
- [28] OMS. *Directives de qualité pour l'eau de boisson*, vol. 1, «Recommandations», 2^e éd., Genève, 1994, 202 p

- [29] Vial, J. Et B. Festy. «La microbiologie de l'eau», *Techniques Sciences Méthodes*, 90, 3, 1995, p. 172-259
- [30] Levallois, P. et D. Phaneuf. «La contamination de l'eau potable par les nitrates: analyse des risques à la santé», *Rev Can Santé Publi*, 85, 3, 1994, p. 192-199
- [31] Martyn, C. N., D. N. Coggon, H. Inskip, R. F. Lacey et W. F. Young. «Aluminium concentrations in drinking water and risk of Alzheimer's disease», *Epidemiology*, 8, 1997, p. 281-286
- [32] Antoine Montiel 2009 Eaux destinées à la consommation humaine , Risques sanitaire , contrôle et réglementation.
- [33] Genoutdet. (2001). L'eau de robinet : de la source au verre. Extrait de dossier de bulletin de l'association médicale Kouzmine internationale
- [34] 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) .Analyses de l'eau. Ed.DUNOD.9èmeédition. Paris.1526p.
- [35] RODIER J., 2005. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8eme édition: Dunod, Paris
- [36] Belghiti M.L., Chahlaoui A., Bengoumi D. & El moustaine R. (2013). Etude de La qualité physico -chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de Mknès .Maroc. Larhyss Journal, ISSN 1112- 3680, N°14, p : 21-36.
- [37] Bremaude 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*, Ed. Educagri, Dijon, France, p: 220-221
- [38] Kudrinee B. (2006). Etude et traitement de l'eau du BARRAGE DJORF-ELTOR de lawilaya Bechar par filtration sur sables. Mémoire de Magister en Eau et environnement. Université Hassiba Benbouaali de chlef
- [39] Joel. G. (2003).La qualité de l'eau potable, technique et responsabilités, Paris, Novembre
- [40] Bentekhici N.,Zebbar Z.d. (2008) .Utilisation d'un SIG pour l'évaluation des caractéristiques physiques d'un bassin versant et leurs influences sur l'écoulement des eaux (Bassin versant d'Oued EL MALEH, Nord-Ouest d'Algérie). 1ér conférence international sur le Web et l'information Technologie. Sidi Bel Abbes, ALGERIE, 147p

- [41] Khelili .R, Lazali .D (2015).Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Harraza (Wilaya de Ain Defla)
- [42] Makhoukh .M 2011.Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya. Maroc
- [43] Abibsi N, 2011 mémoire master Réutilisation des eaux usées épurées par filtres plantes (phytoepuration) pour L'irrigation des espaces verts application á un quartier de la ville de Biskra 2011
- [44] Coulais, 2002. Qualité des eaux et normes de potabilité en deux serves. Edition des ateliers.
- [45] Sahraoui. N. 2015. Etude de la cohérence entre la vulnérabilité à la pollution de la qualité des eaux souterraines plaine Khemis Miliana. Mémoire de Master en Eau et Bioclimatique. Université Khemis Miliana
- [46] Dahel Zanat, 2009 Mémoire de Magistère, Analyse de la qualité bactériologique des eaux du littoral Nord-Est algérien à travers un bioindicateur la moule *Perna perna*, Université Badji Mokhtar, Annaba, 2009, p: 69
- [47] Nola M., Njine T., Monkiedje A., Foko S. V., Djuikom E., Talliez R. 1998. Qualité bactériologique des eaux des sources et des puits de Yaoundé (Cameroun). 7p
- [48] Verhille S. 2013.Les indicateurs microbiens dans l'évaluation de l'eau potable : interpréter les résultats de laboratoire et comprendre leur signification pour la sante publique. Centre de collaboration nationale en santé environnementale. 13p
- [49] Maiga, 2005 Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.SA dans la ville de Bamako : évaluation saisonnière, Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université de Bamako, Bamako, Mali p77
- [50] Hélène, 2000.Thèse d'Ingénieurs du génie sanitaire Qualité microbiologique des eaux brutes distribuées par BRL, l'Ecole Nationale de la Santé Publique de LanguedocRoussillon(France), 2000, p: 81
- [51] Bougattoucha et Boudelaa 2010.L'examen cytobactériologique des urines .Ecole de formation paramédicale de Skikda Algérie - Laborantin diplômé d'état.
- [52] Odalous 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité deseaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articlesR. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique

[53] Décret exécutif no 04-196 du 15 juillet 2004, relatif à l'exploitation et la protection des eaux minérales naturelles et des eaux de sources. JORA

[54] Arrêté interministériel du 29 Dhou El Hidja 1435 correspondant au 23 octobre 2014 modifiant et complétant l'arrêté interministériel du 22 Dhou El Hidja 1426 correspondant au 22 janvier 2006 fixant les proportions d'éléments contenus dans les eaux minérales naturelles et de sources ainsi que les conditions de leur traitement ou les adjonctions autorisées.

[55] Codex Alimentaris: Normes Codex Stan 108-1981 pour les eaux minérales naturelles modifiées en juin 1997 et juillet 2001, Genève, Suisse. 1981.

[56] Directive 98/83/CE du conseil du 3 novembre 1998, relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, Publication des communautés Européennes, Luxembourg. 1998.

[57] Directive 2003/40/CE de la commission du 16 mai 2003 fixant la liste, les limites de concentration et les mentions d'étiquetage pour les constituants des eaux minérales naturelles, ainsi que les conditions d'utilisation de l'air enrichi en ozone pour le traitement des eaux minérales naturelles et des eaux de sources, Publication des communautés Européennes, Luxembourg. 2003.

[58] HAZZAB A. 2011 Eaux minérale naturelles et eaux de source en Algérie. Articles in comptes rendus « Géosciences »

[59] Arrêté interministériel du 22 janvier 2006, fixant les proportions d'éléments contenus dans les eaux minérales naturelles et de sources ainsi que les conditions de leur traitement ou les adjonctions autorisées. Journal officiel de la République Algérienne N°27. 2006.

[60] Bouchahed. B, Ghadjetti. M, et Khedairia R., (2019). Étude des propriétés physicochimiques et microbiologiques du Sandre et du Barbeau capturés dans le barrage Bouhamdane. Mémoire de Master. Université de 8 Mai 1945-Guelma. 55 p.

ANNEXES

ANNEXE I

Décret exécutif n° 04-196 du 27 Joumada El Oula 1425 correspondant au 15 juillet 2004 relatif à l'exploitation et la protection des eaux minérales naturelles et des eaux de source

CHAPITRE II

DE LA COMMISSION PERMANENTE

Art. 7. — Il est institué auprès du ministre chargé des ressources en eau une commission permanente des eaux minérales naturelles et des eaux de source désignée ci-après “commission”, chargée notamment :

- de donner un avis technique sur la reconnaissance, le classement et la concession des eaux minérales naturelles et des eaux de source,
- d'étudier, d'évaluer, et d'émettre un avis sur le développement, l'exploitation et la protection des eaux minérales naturelles et des eaux de source ainsi que sur toute question en rapport avec son objet qui lui serait soumise,
- d'étudier, d'évaluer, de vérifier la conformité, et d'émettre un avis sur les dossiers de demande de reconnaissance, les dossiers de demande d'octroi de concession,
- de définir et de fixer les dispositions et prescriptions des cahiers des charges particuliers de concession des eaux minérales naturelles et des eaux de source.

Art. 8. — La commission permanente est présidée par le ministre chargé des ressources en eau ou son représentant et elle est composée :

- du représentant du ministre chargé des collectivités locales,
- du représentant du ministre chargé du domaine national,
- du représentant du ministre chargé de la protection des consommateurs,
- du représentant du ministre chargé de l'environnement,
- du représentant du ministre chargé de l'agriculture,
- du représentant du ministre chargé du tourisme,
- du représentant du ministre chargé de la santé,
- du représentant du ministre chargé de la culture,
- du représentant du ministre chargé de la normalisation,
- du directeur général du centre national de toxicologie,

CHAPITRE III

DES CONDITIONS D'EXPLOITATION COMMERCIALE DES EAUX MINÉRALES NATURELLES ET DES EAUX DE SOURCE

Art. 9. — L'exploitation des eaux minérales naturelles et des eaux de source à des fins commerciales ne peut être exercée que pour des eaux dont la qualité d'eau minérale naturelle ou d'eau de source a fait l'objet d'une procédure de reconnaissance, et, exclusivement, en vertu d'une concession d'exploitation à des fins commerciales d'eaux minérales naturelles et d'eaux de source.

Art. 10. — Dans le cadre de la promotion de l'investissement privé et de la valorisation des eaux minérales naturelles et des eaux de source qui ont fait l'objet d'inventaire et de classement par les services compétents du ministère chargé des ressources en eau, et pour permettre les meilleures conditions de transparence, il sera fait recours aux procédures d'adjudication pour l'octroi des concessions d'exploitation des eaux minérales naturelles et des eaux de source.

Section 1

De la recherche des eaux minérales naturelles et des eaux de source et de la reconnaissance de leur qualité

Art. 11. — La procédure de reconnaissance de la qualité d'eau minérale naturelle et d'eau de source consiste en l'identification de leurs caractéristiques.

Art. 12. — Peuvent demander la reconnaissance de la qualité d'eau minérale naturelle et d'eau de source :

— tout titulaire d'une autorisation de travaux de recherche et de captage d'eau, obtenue conformément aux dispositions en vigueur en la matière et désirant exploiter le point d'eau à des fins commerciales ;

— Les organismes ou établissements relevant du ministère des ressources en eau à l'effet d'inventorier les eaux minérales naturelles et les eaux de source et de veiller à leur protection et à leur exploitation conformément aux dispositions de l'article 10 ci-dessus. L'autorisation de recherche et de captage d'eau, est délivrée par le wali territorialement compétent, sur avis technique des services techniques du ministère chargé de ressources en eau, conformément aux dispositions en vigueur en la matière.

Art. 13. — Le dossier de demande de reconnaissance de la qualité des eaux minérales naturelles ou des eaux de source doit être adressé par le demandeur en trois (3) exemplaires au ministre chargé des ressources en eau et doit comporter :

- une demande,
- l'autorisation de travaux de recherche et de captage délivrée par le wali territorialement compétent,
- les nom, prénoms et domicile du demandeur et, pour une personne morale, la raison

sociale, ainsi que l'adresse de son siège social,
— un nom proposé au point d'eau,
— un extrait de la carte au 1/50.000 et d'un plan situant l'emplacement du point d'eau,
— le débit instantané maximal du point d'eau et le volume d'eau journalier,
— les résultats des analyses d'eau effectués par des laboratoires figurant sur une liste de laboratoires fixée par voie réglementaire. Lorsque la demande de reconnaissance est faite par un organisme ou établissement relevant du secteur du ministère des ressources en eau, le dossier doit comporter en outre, un rapport circonstancié.

Art. 14. — Au titre de l'examen du dossier de reconnaissance de la qualité d'eaux minérales naturelles et d'eaux de source la commission permanente peut faire procéder aux vérifications des analyses et des documents transmis dans le cadre du dossier prévu par les dispositions de l'article 13 ci-dessus.

Art. 15. — A l'issue de l'examen du dossier de reconnaissance par la commission permanente et au cas où cet examen confirme la qualité d'eau minérale naturelle ou d'eau de source, la reconnaissance de cette qualité fait l'objet d'un arrêté de reconnaissance de la qualité d'eau minérale naturelle ou d'eau de source de l'eau concernée pris par le ministre chargé des ressources en eau et qui détermine également son classement au sens de l'article 3 ci-dessus.

Art. 16. — Les services compétents du ministère chargé des ressources en eau tiendront à jour le fichier des eaux minérales naturelles et des eaux de source.

Section 2

De la concession pour l'exploitation commerciale des eaux minérales naturelles et des eaux de source

Art. 17. — Sont considérés comme activités d'exploitation d'eau minérale naturelle ou d'eau de source, les travaux de captage, de transport, de stockage et d'embouteillage des eaux minérales naturelles et des eaux de source.

Art. 18. — La concession en vue de l'exploitation commerciale d'une eau minérale naturelle ou d'une eau de source est octroyée par un arrêté de concession pris par le ministre chargé des ressources en eau. Cet arrêté comporte l'approbation du cahier des charges particulier dont les clauses sont fixées par la commission permanente instituée en vertu des dispositions de l'article 7 ci-dessus, en conformité avec les dispositions du présent décret et du cahier des charges-type qui lui est annexé. Le cahier des charges particulier est annexé à l'arrêté de concession de l'eau minérale naturelle ou de l'eau de source concernée.

Art. 19. — Outre les conditions prévues par le cahier des charges-type annexé au présent décret, le cahier des charges particulier fixe, notamment :
— les conditions générales d'exploitation de la concession, et les dispositions générales relatives aux points de prélèvement, aux ouvrages de captage ;

- les installations requises destinées à l'exploitation, au stockage et au transport des eaux minérales naturelles et des eaux de source ;
- les mesures à prendre pour la protection contre les inondations ;
- les conditions et quantités de prélèvement des eaux concernées pour l'approvisionnement en eau potable des agglomérations avoisinantes, ou pour satisfaire des usages qui existaient avant la date d'octroi de la concession ;
- les traitements et adjonctions autorisés ;
- la nature et la périodicité des contrôles et des analyses exigés de l'exploitant ;
- la durée de concession et le sort des ouvrages à l'expiration de la concession ;
- la remise en état des lieux en cas de désistement unilatéral ;
- les conditions financières de la concession.

Art. 20. — Le demandeur d'une concession d'exploitation d'eau minérale naturelle ou d'eau de source peut être :

- soit propriétaire du terrain sur lequel se trouve le point d'eau ou être titulaire d'un droit de jouissance ou d'un titre de location comportant expressément l'objectif d'exploitation commerciale de l'eau minérale naturelle ou l'eau de source concernée, pour une période au moins égale à celle de la concession ;
- soit l'adjudicataire de la concession d'exploitation d'une source ou d'un gisement relevant du domaine public hydraulique octroyée conformément aux dispositions de l'article 10 ci-dessus.

Art. 21. — Pour la demande de concession pour l'exploitation commerciale d'une eau minérale naturelle ou d'une eau de source, le demandeur adressera un dossier en (3) exemplaires au ministre chargé des ressources en eau dont la consistance sera fixée par voie réglementaire et qui doit comprendre notamment :

- l'autorisation de travaux de captage et de recherche d'eau délivrée par le wali territorialement compétent
- l'arrêté de reconnaissance délivré par le ministre des ressources en eau ;
- l'étude hydrogéologique pour la connaissance de la ressource et pour la définition des points de prélèvement et la délimitation des zones de protection. Cette étude sera réalisée par une institution habilitée ou un hydrogéologue agréé ;
- l'étude d'impact élaborée et approuvée conformément à la réglementation en vigueur.

CHAPITRE IV

DE LA SURVEILLANCE ET DU CONTROLE DES EAUX MINÉRALES NATURELLES ET DES EAUX DE SOURCE

Art. 22. — La surveillance des eaux minérales naturelles et des eaux de source a pour objet le contrôle de la stabilité et de la qualité des eaux ainsi que des installations destinées au captage et au conditionnement de ces eaux.

Art. 23. — Le concessionnaire est tenu d'installer et de faire fonctionner un système de contrôle interne de la qualité de l'eau à tous les niveaux de la production, et comportant

notamment un laboratoire intégré à l'usine de conditionnement. Le concessionnaire doit garantir la qualité du produit qu'il délivre conformément à la réglementation en vigueur.

Art. 24. — Lors des différents contrôles effectués par l'exploitant ou par les services concernés de l'Etat et notamment ceux relevant du ministère chargé des ressources en eau, du ministère chargé de la santé et du ministère chargé de la protection du consommateur, toute variation constatée dans les caractéristiques de l'eau minérale naturelle ou l'eau de source doit faire l'objet d'une nouvelle analyse des propriétés de l'eau auprès des laboratoires prévus par l'article 13 ci-dessus.

A la suite de cette nouvelle analyse, si la variation constatée est confirmée, la commission permanente est saisie et détermine les caractéristiques de l'eau minérale naturelle ou l'eau de source concernée. Sur la base des conclusions de la commission permanente :

— soit il est procédé à une confirmation de la reconnaissance de la qualité d'eau minérale naturelle ou d'eau de source en maintenant son classement initial ou en définissant un nouveau classement de l'eau minérale naturelle ou de l'eau de source concernée,

— soit, lorsque l'eau, de façon temporaire, présente un danger pour la santé ou ne présente plus les caractéristiques ou les qualités qui lui ont été reconnues lors de la reconnaissance de sa qualité d'eau minérale naturelle ou d'eau de source, la concession est suspendue jusqu'à rétablissement de la qualité de l'eau qui prévalait lors de l'octroi de la concession concernée. Le rétablissement de cette qualité ne peut être décidé qu'après un nouvel examen par la commission permanente,

— soit, au cas où la modification des caractéristiques de l'eau concernée et la perte de ses qualités reconnues est définitive, la concession est résiliée.

Art. 25. — Sans préjudice des dispositions législatives et réglementaires en matière de contrôle, le concessionnaire est tenu d'effectuer sous le contrôle des services compétents des administrations chargées des ressources en eau, de la santé, de la protection du consommateur, et de l'environnement, chacun pour ce qui le concerne, et suivant leurs instructions :

— la surveillance et l'entretien des griffons, de la chambre et de la galerie de captage et de l'état des canalisations,

— la surveillance et le contrôle de l'eau conformément aux prescriptions législatives et réglementaires en vigueur,

— tous les travaux d'installation ou de rénovation nécessaires à la porte de la galerie de captage pour l'embouteillage de l'eau minérale naturelle ou l'eau de source, — toute mesure ayant pour objet la protection environnementale du site, de la ressource ou des installations.

CHAPITRE V

DE LA PROTECTION DES EAUX MINÉRALES NATURELLES ET DES EAUX DE SOURCE

Art. 26. — Conformément aux dispositions de l'article 114 de la loi n° 83-17 du 16 juillet 1983, susvisée, il est institué autour de chaque point d'eau minérale naturelle ou d'eau de source un périmètre de protection qualitative. La délimitation de cette zone de protection sera

précisée par le cahier des charges particulier sur la base de l'étude hydrogéologique et de l'étude d'impact exigées conformément aux dispositions de l'article 21 ci-dessus. Si de nouvelles circonstances en font reconnaître la nécessité, ces périmètres de protection des eaux minérales naturelles ou des eaux de source peuvent être modifiés et étendus selon les modalités et procédures qui ont prévalu pour leur délimitation initiale.

Art. 27. — Conformément aux dispositions de l'article 111 de la loi n°83-17 du 16 juillet 1983, susvisée, sont interdits à l'intérieur des périmètres de protection, toute activité, rejet ou dépôt susceptible d'altérer la qualité des eaux. Les activités de toute nature que l'exploitant veut exercer ou dont il veut permettre l'exercice doivent faire l'objet d'une demande particulière jointe au dossier prévu par l'article 21 ci-dessus, et être expressément autorisées par les clauses du cahier des charges particulier.

Art. 28. — Aucun sondage ou travaux souterrains de quelque nature que ce soit, ainsi que tous travaux ayant pour objet ou entraînant une modification du captage de l'eau minérale naturelle ou de l'eau de source ne peuvent être effectués sans l'information et l'approbation de la commission permanente.

Décret exécutif n° 16-271 du 29 Moharram 1438 correspondant au 31 octobre 2016 fixant les modalités d'application de la redevance due en raison de l'usage à titre onéreux du domaine public hydraulique pour les eaux minérales et les eaux de source.

Article 1er. En application des dispositions de l'article 98, modifié, de la loi n° 02-11 du 20 Chaoual 1423 correspondant au 24 décembre 2002 portant loi de finances pour 2003, le présent décret a pour objet de fixer les modalités d'application de la redevance due en raison de l'usage à titre onéreux du domaine public hydraulique pour les eaux minérales et les eaux de source.

Art. 2. -La redevance due en raison de l'usage à titre onéreux du domaine public hydraulique pour les eaux minérales et les eaux de source est fixée à un (1) dinar le litre d'eau expédiée des ateliers d'emballage, conformément aux dispositions de l'article 98, modifié, de la loi n° 02-11 du 20 Chaoual 1423 correspondant au 24 décembre 2002, susvisée.

Art. 3. - L'agence nationale de gestion intégrée des ressources en eau est chargée, à travers ses agences de bassins hydrographiques, chacune sur son territoire de compétence de :

- recenser et de tenir à jour le fichier des titulaires d'une concession d'exploitation d'eau minérale ou d'eau de source ;
- déterminer la quantité de litre d'eau, expédiée des ateliers d'emballage sur la base des documents comptables
- facturer et de recouvrer auprès des concessionnaires les montants dus au titre de la redevance prévue à l'article 2 ci-dessus.

Art. 4. - Les concessionnaires d'exploitation d'une eau minérale ou d'une eau de source sont

tenus : ó de présenter, avant le 20 de chaque mois, à l'agence du bassin hydrographique dont ils relèvent :

- * un Etat des qualités d'eau expédiées des ateliers d'emballage du mois précédent, accompagné d'une copie de la déclaration fiscale G n° 50 ou une copie de la déclaration du chiffre d'affaires G n° 12 ;
- * un état des volumes d'eau prélevés du (ou des) point (s) d'eau exploités ;

- de présenter à la demande de l'agence, tout document justificatif permettant dévaluer les quantités d'eau expédiées des ateliers d'emballage.

Art. 5. – L'agence nationale de gestion intégrée des ressources en eau à travers ses agences de bassins hydrographiques peut effectuer toutes vérifications quelle jugera utiles pour s'assurer de la fiabilité des renseignements fournis par les concessionnaires.

Art. 6. Les concessionnaires d'exploitation d'une eau minérale ou d'une eau de source sont tenus désinstaller un système de comptage approuvé par l'office national de métrologie légale, accessible aux agents de l'agence chargée du recouvrement de la redevance

- à la sortie de chaque point d'eau de prélèvement
- sur les canalisations menant aux ateliers d'emballage.

Art. 7. Les concessionnaires dont les systèmes de comptage, sont à l'arrêt ou ne fonctionnent pas correctement sont tenus :

- difformer l'agence de bassin hydrographique dont ils relèvent dans les huit (8) jours calendaires suivant la constatation de la Défaillance à de procéder à la réparation ou au remplacement des systèmes de comptage dans un délai ne dépassant pas les trente (30) jours.

En cas de non-respect de ces délais, des mesures seront prises à l'encontre des concessionnaires conformément à la législation et à la réglementation en vigueur

Art. 8. - En cas de cessation temporaire ou définitive de ses activités, le concessionnaire, est tenu d'informer l'agence du bassin hydrographique dont ils relèvent dans un délai de huit (8) jours.

Art. 9. - La facturation des montants dus au titre des redevances est trimestrielle.

Art. 10. - Le règlement des montants dus au titre de la redevance d'eau minérale ou d'une eau de source doit intervenir dans les trente (30) jours qui suivent la réception de la facture. En cas de non-paiement de la redevance dans les délais, l'agence met en demeure le titulaire de la concession de procéder au règlement des sommes dues.

Art. 11. - Sans préjudice des dispositions législatives et réglementaires, des pénalités de retard de 50% seront appliquées pour tout titulaire de la concession qui ne s'acquitte pas des factures Émises par l'agence au titre de trois (3) trimestres consécutifs.

Le produit de la pénalité est affecté selon la même répartition prévue à l'article 98, modifié, de la loi n° 02-11 du 20 Chaoual 1423 correspondant au 24 décembre 2002, susvisée.

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc/g)	
		n	c	m	M
Eaux minérales naturelles et eaux de source	<i>Escherichia coli</i>	5	0	Absence dans 250 ml	
	Entérocoques	5	0	Absence dans 250 ml	
	Spores anaérobies sulfite-réductrices	5	0	Absence dans 50 ml	
	Coliformes Totaux	5	0	Absence dans 250 ml	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5	0	Absence dans 250 ml	

ANNEXE

II

Arrêté interministériel du 2 Moharram 1438 correspondant au 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires

n : nombre d'unités d'échantillonnage prélevés dans un lot qui doit être examiné en vertu d'un plan d'échantillonnage donné.

C : nombre maximum admissible d'unités d'échantillonnage pouvant dépasser le critère microbiologique m. Le dépassement de ce nombre entraîne le rejet du lot.

m : nombre ou niveau maximum de bactéries/g, les valeurs supérieures à ce niveau sont soit admissibles, soit inadmissibles.

M : quantité servant à distinguer les aliments d'une qualité admissible de ceux d'une qualité inadmissibles. Les valeurs égales ou supérieures à M dans l'un quelconque des échantillons sont inadmissibles à cause des risques qu'elles présentent pour la santé, des indicateurs sanitaires ou des risques de détérioration.