

**RÉPUBLIQUE ALGERIENNE DÉMOCRATIQUE ET
POPULAIRE
MINISTÈRE De L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

*Université Abderrahmane Mira-BEJAIA
Faculté de Technologie
Département de Génie des Procédés*

MÉMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de
Master

**En : Génie des Procédés
Option : Génie Alimentaire**

Thème

**Analyse physico-chimique et microbiologique de
l'eau minérale naturelle embouteillée (IFRI) et sa
comparaison avec l'eau de robinet alimenté par le
barrage TICHIAFF**

Présenté par :

MEDJKOUNE Lydia
ALLOU Souheyla

Devant le jury

Mme CHIBANI. N	MCB	Université de Bejaia	Présidente
Mme BELKACEMI. H	Professeur	Université de Bejaia	Examinatrice
Mme BOUARICHE. Z	MAA	Université de Bejaia	promotrice

Année Universitaire : 2018/2019



L'accomplissement du présent travail n'a été possible qu'avec le soutien d'ALLAH et de certaines personnes :

Dans un premier temps, nous tenons à exprimer nos profondes reconnaissances pour notre promotrice Mme **Z.BOUARICHE**, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils.

Aux membres du jury qui ont daigné laisser leurs multiples occupations pour se donner la peine d'examiner ce travail, nous leur sommes infiniment reconnaissants. Leurs critiques et suggestions contribueront certainement à rehausser la valeur scientifique de ce travail.

Nous remercions, Mme KERDJADJ.S et Mr CHABOUR.H, de nous avoir accueillis dans son service, ainsi qu'à tout l'ensemble du personnel du laboratoire de IFRI : Kahina, Djillali, , Wehab, ASSIA pour leur aide, leurs conseils et pour leurs complicités.

Nous remercions tous les professeurs de la Faculté de technologie et Département de Génie des procédés.



A ceux qui n'ont jamais cessé de m'encourager, et me conseiller.

A ceux qui n'ont jamais été avares ni de leur temps ni de leurs connaissances pour satisfaire mes interrogations.

A mes parents ; Malika et Mohand Amokrane.

A ma très chère grande mère Yemma djedjiga.

A Mes chers frères ; Samir, LYES, Rachid.

A ma chère sœur ; Samira et son mari Omar.

A ma copine souheyla et à toute sa famille.

A tous mes professeurs

A tous mes amis...

***Et à toute la promotion 2019 de Génie alimentaire, à qui je souhaite
une bonne réussite***

LYDIA



A ceux qui n'ont jamais cessé de m'encourager, et me conseiller.

A ceux qui n'ont jamais été avares ni de leur temps ni de leurs connaissances pour satisfaire mes interrogations.

A mes parents ; Louiza et Taher.

A mon très cher grand père Mouhend.

A Mon très cher frère ; Farid et sa femme nawel.

A mes très chères sœurs ; Souad, Nadia, Souraya, Siham, Massouda.

A ma copine Lydia et à toute sa famille.

A tous mes professeurs

A tous mes amis...

***Et à toute la promotion 2019 de Génie des procédés de alimentaire,
à qui je souhaite une bonne réussite.***

Souheyla

Tableau III.1 : Méthode des analyses spectrophotométrique	36
Tableau III.2 : Méthode des analyses chimique utilisées	36
Tableau IV.1. Les résultats d'analyse physico-chimiques de l'eau minérale embouteillée IFRI	58
Tableau IV.2. Les résultats d'analyse physico-chimiques de l'eau de robinet issu de TICHIAFF	59
Tableau IV.3 : La variation de la minéralisation de l'eau en fonction de la conductivité	64
Tableau IV.4 : Classification des eaux en fonction de leurs duretés	67
Tableau IV.6 : Les normes utilisées pour l'interprétation les résultats microbiologiques	88
Tableau IV.7 : Résultats microbiologiques obtenus de l'eau IFRI	88
Tableau IV.8 : Résultats microbiologiques obtenus de l'eau de robinet	89

Figure I.1 : La molécule d'eau	02
Figure I.2 : Les différents états de l'eau	03
Figure I.3 : Le cycle de l'eau	04
Figure II.1 : Remplisseuse	23
Figure II.2 : Etiqueteuse	23
Figure II.3 : Fardeuse	24
Figure II.5 : Diagramme de fabrication l'eau minérale naturelle en emballage PET	26
Figure III.1 : Le spectrophotomètre	36
Figure III.2 : Le prélèvement d'eau du robinet à analyser	48
Figure III.3 : Schéma du principe de la technique de culture sur membrane	49
Figure III.4 : Méthode d'ensemencement en masse	50
Figure III.5 : Etapes de réalisation de la manipulation	53
Figure IV.1 : Histogramme comparatif des résultats obtenus de pH de l'eau minérale IFRI et sa norme.	60
Figure IV.2 : Histogramme comparatif des résultats de PH de l'eau de robinet et sa norme.	61
Figure IV.3 : Histogramme comparatif des résultats de la conductivité de l'eau minérale IFRI et sa norme	62
Figure IV.4 : Histogramme comparatif des résultats de la conductivité de l'eau de de l'eau du robinet et sa norme.	63
Figure IV.5 : Histogramme comparatif des résultats de la dureté totale de l'eau minérale IFRI et sa norme	65
Figure IV.6 : Histogramme comparatif des résultats de la dureté totale de l'eau de L'eau du robinet et sa norme	66
Figure IV.7 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en calcium de l'eau minérale IFRI et sa norme.	68
Figure IV.8 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en calcium de l'eau de robinet et sa norme.	68
Figure IV.9 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en magnésium de l'eau minérale IFRI et sa norme.	69
Figure IV.10 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en magnésium de	70

l'eau de robinet et sa norme.	
Figure IV.11 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en chlorure de l'eau minérale IFRI et sa norme.	71
Figure IV.12 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en chlorure de l'eau de robinet et sa norme.	72
Figure IV.13 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en bicarbonate de l'eau minérale IFRI.	73
Figure IV.14 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en bicarbonate de L'eau de robinet.	74
Figure IV.15 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en TA de l'eau de robinet.	75
Figure IV.16 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en TAC de l'eau minérale IFRI.	76
Figure IV.17 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en TAC de l'eau de robinet.	77
Figure IV.18 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en sulfate de l'eau minérale IFRI et sa norme.	78
Figure IV.19 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en sulfate de l'eau de robinet et sa norme.	79
Figure IV.20 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en nitrate de l'eau minérale IFRI et sa norme.	80
Figure IV.21 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en nitrate de l'eau de robinet et sa norme.	81
Figure IV.22 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en nitrite de l'eau minérale IFRI et sa norme.	81
Figure IV.23 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en nitrite de l'eau de robinet et sa norme.	82
Figure IV.24 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en cuivre de l'eau minérale naturelle IFRI et sa norme.	83
Figure IV.25 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en cuivre de l'eau de robinet et sa norme.	83
Figure IV.26 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en potassium de l'eau minérale IFRI et sa norme.	84
Figure IV.27 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en potassium de	85

l'eau de l'eau du robinet et sa norme	
Figure IV.28 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en fer de l'eau minérale IFRI et sa norme	86
Figure IV.29 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en fer de l'eau de robinet et sa norme	87
Figure IV.30 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en manganèse de l'eau minérale IFRI et sa norme.	88
Figure IV.31 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en manganèse de l'eau de robinet et sa norme.	88

- **Abs** : Absence
- **° C** : Degré Celsius.
- **EDTA** : Acide Ethylène Diamine Tétra Acétique.
- **°F** : Degré français.
- **g**: Gramme.
- **HSN** : Acide calcone carboxylique.
- **ISO** : International standardisation Organisation.
- **Mg/l** : Milligramme par litre.
- **mg/mol**: Milligramme par mole.
- **ml**: Millilitre.
- **nm** : Nanomètre.
- **NET** : Noir ériochrome Toluène.
- **N**: Normalité.
- **NF** : Norme française.
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.
- **PET** : Polyéthylène téréphtalate.
- **TA**: Titre Alcalimétrique Simple.
- **TAC** : Titre Alcalimétrique Complète.
- **TH** : Titre Hydrotimétrique.
- **THCa⁺²** : Titre calcique.
- **THMg⁺²** : Titre magnésienne
- **TTC** : Triphényl tétrazolium chlorures.
- **UV-VIS** : Ultraviolet –Visible.
- **µm** : Micromètre.
- **µS /cm** : Micro Siemens par centimètre..
- **UCF** : Unité de colonies formées.

- **Abs** : Absence
- **AgNO₃** : Nitrate d'argent.
- **° C** : Degré Celsius.
- **Cu** : Cuivre.
- **Ca**: calcium.
- **Cl** : Chlorure.
- **EDTA** : Acide Ethylène Diamine Tétra Acétique.
- **°F** : Degré français.
- **Fe**:Fer .
- **g**: Gramme.
- **HCO₃** : Bicarbonate.
- **HSN** : Acide calcone carboxylique.
- **HCl** : Acide chlorhydrique.
- **ISO** : International standardisation Organisation.
- **K** : Potassium.
- **K₂CRO₄** : bichromate de potassium.
- **Mg/l** : Milligramme par litre.
- **mg/mol**: Milligramme par mole.
- **ml**: Millilitre.
- **mmol/L**:Mimmoule par litre.
- **nm** : Nanomètre.
- **Mg**:Magnesium.
- **Mn** : manganèse.
- **NET** : Noir ériochrome Toluène.
- **N**: Normalité.
- **NO₃** : Nitrate.
- **NO₂** : Nitrite.
- **NAOH** : Hydroxyde de sodium.
- **NF** : Norme française.
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.
- **PET** : Polyéthylène téréphtalate.
- **pH** : Potentiel Hydrogène.
- **SO₄**: Sulfate.
- **TA**: Titre Alcalimétrique Simple.
- **TAC** : Titre Alcalimétrique Complète.
- **TH** : Titre Hydrotimétrique.
- **THCa⁺²** : Titre calcique.
- **THMg⁺²** : Titre magnésienne
- **TTC** : Triphényl tétrazolium chlorures.
- **UV-VIS** : Ultraviolet –Visible.
- **µm** : Micromètre.

- **μS/cm** : Micro Siemens par centimètre..
- **UCF** : Unité de colonies formées.

Introduction	1
Chapitre I : Généralités sur l'eau	
I.1.Définition de l'eau	2
I.2.L'importance de l'eau	3
I.3.Cycle de l'eau	3
I.4.L'origine des eaux	5
I.4.1.Eau de pluie	5
I.4.2.Eau de surface	5
I.4.3.Eau de mer	5
I.4.4.Eau de souterraine	5
I.5.Les types des eaux de consommation	6
I.5.1.Les eaux potables	6
I.5.3.Les eaux de source	6
I.5.2.Les eaux minérales naturelles	6
I.6.Classification des eaux minérales	7
I.6.2.Les eaux à minéralisation spéciale	7
I.6.3.Les eaux à forte minéralisation	7
I.7.Les eaux minérales embouteillées	7
I.7.1.Historique des eaux embouteillées	7
I.7.2.Définition des eaux embouteillées	8
I.7.3. Quelques marques des minérales en Algérie	8
I.8.Composition de l'eau	8
I.8.1.Les matières minérales	8
I.8.2.Les matières en suspension	9
I.8.3.Les matières organiques	9

I.8.4.Les matières colloïdales	10
I.8.5.Les matières dissoutes	10
I.9.Les caractéristiques de l'eau	10
I.9.1.Paramètres physico-chimiques	10
I.9.1.1.Les paramètres organoleptiques	11
I.9.1.1.1.La couleur	11
I.9.1.1.2.L'odeur	11
I.9.1.1.3.Le gout	11
I.9.1.1.4.La turbidité	11
I.9.1.2.Les paramètres physiques	12
I.9.1.2.1.La température	12
I.9.1.2.2.Le potentiel d'hydrogène	12
I.9.1.2.3. La conductivité	12
I.9.1.3.Les paramètres chimiques	13
I.9.1.3.1.Le titre hydrométrique ou dureté totale	13
I.9.1.3.2.L'alcalinité	13
I.9.1.3.3.La dureté calcique	14
I.9.1.3.4.La dureté magnésienne	14
I.9.1.3.5.Les bicarbonates	14
I.9.1.3.6.Les chlorures	15
I.9.1.3.7.Les nitrites	15
I.9.1.3.8.Les nitrates	15
I.9.1.3.9.Le magnésium	16
I.9.1.3.10.Le fer	16
I.9.1.3.11.Les sulfates	16
I.9.1.3.12.Les potassiums	16

I.9.1.3.13.Le calcium	17
I.9.1.3.14.Le cuivre	17
I.10.Paramètres microbiologiques	17
I.10.1.Pseudomonas aeruginos	17
I.10.2.Les spores de micro-organismes anaèrobiessulfito-réducteurs	18
I.10.3.Les coliformes	18
I.10.4.Les EscherichiaColi	19
I.10.5.Les entérocoques	19
I.10.6.Les germes aérobies	19
Chapitre II : Présentation de la station	
II.1.Présentation de la SARL IFRI	20
II.2.Sa mission	20
II.3.Objectif de l'unité	20
II.4.Fonctions techniques	20
II.5.Présentation des chaînes de production	21
II.6.Le processus de traitement utilisé	22
II.7.Embouteillage de l'eau minérale naturel IFRI	22
II.7.1.Emballage utilisé	22
II.7.2.Les différentes étapes d'embouteillage	24
II.8.Processus de fabrication l'eau minérale en emballage PET	26
Chapitre III : Matériels et méthode	
III.1.Analyses physico-chimiques	27
III.1.1.Mesure des paramètres physiques	27
III.1.1.1.Méthodes électrochimiques	27
III.1.1.1.1.Le potentiel hydrogène	27
III.1.1.1.2.La conductivité	28

III.1.1.2.Méthodes volumétriques	29
III.1.1.2.1.Détermination de la dureté totale ou titrage hydrométrique(TH)	29
III.1.1.2.2.Détermination de la dureté calcique (TH _{ca})	30
III.1.1.2.3.Détermination de la dureté magnésium	31
III.1.1.2.4.Titrage Alcalimétrique simple TA	32
III.1.1.2.5.Le titrage alcalimétrique complet TAC	33
III.1.1.2.6.Dosage des chlorures	34
III.1.1.2.7.Détermination des bicarbonates	35
III.1.3.Méthode spectrophotométrique	36
III.1.3.1.Dosage des nitrates	36
III.1.3.2.Dosage des nitrites	37
III.1.3.3.Dosage du sulfate	38
III.1.3.4.Dosage de potassium	39
III.1.3.5.Dosage de fer	41
III.1.3.6.Dosage de cuivre	42
III.1.3.7.Dosage de manganèse	43
III.2.Partie microbiologique	45
III.2.1.Analyses microbiologique	45
III.2.2.Méthode d'analyses	47
III.2.2.1.Dénombrement des micro-organismes révivifiabiles (germes totaux)	47
III.2.2.2.Recherche et dénombrement des coliformes totaux	49
III.2.2.3.Recherche des Pseudomonas aeruginosas	50
III.2.2.4.Recherche des spores anaérobies sulfite-réductrices	51
III.2.2.5.Recherche et dénombrement des entérocoques	53
Chapitre IV : Résultats et discussions	
IV.1.Résultats et interprétations des analyses physico-chimiques	55

IV.1.1.Les paramètres organoleptiques	57
IV.1.1.1.La couleur	57
VI.1.1.2.Le gout et l'odeur	57
IV.1.2.Les paramètres physiques	58
IV.1.2.1.Potentiel d'hydrogène (pH)	58
IV.1.2.2.La conductivité	60
IV.1.3.Les paramètres chimiques	62
IV.1.3.1. La dureté totale (TH)	62
IV.1.3.2.Calcium	65
IV.1.3.3.Magnésium	67
IV.1.3.4.Les Chlorures	68
IV.1.3.5.Les bicarbonates	72
IV.1.3.6.Le titre alcalimétrique simple	73
IV.1.3.7. Le titre alcalimétrique complet	74 ²
IV.1.3.8.Les sulfates	75
IV.1.3.9.Les nitrates et les nitrites	76
IV.1.3.10.Le cuivre	80
IV.1.3.11.Les potassium	82
IV.1.3.12.Fer et manganèse	83
VI.2.Les résultats et l'interprétation des Paramètre microbiologiques	88
Conclusion	91
Référence bibliographie	
Annexe	

Introduction

L'eau est un élément vital, précieux pour les êtres vivants et son rôle économique et social est très important. Une eau destinée à la consommation humaine est potable lorsqu'elle est exemptée d'éléments chimiques et biologiques susceptibles à plus ou moins long terme de nuire à la santé des individus.

L'eau potable est une eau possédant des qualités chimiques, microbiologiques et organoleptiques qui la rendent apte à la consommation humaine.

L'eau minérale naturelle est une eau possédant des propriétés thérapeutiques reconnues par la loi et l'appellation n'implique pas obligatoirement une forte teneur en minéraux. D'origine souterraine, elle est d'autant mieux protégée puisqu'elle provient des nappes très profondes et sa composition est due au milieu d'où elle provient ou avec lequel elle a été en contact. Destinée à l'alimentation en tant que boisson, elle doit présenter une grande pureté du point de vue microbiologique et répondre à des critères de qualités physico-chimiques.

L'analyse d'une eau révèle la présence de gaz, de matières minérales et de matières organiques en suspension ou en solution et éventuellement de micro-organismes. Nombre de ces composants ont une origine naturelle en provenance des roches, du sol et de l'air ou par contamination humaine et animale[1].

Cette étude a pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau minérale naturelle embouteillée (IFRI) et sa comparaison avec l'eau de robinet issue du barrage de TICHIAFF.

Ce travail est divisé en quatre chapitres :

- ✓ Le premier chapitre est consacré à la recherche bibliographique concernant les généralités sur l'eau.
- ✓ Le deuxième chapitre consiste à la présentation de l'organisme d'accueil SARL IFRI.
- ✓ Le troisième chapitre présente le matériel et les méthodes utilisés.
- ✓ Le quatrième chapitre est consacré aux résultats obtenus et leurs interprétations.

Enfin, nous terminons notre mémoire par une conclusion.

Chapitre I

Généralité sur l'eau

I.1. Définition de l'eau

Une molécule d'eau peut être représentée en trois dimensions sous la forme tétraèdre déformé. Les deux liaisons d'H-O-H forment un angle de 104.5° . La molécule d'eau se comporte comme un dipôle ; le pôle oxygène, avec des paires d'électrons libres, est chargé négativement, tandis que les deux atomes d'hydrogène représentent la charge positive du dipôle. Cette distribution en charge inégale permet la formation d'associations entre molécules d'eau grâce à des liaisons hydrogène. L'énergie des liaisons H est de 10 à 50 fois plus faible que celle des liaisons covalentes O-H. Les liaisons confèrent à l'eau de nombreuses propriétés physiques, comme par exemple son point de congélation élevé (0°C , 32°F), et son point d'ébullition élevé (100°C , 212°F) [2].

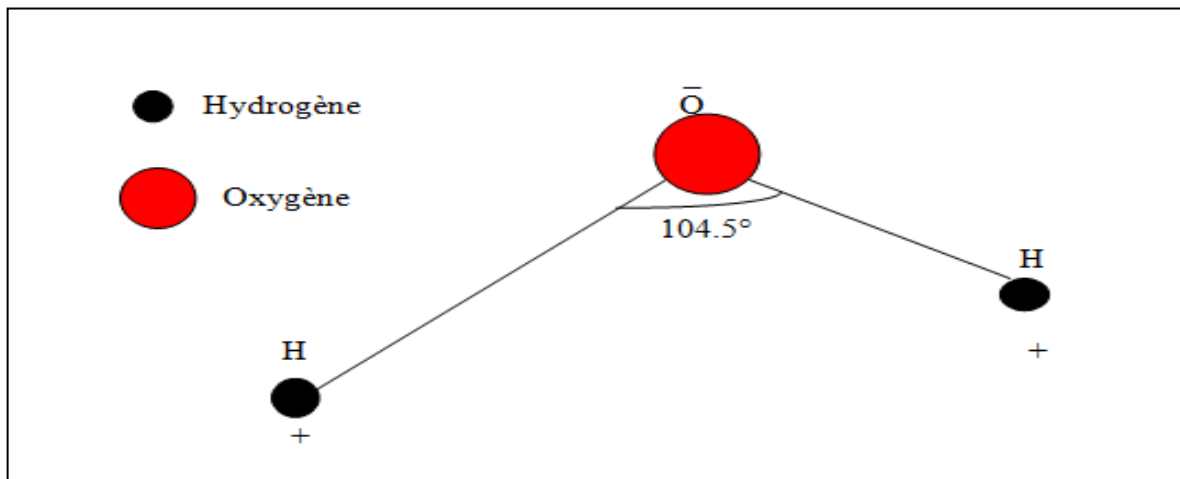


Figure I.1 : la molécule d'eau [2].

Cette eau peut se trouver en trois états : solide (neige et glace), liquide (eau pure ou chargée en soluté), gazeux (vapeur d'eau).

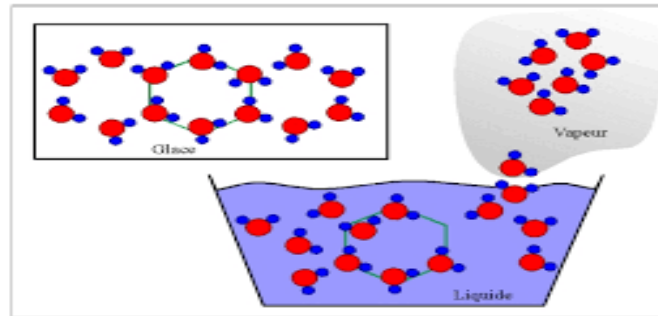


Figure I.2 : les différents états de l'eau.

I.2. L'importance de l'eau

L'eau est un élément essentiel et indispensable à tous les êtres vivants végétaux et animaux, ainsi qu'à l'organisme humain. Si l'homme est, en effet, capable de supporter un jeûne prolongé ; la privation complète d'eau signifie pour lui une mort certaine à brève échéance [3].

I.3. Cycle de l'eau

Entre les quatre grands réservoirs d'eau de l'hydrosphère que sont les mers et les océans, les eaux continentales (superficielles et souterraines), l'atmosphère, et la biosphère, l'échange d'eau est permanent et forme ce que l'on appelle le cycle externe de l'eau. Le moteur de ce cycle en est le soleil grâce à l'énergie thermique qu'il rayonne, il active et maintient constamment les masses d'eau en mouvement.

Ce cycle se divise en deux parties intimement liées (Figure I.3).

Une partie atmosphérique qui concerne la circulation de l'eau dans l'atmosphère, sous forme de vapeur d'eau essentiellement ;

Une partie terrestre qui concerne l'écoulement de l'eau sur les continents, qu'il soit superficiel ou souterrain [4].

En résumé, on retiendra les phénomènes suivants :

❖ Evaporation:

Chauffée par le soleil, l'eau des océans, des rivières et des lacs s'évapore et monte dans l'atmosphère. Les végétaux et les êtres vivants transpirent et rejettent eux aussi de la vapeur.

❖ Condensation

Au contact des couches d'air froid de l'atmosphère, la vapeur d'eau se condense en minuscules gouttelettes qui, poussées par les vents, se rassemblent et forment des nuages.

❖ Précipitations

Les nuages déversent leur contenu sur la terre, sous forme de pluie, neige ou grêle selon la pression atmosphérique.

❖ Ruissellement:

Ces pluies et neiges s'écoulent vers les plaines pour alimenter les nappes souterraines. Ce grand voyage met ensuite environ deux semaines pour rejoindre leur milieu d'origine, les océans [4].

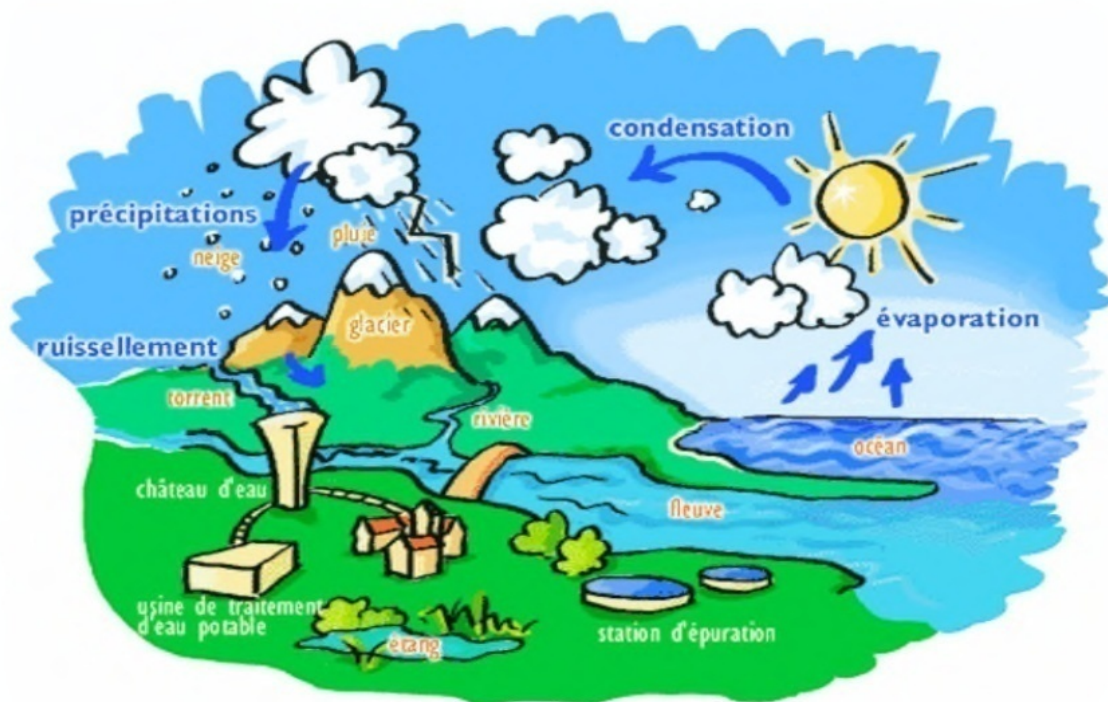


Figure I.3 : le cycle de l'eau.

I.4. Origine des eaux

Il existe différents types de sources d'eau dont les tailles et les caractéristiques sont différentes :

I.4.1. Eaux de pluie

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour l'alimentation humaine. Elles sont saturées d'oxygène et d'azote et ne contiennent aucun sel dissout, comme les sels de magnésium et de calcium ; elles sont donc très douces.

C'est l'eau la plus pure en dehors des zones urbaines. Dans le cas contraire, on rencontre des pluies acides due à la pollution présente dans l'air [5].

I.4.2. Eaux de surface

Les eaux de surface sont toutes les eaux circulantes ou stagnantes à la surface des continents. On peut y accéder facilement mais elles se polluent rapidement et aisément à cause de l'activité humaine.

La qualité des eaux de surface dans les pays industrialisés a généralement été améliorée en ce qui concerne certains polluants au cours des 20 dernières années, mais les nouveaux produits chimiques sont de plus en plus un problème [6].

I.4.3. Eaux de mer

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsque il n'ya pas moyen de s'approvisionner en eau douce.

Ces eaux sont caractérisées par leur salinité, c'est-à-dire leur teneur globale en sels.

La salinité de la plupart des eaux de mer varie de 33000 à 37000mg/L. Cette valeur varie fortement selon les saisons et les régions des eaux de mer [7].

I.4.4. Eaux souterraines

On entend par eau souterraine l'eau qui se trouve sous niveau du sol et qui remplit soit des fractures de socle rocheux, soit les pores présents dans les milieux granulaires tels que les graviers. Contrairement à l'eau de surface, l'eau souterraine n'est pas rassemblée comme un ruisseau ou une rivière, mais elle circule en profondeur dans les formations géologiques qui constituent l'espace souterrain. [8]

I.5. Type des eaux de consommation

I.5.1. Eaux potables

La définition d'une eau potable est très malaisée. C'est en effet un terme générique qui ne peut s'appuyer sur un type unique, car toute eau que l'on peut consommer sans danger peut être considérée comme potable.

A cette notion de danger potentiel peut se superposer une notion d'agrément vis-à-vis du goût et même de confort (aspect, température).

On pourrait dire, qu'une eau destinée à la consommation humaine doit :

Être raisonnablement minéralisée,

Être raisonnablement colorée et limpide,

Être assurée de ne pouvoir nuire à la santé,

Être assurée de ne pas voir ses qualités altérées par le temps, ou les conditions de son transport. [9]

I.5.2. Eaux de source

L'eau de source est une eau d'origine exclusivement souterraine, apte à la consommation humaine microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution. Sa composition peut varier avec le temps.

La composition minérale d'une eau de source n'est pas constante (Séparation des éléments et composés instables de fer, manganèse, soufre, arsenic par décantation et/ou filtration).

Pour les eaux souterraines, dont la température au cours des saisons est d'environ 12 à 15 °C. [9]

Il existe différentes marques de l'eau de source en Algérie qui sont :

- Alma, Ayris, Dhaya, Ifren, Lejdar, Manbaâ El Ghezlane, Nestlé, Vie pure, Qniaa, Sidi Rached, Mont djurdjura, Mileza.

I.5.3. Eaux minérales naturelles

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 forcées.

Ces caractéristiques sont appréciées sur les plants :

- Géologique et hydrogéologique,

- Physique, chimique,
- microbiologique,
- Pharmacologique. [10]

I.6. Classification des eaux minérales

I.6.1. Les eaux à faible minéralisation

Sont toutes les eaux qui sont le plus souvent froides et oligo-minérales. Elles sont consommées sans modération et ne présentent pas de contres indications.[11]

I.6.2. Les eaux à minéralisation spéciale

Elles sont caractérisées par la présence d'un élément spécifique tel que le fer ou le cuivre. La plupart de ces eaux ne sont pas embouteillées et sont prescrites surplace en cure.[11]

I.6.3. Les eaux à forte minéralisation

Elles sont caractérisées par la présence d'un ou deux éléments prédominants comme le calcium et les bicarbonates dont la concentration est généralement assez élevée [11].

I.7. Les eaux minérales embouteillées

I.7.1. Historique des eaux embouteillées

Depuis une vingtaine d'année, le marché des eaux embouteillées connaît une forte croissance; ce développement c'est concrétisé par l'implantation de dizaine d'unité d'exploitation et de production a travers l'ensemble du territoire national ; il a été aussi accompagné par une augmentation exceptionnelle de la consommation dont la part par habitant a remarquablement évolué .Cette évolution spectaculaire a été attribuée à l'inquiétude des consommateurs sur l'augmentation de la pollution de l'eau et leur opposition au goût désagréable, à l'odeur et à la contamination bactérienne.

A travers ce développement de consommation, les pouvoirs publics ont promulgué une série de textes réglementaires ayant pour objectif l'encadrement, l'exploitation, la production et la commercialisation des eaux embouteillées [12].

I.7.2. Définition des eaux minérales embouteillées

Ce sont des eaux naturelles utilisées pour leurs intérêts thérapeutiques, et leur composition ne répond que rarement à la législation des eaux de boisson.

En effet leur utilisation est conseillée en fonction de l'indication médicale [13].

I.7.3. Quelques marques d'eaux minérales en Algérie

Thevest, AïnBouglez, Djemila, Guedila, Ifri, LallaKhedidja, Misserghine, Saïda, Sidi Okba, Sidi Yakoub-TeXenna, Toudja, Ben Haroun, Batna, El Goléa, Mansourah, Milok, Youkous, Aïn Souda, Mouzaïa, Alma (Hamoud B.), Hammamet, N'Gaous [14].

I.8. Composition de l'eau

I.8.1. Matières minérales

Ce sont essentiellement des composés ioniques, anions et cations, qui proviennent de la dissolution des roches dans l'eau qui circule à leur contact.

Les composés minéraux présents dans l'eau sont :

- ❖ **Certains métaux** : Dans la plupart du temps, ils engendrent des corrosions des canalisations et certains peuvent aussi provoquer une coloration pour l'eau.

On cite le cuivre, l'aluminium, le zinc, le fer, le calcium, le magnésium, le manganèse, le potassium, le sodium et les sulfates.

- ❖ **Nitrates et nitrites** : On constate une augmentation générale de concentration dans les eaux brutes, elles doivent être éliminées si cette concentration est supérieure à la norme.
- ❖ **Fluor** : Une concentration en fluor trop importante provoque des taches de l'émail des dents. Il faut la réduire par un traitement spécifique lorsqu'elle est supérieure à environ 1mg.L^{-1} .
- ❖ **Chlorure** : Les eaux souterraines contiennent des traces de chlorure, alors que les eaux de mer sont riches en cet élément. L'augmentation de la concentration d'une eau en Cl^- accroît la probabilité de la corrosion par piqûres mais c'est l'effet synergique des ions Cl^- et de l'oxygène qui peut être très grave.

- ❖ **Sélénium** : très répandu mais toxique pour l'homme au niveau du foie, des artères et des cheveux, le sélénium est limité dans l'eau potable à une concentration $10\mu\text{g/L}$. [15]

1.8.2. Matières en suspension

Les matières en suspension (MES) constituent l'ensemble des particules minérales et/ou organiques présentes dans une eau naturelle ou polluée. Elles peuvent être composées de particules de sable, de terre et de sédiment arrachées par l'érosion, de divers débris apportés par les eaux usées ou les eaux pluviales très riches en MES, d'êtres vivants planctoniques (notamment les algues). Elles correspondent à la concentration en éléments non dissous d'un échantillon.

L'abondance des matières en suspension dans l'eau favorise la réduction de la luminosité et abaisse la production biologique du fait, en particulier, d'une chute de l'oxygène dissous consécutive à une réduction des phénomènes de photosynthèse. [16]

1.8.3. Matières organiques

Ce sont, par définition, des composés du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote. Ces matières proviennent soit de l'érosion des sols, soit de la décomposition de matières animales ou végétales qui se retrouvent dans l'eau. Elles se décomposent du fait de leur instabilité chimique et par l'action des microorganismes de l'eau en formant des composés de plus en plus simples. [16]

1.8.4. Matières colloïdales

L'état colloïdal est un état intermédiaire entre l'état dissous et la suspension. Les matières colloïdales sont constituées d'éléments de petite taille chargés négativement, ce qui explique qu'ils se repoussent et se répartissent de façon dispersée et désordonnée dans la masse liquide. Aussi, leur élimination de l'eau à traiter est difficile car elles ne décantent pas de manière spontanée et sont peu retenues par les filtres. On devra utiliser des réactifs chimiques qui neutralisent les charges négatives superficielles et permettent leur agrégation. [16]

1.1.8.5. Les matières dissoutes

Ce sont des matières dispersées de façon homogène dans l'eau, faiblement polarisées ou ionisées. Du fait de leur état dissous, ces molécules sont difficiles à éliminer de l'eau à traiter par les procédés physiques classiques, décantations et filtration. Si leur

élimination est nécessaire, par exemple pour les nitrates, il faudra utiliser des méthodes chimiques ou, biologiques. [16]

I.9. Les caractéristiques de l'eau

I.9.1. Paramètres physico-chimiques

De nombreux paramètres sont mesurés afin de s'assurer de la qualité de l'eau. Les paramètres organoleptiques, les paramètres physiques, chimiques sont autant de facteurs devant être contrôlés. On peut dégager de ces paramètres une notion importante, celle de la minéralisation. Il s'agit de l'ensemble des sels minéraux en solution dans l'eau.

I.9.1.1. Paramètres organoleptiques

Ces paramètres concernent les qualités sensibles de l'eau : la couleur, la saveur, la transparence, n'ont pas de valeur sanitaire directe.

I.9.1.1.1. Couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité.

La nature et la concentration des matières en suspension jouent un rôle prépondérant dans l'apparition des couleurs des eaux. Certains rejets résiduels altèrent profondément la couleur naturelle des eaux, notamment les effluents des teintures et des papeteries ou cartonneries contenant des colorants particulièrement stables [17].

I.9.1.1.2. Odeur

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. En effet, toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matière organiques en décomposition. Ces substances sont en général en quantité si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse ordinaire. Le sens olfactif peut seul, dans une certaine mesure, les déceler [17].

I.9.1.1.3. Goût

Elle peut être définie comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçues lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche ; La saveur correspond à l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation, par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs [17].

I.9.1.1.4. Turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisées : argiles, limons, graine de silice, matière organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces matières mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace. Les mesures de turbidité ont donc un grand intérêt dans le contrôle de l'opération de traitement des eaux brutes [17].

I.9.1.2. Paramètres physiques

Les paramètres physiques sont en relation avec la structure naturelle des eaux : au contact du sol, les eaux se chargent de certains éléments minéraux qui influent sur la conductivité et le pH, la température de l'eau est également prise en compte.

I.9.1.2.1. 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 de pH pour la connaissance de l'origine de l'eau. En outre cette mesure est très utile pour les études limnologiques et de point de vue industriel pour les calculs d'échange thermiques. De façon générale, la température des eaux est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profonde [1].

I.9.1.2.2. Potentiel d'hydrogène

Le pH est une mesure de l'activité des ions H^+ contenus dans l'eau. Il joue un rôle principal dans l'indication des propriétés physico-chimiques comme l'acidité et l'agressivité. Il intervient dans les processus biologiques, dont certains exigent des limites très étroites de pH.

Dans certains traitements tels que la coagulation, l'adoucissement contre la corrosion et la coloration, le pH joue un rôle prépondérant [1].

I.9.1.2.3. Conductivité

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 de surface et elles sont séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique.

L'unité de la conductivité est le siemens par mètre (S/m) [17].

I.9.1.3. Paramètres chimiques

Parmi les paramètres chimiques, certaines substances sont considérées comme indésirables, c'est-à-dire que leur présence est tolérée, tant qu'elle reste inférieure à un certain seuil (fluor, nitrates, etc.), par contre, les substances toxiques comme l'arsenic, le plomb, le chrome, le nickel, l'antimoine, le cyanure et le sélénium, ainsi que certains hydrocarbures ont des limites de qualité très basses de l'ordre du millionième de gramme par litre, ce qui exige des analyses extrêmement fines.

I.9.1.3.1. Le titre hydrométrique ou dureté totale

S'ajoutent quelquefois les ions fer, aluminium, manganèse, strontium. La dureté ou titre hydrométrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels la dureté est encore appelée dureté calcique et magnésienne ou consommation de savon. Elle s'exprime en milliéquivalents de concentration en CaCO_3 . Elle est aussi très souvent donnée en degrés français [1].

$$\text{TH} = [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}].$$

I.9.1.3.2. L'alcalinité

À l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et des sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement de la présence d'hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes.

D'autres sels d'acides faibles peuvent aussi être dosés et interfèrent dans la mesure : acides humiques, phosphates, citrates, tartrates..., la silice ionique peut aussi interférer notamment lorsque le pH est supérieur à 8,5.

On distingue comme pour la mesure de l'acidité, deux titres qui sont le titre alcalimétrique ou titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC).

L'unité utilisée est le degré français ($1^\circ\text{f} = 10 \text{ mg/l de CaCO}_3 = 0,2 \text{ milliéquivalent/l}$) [1].

a. Titre alcalimétrique simple (TA)

Le TA correspond donc à la somme des concentrations des ions carbonates (CO_3^{2-}) et des ions hydroxydes (OH^-) [1].

$$TA = [\text{OH}^-] + 1/2 [\text{CO}_3^{2-}].$$

b. Le titre alcalimétrique complet

Le TAC mesure les espèces basiques dans l'eau (ions hydroxydes OH^- , ions carbonates CO_3^{2-} et ions hydrogénocarbonates (ou bicarbonate HCO_3^-) [1].

$$TAC = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-].$$

I.9.1.3.3. La dureté calcique

C'est la concentration en ions calcium présents dans une eau. Les techniques utilisées dans ce cas est celle à l'EDTA donne encore les résultats satisfaisants pour des contrôles de routine [1].

I.9.1.3.4. La dureté magnésienne

C'est l'ensemble des ions magnésium présente dans une eau, c'est la différence entre la dureté totale et la dureté calcique.

I.9.1.3.5. Les bicarbonates

Les carbonates totaux dissous dans les eaux sont liés par des équilibres acide-base à l'acide carbonique.

Aux pH des eaux naturelles (entre 7 et 8) les carbonates sont sous formes HCO_3^- (ion bicarbonate ou hydrogénocarbonate) principalement avec des traces d'acide carbonique (ou de dioxyde carbone) et d'ion carbonate (notamment quand le pH est supérieur à 8,3 – 8,4).

Le dosage des carbonates totaux peut être réalisé très simplement par la détermination de l'alcalinité et plus précisément des titres TA et TAC [1].

I.9.1.3.6. Les chlorures

Les chlorures interviennent dans la désinfection de l'eau. Ils ne présentent aucun risque pour la santé mais donnent à l'eau un goût fort et désagréable d'eau de javel.

Les chlorures rendent l'eau corrosive et peuvent attaquer le béton et charger l'eau en trace des métaux indésirables.

Le rôle des roches cristallines dans la minéralisation en chlorure est faible. L'apport par la précipitation est d'autant plus important que la distance à la mer est plus faible [1].

I.9.1.3.7. Les nitrites

La présence des nitrites d'origine naturelle est très rare. Ils sont répandus dans le sol, les eaux et les plantes mais en quantité relativement faible. La présence des nitrites dans une eau naturelle peut être due à une oxydation incomplète de composés azotés (azote organique ou ammoniacal) ; ils correspondent à un stade intermédiaire très fugace et leur concentration reste donc, en général, assez faible [18].

I.9.1.3.8. Les nitrates

La teneur naturelle des eaux souterraines en nitrates est faible ; elle dépend des types de sols, de la végétation qui les recouvre ainsi que de taux d'oxygénation dans la zone noyée. L'apport atmosphérique est faible lui aussi, par conséquent l'origine de ce traceur dans les eaux karstiques est essentiellement externe. Il est utilisé comme indice de pollution. Les apports anthropiques principaux sont liés essentiellement aux activités :

- agricoles : fertilisation des sols par des engrais azotés, fumiers, élevage ;
- humaine : eaux usées.

Compte tenu de leur origine externe, ces éléments peuvent informer d'une part sur le fonctionnement des aquifères karstiques et particulièrement sur les modalités d'infiltration dans le système (lente ou rapide). D'autre part, les nitrates constituent un excellent traceur de la qualité des eaux. [18]

I.9.1.3.9. Le magnésium

Il constitue l'élément significatif de la dureté de l'eau avec les ions calcium, c'est l'un des éléments les plus répandus dans la nature. La variation du magnésium dans les eaux souterraines est due à l'influence des formations carbonates telles que les calcaires, d'une part, et les formations les salifères d'autre part comme les argiles et les marnes qui sont riches en Mg^{2+} .

Son abondance géologique, sa grande solubilité, sa large utilisation industrielle font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes [19].

I.9.1.3.10. Le fer

Le fer est un métal assez soluble que l'on peut retrouver dans l'eau et qui précipite par oxydation de l'air. Ce métal se classe en 4^{ème} rang des éléments de la croûte terrestre.

Les besoins pour l'organisme humain se situent entre 2 et 3 mg/L jour mais 60 à 70% seulement de la quantité intégrée sont métabolisés

Un excès de fer dans l'eau se précipite au contact de l'air en formant des flocons rouges qui troublent l'eau et tachent la ligne [1].

I.9.1.3.11. Les sulfates

Les sulfates qui se dissolvent dans l'eau proviennent de certains minéraux en particulier du gypse ou apparaissent à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux.

Selon l'intolérance des consommateurs, l'excès de sulfates dans l'eau peut entraîner des troubles intestinaux. Les concentrations admissibles sont de l'ordre de 400 mg/l [1].

I.9.1.3.12. Le potassium

Le potassium est étroitement rattaché au sodium à tel point, qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses de l'eau. Sa présence est très répandue dans la nature sous forme de sels. Il joue un rôle important dans l'équilibre électrolytique de l'organisme et règle la teneur en eau à l'intérieur des cellules.

Sa présence à peu près constante dans les eaux naturelles ne dépasse pas habituellement 5 à 10 mg/l [20].

I.9.1.3.13. Le calcium

C'est un métal alcalino-terreux très répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Il existe principalement à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre sous forme sulfate, chlorure...etc.

Le calcium est aussi fréquent dans les roches sédimentaires. Il peut provenir également des formations gypsifères ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) qui sont facilement solubles.

Le calcium ne pose pas des problèmes de potabilité, le seul inconvénient domestique lié à une dureté élevée est l'entartrage [21].

I.9.1.3.14. Le cuivre

Le cuivre est nécessaire en faible dose à l'organisme humaine, mais il devient toxique par effet cumulatif de doses importantes [22].

I.10. Paramètres microbiologiques

L'objectif de l'analyse microbiologie ou bactériologie d'une eau n'est pas d'effectuer un inventaire de toutes les espèces présentes, mais de rechercher soit celles qui sont susceptibles d'être pathogènes soit, et celles qui les accompagnent et qui sont en plus grand nombre souvent présentes dans l'intestin des mammifères. Ces dernières sont dites flore indicatrices d'une contamination fécale.

On peut noter que l'absence de contamination fécale ne laisse en rien présager l'absence d'espèce potentiellement pathogène.

I.10.1. *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa est l'espèce type du genre *pseudomonas*. C'est une bactérie Gram négative, non sporulée, oxydase positive et catalase positive ou négative, qui se développe sur des milieux sélectifs contenant du cétrimide.

La plupart des souches (98%) produisent un pigment jeune-vert fluorescent soluble dans l'eau.

La majorité des souches sont capables de croître à 42°C mais pas à 4°C, ce qui différencie «*Pseudomonas aeruginosa*» de «*Pseudomonas fluorescens*» qui croît à 4°C et non à 42°C. Elle liquéfie la gélatine et hydrolyse la caséine mais pas l'amidon.

Pseudomonas aeruginosa est une bactérie ubiquiste, saprophyte dans des eaux douces et marines, dans l'air, dans les sols humides ou sur les végétaux. Elle est commensale des téguments et des muqueuses de l'homme et des animaux, mais aussi pathogène pour eux.

Cette bactérie se rencontre dans l'environnement hospitalier au niveau du matériel, médical ou chirurgical, et dans des solutions d'antiseptiques.

Certaines espèces sont commensales de l'homme et des animaux [23].

I.10.2. Les spores de micro-organismes anaérobies sulfite-réducteurs

Des micro-organismes anaérobies strictes formant des spores et sulfite-réducteurs, appartenant à la famille des Bacillacées et au genre *Clostridium*, sont largement répandus dans l'environnement [24].

Elles sont présentes dans les matières fécales humaines et animales, ainsi que dans les eaux usées et le sol. À la différence des *Escherichia coli* et d'autres organismes coliformes, les spores survivent dans l'eau pendant long temps, car elles sont plus résistantes que les formes végétatives à l'action des facteurs chimiques et physiques. Elles peuvent ainsi

fournir des indications sur une pollution éloignée ou intermittente. Elles peuvent même être résistantes à la chloration dans les proportions habituellement utilisées pour le traitement des eaux [25].

I.10.3. Les coliformes

Sont des bactéries à Gram négatif, non sporulées, présentant une réaction négative à l'oxydase, pouvant croître en aérobiose et éventuellement en anaérobiose en présence de sels biliaires (ou autre dérivé tensioactif présentant des propriétés d'inhibition de croissance similaire), et normalement capables de fermenter le lactose avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 h lorsqu'on les fait incuber à une température de (36 ± 2) °C. Ils possèdent également l'enzyme β -galactosidase. Ils regroupent un certain nombre d'espèces *Escherichia-coli*, *Klebsiella pneumoniae* [26].

I.10.4. Les *Escherichia. coli*

Les *E. coli* sont des bactéries coliformes qui sont capables de produire de l'indole à partir du tryptophane à (44 ± 0.5) °C. Ils possèdent également l'enzyme β -glucuronidase, réagissent positivement à l'essai au rouge de méthyle et peuvent décarboxyler l'acide L-glutamique, mais ne sont pas capables de produire de l'acétylméthylcarbinol, d'utiliser le citrate comme seule source de carbone ou de croître dans un bouillon au cyanure de potassium [27].

I.10.5. Les entérocoques

Les entérocoques intestinaux sont des bactéries en forme de cocci ou ovoïdes, à Gram positif, formant généralement des chaînes, catalase-négatives, anaérobies facultatives possédant l'antigène du groupe D, Comme leur nom le rappelle (entérique + coque), ils font partie de la flore commensale et se retrouvent notamment dans le tractus digestif et génito-urinaire dont l'urètre. Chez l'homme et la plupart des animaux autant que pathogène opportunistes [28].

I.10.6. Les germes révivifiants

Totalité des bactéries, levures et moisissures aérobies capables de former des colonies dans ou sur le milieu de culture spécifié dans les conditions d'essai décrites [29].

Chapitre II

Présentation de la station

Chapitre II : Présentation de la station

II.1. Présentation de la SARL IFRI

La SARL Ibrahim & fils « IFRI » est une société à caractère industriel, spécialisée dans la production des eaux minérales et des boissons diverses. Elle contribue au développement du secteur agro-alimentaire à l'échelle nationale.

L'origine de cette société remonte à l'année 1986. Elle a été créée par Monsieur Ibrahim Laid, sous la dénomination « limonaderie Ibrahim ». Ce n'est que dix ans plus tard, en 1996, que l'entreprise hérite du statut juridique d'une SNC « Société en Non Collectif » puis du statut de SARL « Société A Responsable Limitée ». Elle est composée de plusieurs associés et est spécialisée dans les boissons diverses. Elle est située à Ighzer Amokrane, dans la commune d'IFRI Ouzellaguen.

II.2. Sa mission

La SARL « IFRI » a pour but d'élargir sa gamme de produit (objectif qualitatif), et augmenter sa capacité de production (objectif quantitatif).

IFRI est présente dans plus d'une dizaine de pays, son marché principal est l'Algérie, suivi de près par la France, l'Angleterre, l'Espagne, l'Italie, l'Allemagne, la Belgique Luxembourg, le Soudan et les Émirats Arabes Unis.

II.3. Objectif de l'unité

Les objectifs de l'unité sont multiples, citant :

- l'embouteillage d'eau minérale naturelle plate et gazéifiée.
- fabrication des boissons gazeuses.

II.4. Fonctions techniques

Elle assure le contrôle des travaux d'exécution et le suivi des procédés technologiques de fabrication. Elle englobe dans sa structure trois services qui sont :

➤ Service de fabrication

Ce service s'occupe des équipements industriels de fabrication et détermine les normes et les capacités de production de l'unité. Il comprend dix équipes, avec neuf personnes chacune.

➤ Service de laboratoire

Le service laboratoire est géré par deux ingénieurs et un technicien. Il intervient dans le contrôle quotidien de la qualité de la matière première et du produit fini.

➤ Service maintenance

Il assure le contrôle des travaux et l'entretien des équipements de fabrication.

II.5. Présentation des chaînes de production

Elle dispose de 07 chaînes de production qui sont :

1. « **Combi 12** » Une ligne de production d'eau minérale naturelle en emballage PET de 1.5L.

2. « **Combi 20** » Une ligne de production d'eau minérale naturelle en emballage PET de 1.5L.

3. « **KSB** » Une ligne de production d'eau minérale naturelle en emballage PET de 0.5L et 1.5L.

4. « **KRONES1** » Une ligne de production d'eau fruitée en emballage verre de 0.25L

5. « **KRONES2** » Une ligne de production d'eau minérale naturelle et d'eau minérale naturelle gazéifiée en emballage verre de 0.25L et 1L, de sodas (orange, pomme verte, citron, citron vert, fraise, bitter) de 0.25L et 1L.

6. « **CSD** » Une ligne de production de boissons d'eau minérale naturelle gazéifiée de 0.33L et 1.25L, de différents sodas en emballage PET de 0.33L, 1.25L et 2L.

7. « **SASSIB** » Une ligne de production d'eau minérale naturelle en emballage PET 0.5L, 1.5L, d'eau minérale naturelle en bouchon SPORT de 0.5L, d'eau minérale naturelle JUNIOR en bouchon Sport de 0.33L, d'eau minérale Air Algérie de 0.33L.

8. « **Aseptique** » Une ligne de production aseptique de jus IFRUIT en emballage PET (Mangue, fruits tropical, raisin, orange citron carotte, melon ananas, pêche abricot)

de 0.33L, 1L et 2L, de boissons au jus et au lait (pomme fraise, orange mangue) de 0.20L, 0.33L et 1L, de boissons Biscuit 10 Fruits de 0.33L et 1L, de boissons Isotonique (fraise, ananas, cerise) AZERO de 0.5L, et Jus d'Orange et de Pomme de 0.20L et 1L.

9. « **KRONESM** » Une ligne de production d'eau minérale naturelle en emballage verre de 0.25L, 0.5L et 1L, et d'eau minérale naturelle gazéifiée de 0.25L, 0.5L et 1L.

10. « **KSB 18-2** » Une nouvelle ligne de production aseptique de sodas de 1L et 2L.

II.6.Le processus de traitement utilisé

1. le captage des eaux minérales

À l'aide des pompes très puissantes, l'eau provenant des sources est aspirée vers l'air libre à travers des tuyaux inoxydables, qui préservent toute sa pureté et sa minéralité et éliminent tout contact avec l'extérieur.

2. le traitement effectué

Une fois que l'eau est pompée du forage, elle subit un traitement physique qui est la filtration.

L'eau passe à travers un filtre à sable, qui consiste à éliminer les particules en suspensions, pour être stockée dans une cuve en acier inoxydable. L'eau ainsi filtrée est distribuée pour les différentes chaînes de remplissage.

II.7.Embouteillage de l'eau minérale

II.8.1.Emballage utilisé

L'emballage utilisé pour le conditionnement de l'eau minérale naturelle IFRI est fabriqué base de la matière plastique qui est le polyéthylène téréphtalate (PET).

II.8.1.Les différentes étapes d'embouteillage

Pour avoir la forme définitive de la bouteille, la préforme passent par les étapes suivants :

➤ Soufflage

- Les préformes passent par les infra-rouge qui les chauffent à des températures différentes, selon la zone de la bouteille.
- Les préformes poursuivent leur chemin vers le moule à travers les pinces.
- En arrivant à un certain niveau d'étirage, les préformes subissent un pré-soufflage à basse pression de sept bars qui consiste à injecter de l'air stérile.

- La dernière étape consiste à injecter de l'aire à une pression de 40 bars ; pour que la préforme épouse la forme du moule.

➤ **Remplissage et bouchonnage**

Après le soufflage, les bouteilles passent à travers un convoyeur sous les rayons ultraviolets pour être stérilisées.

Les bouteilles stérilisées sont remplies.

Grâce à une roue de transfert, les bouteilles ainsi remplies passent vers la bouchonneuse pour la pose et le vissage des bouchons avec des capsules en plastique à vis.



Figure II.1 : Remplisseuse.

➤ **Etiquetage et marquage**

À la sortie de la remplisseuse les bouteilles se dirigent vers la zone tampon, une bande de convoyage emmène les bouteilles vers l'étiqueteuse pour la pose d'une étiquette ; celle-ci viens dans des bobines pré imprimées ,à l'entrée de l'étiqueteuse des roues de guidage et des vérins de fixation prépare la bouteille pour la pose de l'étiquette, cette machine se charge de la découpe et l'encollage des étiquettes sur les bouteilles.

Les dates de fabrication et de péremption bien apparentes et indélébiles sont inscrites sur la partie supérieure de la bouteille.

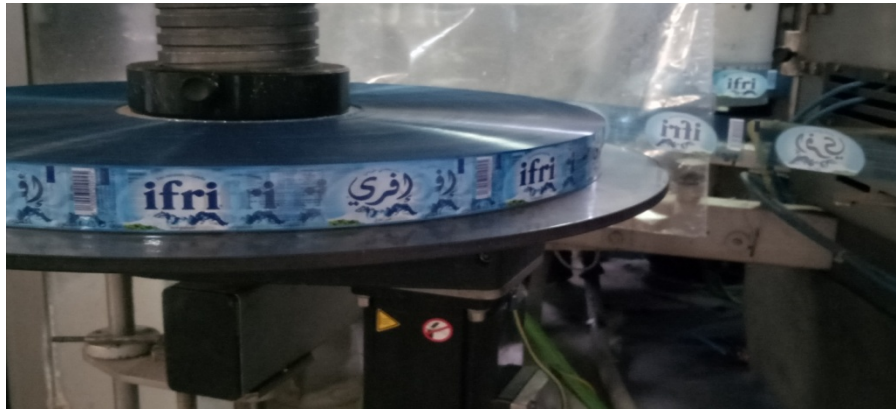


Figure II.2 : Etiqueteuse.

➤ **Fardelage**

À la sortie de l'étiqueteuse les bouteilles se dirigent vers une machine qui assure le conditionnement des bouteilles en packs de 2*3 bouteilles pour le format et 1.5L et packs de 4*3 pour les formats 0.33L et 0.5L.

Au début des guides vibreur aligne les bouteilles en fil continu puis un tapis roulant sépare les bouteilles selon le format du pack désiré ; un film rétractable s'introduit sous les bouteilles puis enroulé par-dessus et coupé à la longueur souhaitée, le pack passe ensuite vers un four électrique qui va chauffer le film plastique et juste après des ventilateurs envoient de l'air pour refroidir le film ainsi il se rétracte et prend la forme du pack.



Figure II.3 : Fardeuse.

➤ Palettisation

Les fardeaux ainsi formés passent grâce à un tapis roulant vers le palettiseur, ce dernier rassemble les fardeaux et les oriente selon le schéma programmé. En premier, des rouleaux tournants positionne une palette en plastique puis des ventouses posent un intercalaire en plastique, un plateau où les fardeaux sont organisés se positionne au niveau de la palette et un bras hydraulique pousse les fardeaux vers la palette, ainsi un étage est formé, le plateau revient à sa position initiale et d'autres fardeaux prennent position sur ce dernier, et un autre cycle se déclenche (posage d'intercalaire puis positionnement des fardeaux) ainsi ses étapes se répètent autant qu'il faut jusqu'à la fin du positionnement des fardeaux, les rouleaux tournants envoient la palette vers l'enrouleuse où un film étirable est enroulé autour de la palette, à la fin la palette se positionne au bout de la chaîne pour être enlevée par un chariot élévateur et emmenée vers la zone de stockage.

II.9. Processus d'embouteillage de l'eau minérale en emballage PET

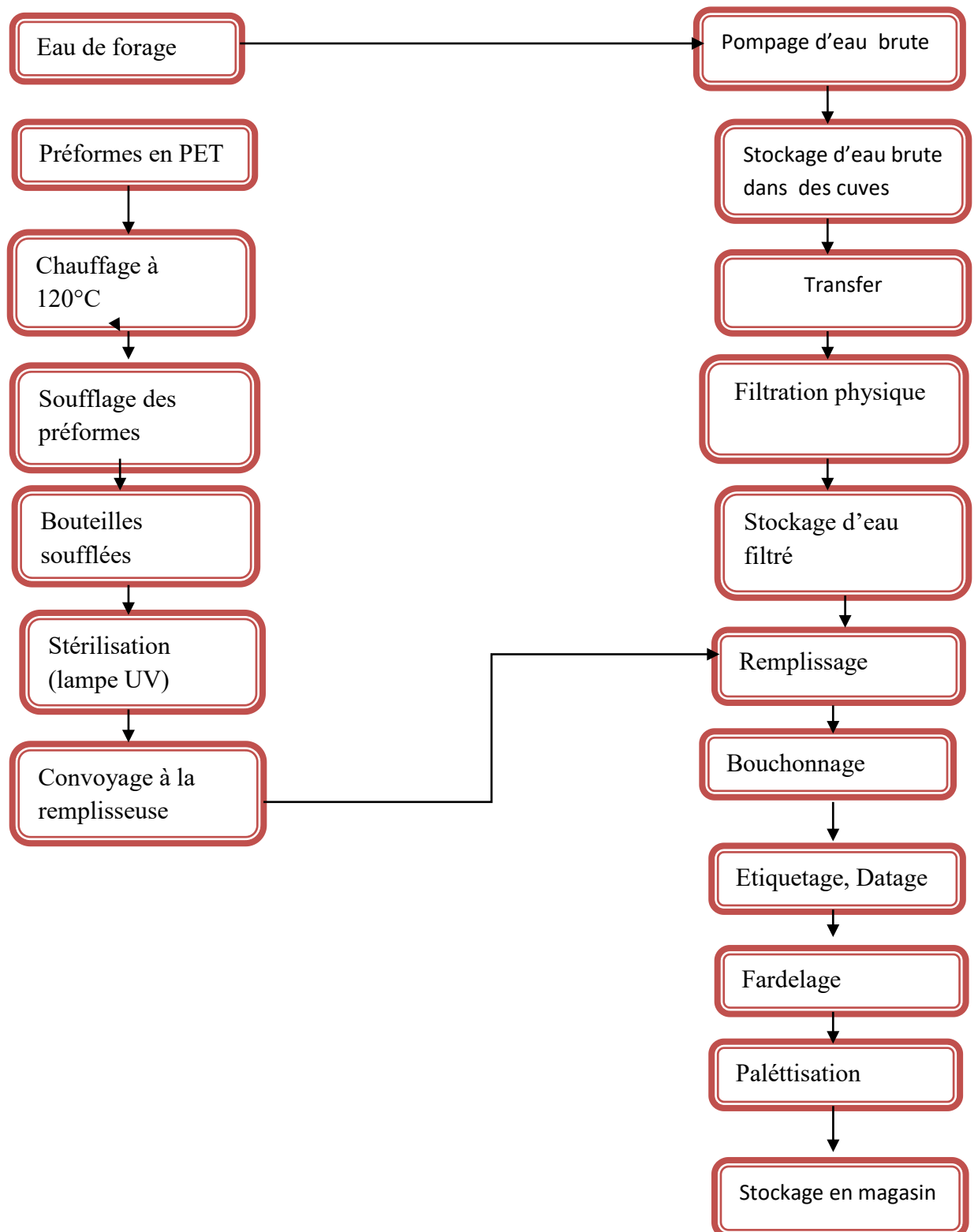


Figure II.5. Diagramme de fabrication de l'eau minérale naturelle en emballage PET.

Chapitre III

Matériels et méthodes

Chapitre III : Matériels et méthodes

L'objectif de ce travail est de faire des analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau minérale naturelle embouteillée IFRI et de l'eau de robinet issues du barrage de TICHY HAFI.

Les analyses de ces échantillons ont été réalisées au laboratoire de SAL IFRI à Ouzellaguen pendant la période de stage ayant du 24 mars 2019 au 25 avril 2019, pour les analyses physico-chimiques de l'eau minérale naturelle embouteillée IFRI, on a pris 5 échantillons différents, un pour chaque semaine pendant 5 semaines, et pour l'eau de robinet, on a pris 3 échantillons pendant 3 jours, du 22/04/2019 au 24/04/2019.

III.1. Analyses physico-chimiques

III.1.1. Mesure des paramètres physiques

Pour les analyses physico-chimiques trois méthodes essentielles sont utilisées soient : la méthode électrochimiques pour la mesure du pH et de la conductivité. La méthode volumétrique pour la mesure de TA, TAC, bicarbonate, magnésium, dureté totale, dureté calcique et les chlorures et enfin la méthode spectrophotométrique utilisée pour la mesure du nitrate, nitrite, fer, manganèse, sulfates, potassium et le cuivre.

On peut dégager de ces paramètres une notion importante, celle de la minéralisation.

III.1.1.1. Méthodes électrochimiques

Ces méthodes sont utilisées pour la mesure de pH à l'aide d'un pH mètre de marque MP6 (HACH) et celle de la conductivité avec un conductimètre.

III.1.1.1.1. Détermination du potentiel hydrogène (pH)

La détermination de potentiel hydrogène se fait selon la fiche technique du fournisseur et document technique de potentiel hydrogène de marque MP6 (HACH).

a. Principe

La mesure de pH est basée sur la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence et comme il est beaucoup plus facile de manipuler

avec une seule électrode plutôt que deux, l'électrode combine en une seule entité l'électrode de verre et l'électrode de référence.

Un deuxième avantage est que cela aide à s'assurer que les deux électrodes sont bien à la même température pendant le déroulement des mesures.

b. Matériels

- pH mètre du MP6 (HACH) ;
- Bécher de 50ml.

c-Mode opératoire

- Rincer l'électrode avec l'eau distillée puis plusieurs fois avec l'échantillon ;
- Prolonger l'électrode dans l'eau à analyser ;
- Laisser l'électrode se stabiliser pendant quelque secondes ;

Noter la valeur affichée.

.

III.1.1.1.2. détermination de la conductivité

La détermination de la conductivité se fait selon la fiche technique du fournisseur et document technique de la conductivité.

a. principe

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, cette ensemble est appelé cellule conductimétrique.

b. Matériels

- Conductimètre;
- Bécher de 50ml.

c. Mode opératoire

- Placer la cellule au centre de la bouteille qui contient l'eau à analyser, dans le cas contraire les parois de la bouteille peuvent perturber les lignes de courant et la précision de la mesure ;

- Noter la valeur affichée sur le conductimètre en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

III.1.1.2.Méthode volumétrique

La titrimétrie ou titrage est une technique de dosage utilisée en chimie analytique afin de déterminer la concentration d'une espèce chimique en solution (ou titre d'une solution).

La méthode de titrage la plus utilisée est la volumétrie ou titrage volumétrique.

Elle consiste à utiliser une solution de concentration connue (titrant) afin de neutraliser une espèce contenue dans la solution inconnue (espèce titrée)

III.1.1.2.1. Détermination de la dureté totale ou titre hydrométrique (TH)

La détermination de dureté totale se fait selon la norme : NF T 90-9003 Aout 1984.

a. Principe

Titration molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel disodique de l'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA) à pH 10, le noir ériochrome T, qui donne une couleur rouge foncé ou violette en présence des ions calcium et magnésium, est utilisé comme indicateur.

b. Matériels

- Éprouvette de 100ml ;
- Erlenmeyer de 250ml ;
- Pipette de 2ml ;
- Burette de 50 ml.

c. Réactifs

- La solution N.E.T ;
- La solution tampon ammoniacal pH 10;
- Ethylène diamine tétra acétique, EDTA (0.01mol/l).

d. Mode opératoire

- Introduire 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer ;
- Ajouter quelques gouttes (2 à 3) de solution tampon ;

- Ajouter 2 ml de la solution de N.E.T. la solution se colore en rouge foncé ou violet ; en maintenant une agitation ;
- Titrer avec la solution d'EDTA goutte à goutte jusqu'à ce que la solution vire au bleu (la coloration ne change plus par l'addition d'une goutte supplémentaire d'EDTA.) ;
- Noter le volume titré et faire le calcul.

e. Expression des résultats

La teneur global en calcium et en magnésium C_{ca+mg} , exprimé en Degré français par l'équation :

$$TH = \frac{[EDTA] \times V_s \times 1000}{V_e}$$

$$TH = \frac{0,01 \times V_s \times 1000}{50} = 0,2 \text{ mmol/l}$$

$$TH = \text{chutedelaburette} \times 2 \quad (^\circ F)$$

OU :

[EDTA] : la concentration d'EDTA ;

V_s : Volume de la chute de la burette ;

V_e : volume de la pris d'essai (50ml) ;

1 $^\circ F$ = 0,1mmol /l.

III.1.1.2.2. Détermination de la dureté calcique (TH Ca^{2+})

La détermination de dureté calcique se fait selon la norme :NF EN ISO 6058-1984.

a. Principe

Le principe du dosage est de complexer les ions calcium avec l'EDTA (Acide éthylène diamine acétique). On utilise comme indicateur coloré qui forme un complexe d'une coloration rouge en présence de l'ion Ca^{2+} et reprendre sa teinte bleue lorsque la totalité de ces ions sont sous la forme CaY^{2-} .

b. Matériels

- Éprouvette de 100 ml ;
- Erlenmeyer de 250ml ;

- Pipette de 2ml ;
- Burette de 50ml.

c. Réactifs

- Acide calcon carboxylique, HSN
- Hydroxyde de sodium, NaOH (2N) ;
- Ethylène diamine tétra acétique, EDTA (0,01N).

d. Mode opératoire

- Introduire 50ml d'eau à analyser dans un Erlenmeyer de 250ml ;
- Ajouter 2ml de la solution hydroxyde de sodium (2N) ;
- Ajouter 2g d'HSN, la solution est colorée en rose foncé, en maintenant une agitation :
- Titrer avec la solution d'EDTA goutte a goutte jusqu'à ce que la solution vire en Bleu (la coloration ne change plus par l'addition d'une goutte supplémentaire d'EDTA).

e. Expression des résultats

$$Dureté\ calcique = \frac{V_s \times 0,01}{V_e} \times 50 \times 1000 (mg/l)$$

Ou :

V_s : volume la chute de la burette ;

V_e : volume de la pris d'essai

III.1.1.2.3. Détermination de la dureté magnésienne (TH Mg)

La détermination de dureté magnésienne se fait selon lafiche technique du fournisseur.

La dureté magnésienne est par définition la concentration en sel de magnésium. Elle se déduit de la relation de la dureté totale et est égale à la somme des deux duretés calcique et magnésienne.

$$TH = TH_{ca} + TH_{mg} \text{ en mg de CaCO}_3$$

e. Expression des résultats

$$TH\ Mg = TH - THCa \quad (\text{mg/l}) \text{ de } CaCO_3$$

III.1.1.2.4. Titre Alcalimétrique Simple TA

La détermination de TA se fait selon la norme :NF EN ISO 9963-1 Février 1996.

a. Principe

Cette détermination est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence de la phénolphtaléine comme indicateur coloré.

b. Matériels

- Éprouvette de 100 ml;
- Erlenmeyer de 250ml ;
- Burette de 50 ml.

c. Réactifs

- Indicateur de phénolphtaléine ;
- L'acide chlorhydrique, HCl(0.1N).

d .Mode opératoire

- Introduire à l'aide d'une éprouvette, 100 ml d'échantillon dans un erlenmeyer de 250 ml ;
- Ajouter 03 gouttes de la solution d'indicateur de phénolphtaléine ;
- Si aucune coloration rose n'est obtenue, on considère l'alcalinité comme nulle ;
- Si une couleur rose est obtenue, on titre avec chlorhydrique HCl (0.1N) jusqu'à la disparition de la couleur rose ;
- Noter le volume consommé.

e. Expression des résultats

$$TA = \frac{[HCL] \times V_s \times 1000}{V_e} \times \frac{\text{massemolaire}}{Z} \quad (\text{mg/l})$$

$$TA = \frac{0,1 \times V_s \times 1000}{100} \times \frac{100}{2} \quad (\text{mg/l})$$

$$TA = V_s \times 5 \quad (^\circ F)$$

Ou :

Vs : volume la chute la burette ;

V_e : volume de la pris d'essai (100ml) ;

Z : la valence ;

Masse molaire de CaCO_3 : 100g /mol.

$[\text{HCl}]$: la concentration de HCl.

III.1.1.2.5. Le titre alcalimétrique complet (TAC)

La détermination de TAC totale se fait selon la norme :NF ISO 9963-1février 1996.

a. Principe

Cette détermination est basée sur la neutralisation du volume d'eau utilisée dans la détermination de TA par un acide minéral dilué, en présence du méthyle orange comme indicateur coloré.

b. Matériels

- Éprouvette de 100ml ;
- Erlenmeyer de 250 ml. ;
- Burette de 50 ml.

c. Réactifs

- Rouge de Méthyle;
- Acide chlorhydrique, HCl (0,1N).

c. Mode opératoire

- Ajouter 3 gouttes de solution d'indicateur de rouge de méthyle à la solution sur laquelle à été déterminée l'alcalinité titrable à $\text{pH}=8,3$;
- Titrer avec la solution d'acide chlorhydrique (0,1N) jusqu'à obtenir une couleur rose ;
- Noter le volume total d'acide chlorhydrique.

d. Expression des résultats

$$TAC = \frac{[\text{HCl}] \times V_s \times 1000}{100} \times \frac{\text{Masse molaire}}{\text{valence}} \quad (\text{mg/l})$$

$$TAC = V_{\text{HCL}} \times 5(^{\circ}\text{F})$$

Ou :

$[\text{HCl}]$: la concentration de HCl ;

V_s : volume la chute la burette ;

Masse molaire de CaCO_3 : 100g/mol;

III.1.1.2.7. Dosages des chlorures

La détermination des chlorures se fait selon la norme :NF ISO 9297 Février 2000.

a. Principe

Réaction des ions chlorures avec des ions argent pour former des chlorures d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'un petit excès d'ion argent est formation du chromate d'argent brun- rouge avec des ions chromate qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9,5 afin de permettre la précipitation.

b. Matériels

- Éprouvette de 100ml;
- Erlenmeyer de 250 ml ;
- Burette de 50 ml.

c-Réactifs

- Nitrate d'argent, AgNO_3 (0,02mol/l) ;
- Chromate de potassium K_2CrO_4 (10‰).

d-Mode opératoire

- Introduire 100 ml d'échantillon dans un erlenmeyer de 250 ml ;
- Ajouter 03 gouttes de bicarbonate de potassium K_2CrO_4 (10%) comme indicateur coloré ;
- Titrer avec le nitrate d'argent AgNO_3 (0,02N) jusqu'à l'apparition d'une coloration rouge brique.

e-Expression des Résultats

$$[Cl] = \frac{(V_s - V_b) \times C \times f}{V}$$

Ou

[Cl] : est la concentration en mg/l de chlorure.

V_s : est le volume en ml de la solution de nitrate d'argent utilisée pour le titrage de l'échantillon.

V_b : est le volume en ml de la solution de nitrate d'argent utilisée pour le titrage du blanc.

C : est la concentration réelle en mol/l de la solution de nitrate d'argent.

f : est le facteur de conversion. : $f=35453$ mg/l.

III.1.1.2.7. Détermination des bicarbonates

La détermination des bicarbonates se fait selon la fiche technique du fournisseur.

a. Réactifs

- Acide chlorhydrique 0,1N.
- Rouge de méthyle

b. Mode opératoire

- Mettre 100 ml d'eau à analyser dans un Erlenmeyer de 250ml ;
- Ajouter quelques gouttes de rouge de méthyle ;
- Titrer avec l'acide chlorhydrique (0,1 N) jusqu'à obtention d'une couleur rose ;
- Noter le volume V de HCL titré.

c. Expression des Résultats

La concentration C : mg/l.

$$\begin{aligned} C (\text{HCO}_3) &= \frac{[\text{HCl}] \times V_s}{V_e} \times MM \text{HCO}_3 \\ &= \frac{0,1 \times V_s}{V_e} \times 61 \end{aligned}$$

$$C \text{ mg/l} = V \text{ de HCL} \times 61$$

III-1-3-Méthodes spectrophotométrique

La spectrophotométrie est une méthode analytique quantitative qui consiste à mesurer l'absorbance ou la densité optique d'une substance chimique donnée, généralement en solution.

La densité optique d'une solution est déterminée par spectrophotomètre préalablement étalonné sur la longueur d'onde d'adsorption de la substance à étudier.

Tout les dosages qu'on va pratiquer, leur lecture se fait avec spectrophotomètre.



Figure II.1 : Le spectrophotomètre UV-VIS DR6000.

Tableau II. 1:Méthodes des analyses spectrophotométriques.

Elément	Méthodes d'analyses
Nitrate	Méthode Cadmium Reduction
Nitrite	Méthode Diazotation
Cuivre	Méthode CuiVer
Fer	Méthode FerroVer
Sulfates	Méthode au sulfaVer 4
Manganèse	Méthode oxydation au périodate
Potassium	Méthode Tétraphénylborate

III.1.3.1. Dosage des nitrates NO_3^- :

La détermination des nitrates se fait selon la fiche technique du fournisseur et document technique de DR6000.

a.Principe

Les nitrates présents dans l'échantillon sont réduits en nitrites en présence du cadmium. Les ions des nitrites réagissent dans un acide médium avec l'acide sulfonique pour former un sel intermédiaire diazonium. Ce sel en contact avec l'acide forme un produit :ambercolored. La lecture est obtenue à 500nm.[30]

b. Matériels :

- Cuves carré de 25ml ;
- Pipete de 10ml;
- Bécher de 50ml ;
- Spectrophotomètre DR6000.

c. Réactif

- NitraVER.

d. Mode opératoire :

- Après avoir allumé le spectrophotomètre, sélectionner le programme (longueur d'onde spécifique qui est de 500nm) ;
- Remplir une cuvette avec 10ml de l'échantillon ;
- Ajouter le contenu d'une gélule de réactif NitraVER à la cuvette ;
- Agiter pour bien mélanger, une période de réaction de 5 minutes commence. Entre temps remplir une autre cuvette avec 10ml de l'échantillon (le blanc) ;
- Quand le minuteur alerte par une simple sonnerie, lancer le blanc dans le puits de mesure et presser sur la touche 0 ;
- Ensuite placer l'échantillon préparé contenant le réactif et le résultat s'affiche.

e. Expression des Résultats

La valeur qui s'affichera sera la teneur de nitrate contenu dans cette eau minérale. Elle est exprimée en mg/l.

III.1.3.2. Dosage des nitrites(NO_2^-)

La détermination des nitrites se fait selon la fiche technique du fournisseur et document technique de DR6000.

a. Principe

Le nitrite présent dans l'échantillon réagit avec le sulfanilique pour former un sel intermédiaire de diazonium. Ce dernier se combine à l'acide chromotrope pour produire

un complexe de couleur rose dont l'intensité est directement proportionnelle à la concentration de nitrite dans la solution. La lecture est obtenue à 507nm. [30]

b. Matériels

- Cuves carrée 25ml ;
- Pipete de 10ml ;
- Bécher de 50ml ;
- Spectrophotomètre DR6000.

c. Réactif

- NitriVer.

d. Mode opératoire

- Après avoir allumé le spectrophotomètre, sélectionner le programme (longueur d'onde spécifique qui est de 507nm) ;
- Remplir une cuvette avec 10ml de l'échantillon ;
- Ajouter le contenu d'une gélule de réactif NitriVER3a la cuvette ;
- Agiter pour bien mélanger, une période de réaction de 20 minutes commence. Entre temps remplir une autre cuvette avec 10ml de l'échantillon (le blanc) ;
- Quand le minuteur alerte par une simple sonnerie, lancer le blanc dans le puits de mesure et presser sur la touche 0 ;
- Ensuite placer l'échantillon préparé contenant le réactif et le résultat s'affiche.

e. Expression des résultats

La valeur qui s'affichera sera la teneur de nitrite contenu dans cette eau minérale. Elle est exprimée en mg/l.

III.1.3.3. Dosage des sulfates

La détermination des sulfates se fait selon la fiche technique du fournisseur et document technique de DR6000.

a. Principe

Les ions sulfate de l'échantillon réagissent avec le baryum du sulfaVer 4 pour former un précipité de sulfate de baryum. L'intensité de la turbidité est proportionnelle à la concentration en sulfate. La lecture est obtenue à 450nm. [30]

b. Matériel

- Cuves carrées de 25ml ;
- Bécher de 50ml;
- Pipete de 10ml ;
- Spectrophotomètre DR6000.

c. Réactif

- SulfaVer 4.

d. Mode opératoire

- Après avoir allumé le spectrophotomètre, sélectionner le programme (longueur d'onde spécifique qui est de 450nm) ;
- Remplir une cuvette avec 25ml de l'échantillon ;
- Ajouter le contenu d'une gélule de réactif SulfaVER 4 à la cuvette ;
- Agiter pour bien mélanger, une période de réaction de 5 minutes commence. Entre temps remplir une autre cuvette avec 10ml de l'échantillon (le blanc) ;
- Quand le minuteur alerte par une simple sonnerie, lancer le blanc dans le puits de mesure et presser sur la touche 0 ;
- Ensuite placer l'échantillon préparé contenant le réactif et le résultat s'affiche.

e. Expression des résultats

La valeur qui s'affichera sera la teneur des sulfates contenu dans cette eau minérale. Elle est exprimée en mg/l.

III.1.3.4. Dosage de potassium

La détermination de potassium se fait selon la fiche technique du fournisseur et document technique de DR6000.

a.Principe

L'ion potassium se combine au tétraphénylborate de sodium pour former un précipité blanc de tétraphénylborate de potassium. La concentration du potassium est proportionnelle à la turbidité produite. [30]

b.Matériels :

- Cuves carrées de 25ml;
- Éprouvette de 25ml;
- Bécher de 50ml ;
- Pipette de 10 ml ;
- Spectrophotomètre DR6000.

c. Réactifs

- Le réactif de potassium 1;
- Le réactif de potassium 2;
- Le réactif de potassium 3.

d. Mode opératoire :

- Après avoir allumé le spectrophotomètre, sélectionner le programme (longueur d'onde spécifique qui est de 650nm) ;
- Remplir une éprouvette avec 25ml de l'échantillon ;
- Ajouter le contenu d'une gélule de réactif Potassium 1 à l'éprouvette ;
- Ajouter le contenu d'une gélule de réactif Potassium 2a l'éprouvette, retourner plusieurs fois pour mélanger ;
- Ajouter le contenu d'une gélule de réactif Potassium 3a l'éprouvette ;
- Agiter pour bien mélanger pendant 30secondes, une période de réaction de 3minutes commence ;
- Verser la solution de l'éprouvette dans une cuvette de 25ml ;
- Entre temps remplir une autre cuvette avec 10ml de l'échantillon(le blanc) ;
- Quand le minuteur alerte par une simple sonnerie, lancer le blanc dans le puits de mesure et presser sur la touche0 ;
- Ensuite placer l'échantillon préparé contenant le réactif et le résultat s'affiche.

e. Expression des résultats

La valeur s'affichera sera la teneur de potassium contenu dans cette eau minérale. Elle exprimée en mg/l.

III.1.3.5. Dosage de fer

La détermination de fer se fait selon la fiche technique du fournisseur et document technique de DR6000.

a.Principe

Le réactif pour ferro Ver convertit la totalité du soluble et la plus grande partie du fer insoluble de l'échantillon en fer ferreux soluble. Le fer ferreux réagit avec la 1,10 phénanthroline (indicateur) du réactif pour développer une coloration orange proportionnelle à la concentration de fer. La lecture est obtenue à 150nm. [30]

b. Matériels

- Cuves carrées de 25ml;
- Bécher de 50 ml ;
- Pipette de 10 ml ;
- Spectrophotomètre DR6000.

c. Réactif

- FerroVer.

d. Mode opératoire

- Après avoir allumé le spectrophotomètre, sélectionner le programme (longueur d'onde spécifique qui est de 150nm) ;
- Remplir une cuvette avec 10ml de l'échantillon ;
- Ajouter le contenu d'une gélule de réactif FerroVer 4 à la cuvette ;
- Agiter pour bien mélanger, une période de réaction de 3 minutes commence. Entre temps remplir une autre cuvette avec 10ml de l'échantillon (le blanc) ;
- Quand le minuteur alerte par une simple sonnerie, lancer le blanc dans le puits de mesure et presser sur la touche 0 ;
- Ensuite placer l'échantillon préparé contenant le réactif et le résultat s'affiche.

e. Expression des résultats

La valeur s'affichera sera la teneur de potassium contenu dans cette eau minérale. Elle exprimée en mg/l.

III.1.3.6. Dosage de cuivre

La détermination de cuivre se fait selon la fiche technique du fournisseur et document technique de DR6000.

a. Principe

Le cuivre de l'échantillon réagit avec un sel de l'acide bicinchoninique du réactif au cuivre CuVer 1 ou CuVer 2 pour former un complexe dont la coloration mauve est proportionnelle à la concentration du cuivre. La lecture est obtenue à 560 nm. [30]

b. Matériels

- Cuves carrées de 25ml ;
- Bécher de 50 ml ;
- Pipette de 10 ml ;

Spectrophotomètre DR6000.

c. Réactif :

- CuVER.

d. Mode opératoire

- Après avoir allumé le spectrophotomètre, sélectionner le programme (longueur d'onde spécifique qui est de 560nm) ;
- Remplir une cuvette avec 10ml de l'échantillon ;
- Ajouter le contenu d'une gélule de réactif cuVER 4 à la cuvette ;
- Agiter pour bien mélanger, une période de réaction de 2minutes commence. Entre temps remplir une autre cuvette avec 10ml de l'échantillon(le blanc) ;
- Quand le minuteur alerte par une simple sonnerie, lancer le blanc dans le puits de mesure et presser sur la touche0 ;
- Ensuite placer l'échantillon préparé contenant le réactif et le résultat s'affiche.

e. Expression des résultats

La valeur qui s'affichera sera la teneur de potassium contenu dans cette eau minérale. Elle est exprimée en mg/l.

III.1.3.7. Dosage de manganèse

La détermination de manganèse se fait selon la fiche technique du fournisseur et document technique de DR6000.

a.Principe

Le manganèse dans l'échantillon est oxydé à l'état de permanganate violet par la périodate de sodium, après avoir tamponné l'échantillon avec du citrate. La coloration violette est directement proportionnelle à la concentration du manganèse. La lecture est obtenue à 525 nm. [30]

b. Matériels

- Cuves carrées de 25ml;
- Bécher de 50 ml ;
- Pipette de 10 ml ;
- Spectrophotomètre DR6000.

c. Réactifs

- Pochette de réactif de tampon citrate pour manganèse ;
- Pochette de réactif de sodium périodate pour manganèse.

d. Mode opératoire

- Après avoir allumé le spectrophotomètre, sélectionner le programme (longueur d'onde spécifique qui est de 525nm) ;
- Remplir une cuvette avec 10ml de l'échantillon ;
- Ajouter le contenu d'une gélule de réactif tampon citrate pour manganèse à la cuvette ;
- Ajouter le contenu d'une gélule de réactif de périodate de sodium à la cuvette ;
- Agiter pour bien mélanger, une période de réaction de 2minutes commence ;
- Entre temps remplir une autre cuvette avec 10ml de l'échantillon(le blanc) ;

- Quand le minuteur alerte par une simple sonnerie, lancer le blanc dans le puits de mesure et presser sur la touche 0 ;
- Dans les 8min après le retentissement de la minuterie ;
- Ensuite placer l'échantillon préparé contenant le réactif et le résultat s'affiche.

e. Expression des résultats

La valeur s'affichera sera la teneur de potassium contenu dans cette eau minérale. Elle exprimée en mg/l.

Tableau III.2 :Méthodes des analyses chimique utilisées.

Paramètres	Méthode utilisée
pH	Electrochimique
Conductivité	Electrochimique
Dureté totale	Volumétrique
Calcium	Volumétrique
Magnésium	Volumétrique
Potassium	Spéctrophotométrique
Sulfates	Spéctrophotométrique
Chlorure	Volumétrique
TA	Volumétrique
TAC	Volumétrique
Nitrate	Spéctrophotométrique
Nitrite	Spéctrophotométrique
Fer	Spéctrophotométrique
Cuivre	Spéctrophotométrique
Manganèse	Spéctrophotométrique
Bicarbonate	Volumétrique

III.2. partie microbiologique

III.2.1. Analyses microbiologique

a. Principe

La qualité microbiologique de l'eau est évaluée par la recherche des bactéries témoins de la contamination fécale. Ces germes, peu dangereux par eux-mêmes exemple E, coli, montrent que des micro-organismes pathogènes peuvent s'introduire dans le réseau. Leur présence dans l'eau révèle donc un manque de fiabilité des équipements (défaut de captage, dysfonctionnement ou absence des installations de traitement, insuffisance dans l'entretien des ouvrages).

b. Echantillonnage d'eau pour les analyses bactériologiques

Un examen bactériologique ne peut être valablement interprété que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé, dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toute contamination accidentelle, correctement transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes.

Dans notre étude, nous procédons à l'analyse bactériologique de l'eau minérale naturelle IFRI et de l'eau du robinet issu de barrage de tichi-HAFF.

Les conditions essentielles à respecter pour le prélèvement sont :

- Laver très soigneusement les mains et avant-bras, les rincer à l'alcool, laisser sécher ;
- Flamber le robinet pendant au moins une minute à deux minutes à l'aide d'un chalumeau ;
- Ouvrir le robinet et laisser couler 3 à 4 minutes avant de faire le prélèvement ;
- Durant cette attente, et durant le prélèvement, il est utile qu'un assistant maintienne le chalumeau allumé, un peu au dessus du robinet ;
- Flamber bien le bouchon.;
- On laisse un volume d'air d'environ 1/10 du volume du flacon.



Figure III. 2 : Le prélèvement d'eau du robinet à analyser.

c. Méthode choisie

La méthode est dite indirecte il s'agit d'un dénombrement des germes révivifiables après culture sur un milieu solide.

Pour le dénombrement des *coliformes*, *Entérocoques*, *Spores anaérobies sulfito-réductrices* et les *pseudomonasaeruginosa*, la technique de filtration sur membrane a été utilisée.

Le principe de la culture sur un milieu solide est que chaque bactérie donne naissance après incubation à une colonie repérable macroscopiquement. L'unité est alors s'exprimée en UFC/volume c'est-à-dire unité formant colonie par unité de volume.

La technique de filtration sur membrane est la technique la plus utilisée au laboratoire, est une méthode utilisée dans le but de concentrer les micro-organismes présents dans 250ml de volume à travers une membrane poreuse de diamètre $0,45\mu\text{m}$ ou $0,20\mu\text{m}$. Les bactéries piégées à la surface de cette membrane sont mises en culture sur un milieu gélosé donné et pendant une durée précise.

Après incubation, comme dans le cas de numération en milieu gélosé, on compte les colonies formées à la surface du filtre (Fig III.3).

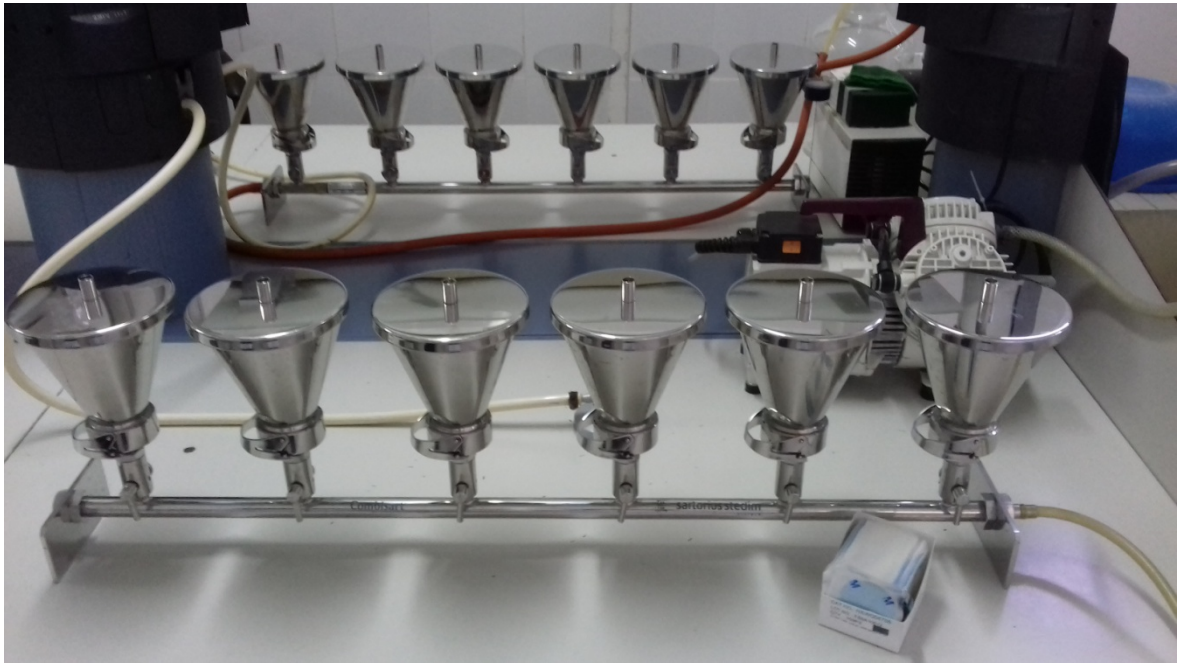


Figure III.3 : Schéma du principe de la technique de culture sur membrane.

III.2.2.Méthode d'analyses

III.2.2.1.Dénombrement des micro-organismes *révivifiables* (*germes aérobies*)

La détermination des *révivifiables* se fait selon le journal officiel de la république algérienne N°21 du 23 avril 2013.

a. Principe

Ensemencement, par mélange dans un milieu de culture spécifique coulé dans des boîtes de pétri, incuber des boîtes à 36°C pendant 44h et d'un autre à 22°C pendant 72h. Calcul du nombre d'unités formant des colonies par millilitre (UFC/ml) d'échantillon à partir du nombre de colonies formées dans le milieu.

b. Matériels

- Appareil de filtration sur membranes ;
- Membrane filtrante ;
- Pinces, pour la manipulation ;
- Boîte de pétri en matière plastique ;
- Appareil pour le comptage des colonies muni d'un système d'éclairage sur fond noir ;

- Bec benzène ;
- Étuve capable de maintenir une température de 36 °C ;
- Étuve capable de maintenir une température de 22 °C.

c. Milieu de culture

- Gélose à l'extrait de levure.

d. Mode opératoire

Préparer l'échantillon et ensemer les milieux de cultures selon la méthode d'ensemencement en masse des micro-organismes sur milieu de culture.

- Placer le volume de 2 ml dans la boîte de pétri, on ajout 15 ml à 20 ml de milieu fondu (gélose de l'extrait de levure) et on mélange avec précaution par rotation lente ;
- Laisser le milieu se solidifier. Le temps de la prise d'essai et l'addition du milieu fondu ne doit pas excéder 15 min ;
- Retourner les boîtes et incubera 36 ° C pendant 44h ;
- Incuber l'autre à 22 °C pendant 72h.



Figure.III.4 : Méthode d'ensemencement en masse.

e. Expression des résultats

Exprimer les résultats sous la forme des colonies par millilitre (UFC/ml) d'échantillon pour chaque température d'incubation.

III.2.2.2. Recherche et dénombrement des *coliformes*

La détermination des coliformes se fait selon la norme : NF EN ISO 9308-01 2005.

a. Principe

La méthode est fondée sur la filtration sur membrane, comprend une incubation de membrane sur un milieu sélectif suivie d'une caractérisation biochimique des colonies typiques lactose positives, dont découlent la recherche et le dénombrement des bactéries coliformes et des *E. coli*, en deux à trois jours.

b. Matériels.

- Appareil de filtration sur membranes ;
- Membranes filtrantes 0,45 µm ;
- Pinces à bouts arrondis, pour la manipulation des membranes ;
- Boîtes pétris de matière plastique ;
- Bec benzène ;
- Étuve capable de maintenir une température de 37°C.

c. Milieu de culture

- Tergitol+TTC.

d. Mode opératoire :

- Préparer l'échantillon et ensemercer les milieux ;
- Stériliser les réservoirs de la lampe à filtration ;
- Déposer les filtres de 0.45 µm sur les filtres des réservoirs ;
- Filtrer 250ml de l'échantillon à analyser sur une membrane filtrante ;
- Après filtration, placer la membrane sur la boîte de pétri continue le milieu Tergitol+TTC ;
- Incuber à 37 °C pendant 48h.

Remarque :

Un test de confirmation est réalisé dans le cas où il y a présence des coliformes, c'est-à-dire un résultat positif.

d-Expression des résultats

À partir du nombre de colonies caractéristiques dénombrées sur les membranes et en tenant compte des résultats d'essais de confirmation effectués, calculer le nombre d'*E. coli*, de bactéries coliformes et, si nécessaire, de bactéries lactose-positives présentes dans 250 ml d'échantillon.

III.2.2.3. Recherche des *Pseudomonas aeruginosa*

La détermination des *pseudomonasaeruginosa* se fait selon journal officiel de la république algérienne N°51 du 13 octobre 2013.

a.Principe

La méthode permettant d'isoler et de dénombrer les *Pseudomonasaeruginosa* dans l'échantillon d'eau, est la filtration sur membrane de diamètre 0,45 µm.

Les micro-organismes se développent sur des milieux sélectifs contenant du cétrimide et produisent de la pyocyanine ou micro-organismes se développant sur des milieux sélectifs contenant *decétrimide*, oxydase positive, donnant lieu à fluorescence sous rayonnement ultraviolet (360±20) nm et également capables de produire de l'ammoniac à partir d'acétamide.

b. Matériels

- Appareil de filtration sur membranes ;
- Membranes filtrantes 0,45µm;
- Pinces à bouts arrondis, pour la manipulation ;
- Boîtes de pétri en matière plastique ;
- Étuve capable de maintenir une température de 37°C.
- Bec benzène.

c. Milieu de culture

- Gélose Cétrimide.

d. Mode opératoire

- Préparer l'échantillon et ensemercer les milieux ;
- Filtrer 250ml de l'échantillon d'eau sur membrane filtrante stérile ;

- Déposer la membrane à la surface d'une gélose a la cétrimide en veillant à ne pas emprisonner d'air sous la membrane ;
- Laisser solidifier sur une surface horizontale puis incuber les boites de pétri à (37) °C pendant (48) h.

Membrane filtrant



Figure III.5 : Etapes de réalisation de la manipulation.

Remarque :

Une étape est réalisés dans le cas ou il y a présence des colonies bleu-vert c'est à dire un résultat positif.

e. Expression des résultats

Compter toutes les colonies produisant une pigmentation bleu-vert comme *Pseudomonas aeruginosa* confirmés.

III.2.2.4. Recherche des spores anaérobie sulfito-réductrices

La détermination des *spores anaérobie sulfito-réductrices* se fait selon la norme :NF EN ISO 7899-2 2000

a.Principe

La recherche des spores de micro-organismes *anaérobies sulfito-réducteurs (clostridia)* dans un échantillon d'eau de volume déterminé, passe par les étapes suivantes :

❖ Sélection des spores

Sélection des spores dans l'échantillon, par chauffage pendant une période de temps suffisante pour que les bactéries végétatives soient détruites.

❖ Culture par enrichissement

Recherche et énumération des spores des organismes anaérobies sulfito-réducteurs par incubation de volumes de l'échantillon dans les milieux liquide d'enrichissement. Suivi de l'incubation à 44°C pendant 48 h dans des conditions anaérobies.

b. Matériels

- Appareil de filtration sur membranes ;
- Membranes filtrantes 0,20µm ;
- Pinces à boutes arrondis, pour la manipulation ;
- Boites de pétri en matière plastique de diamètre ;
- Étuve capable de maintenir une température de 48°C ;
- Bec benzène.

c. Milieu de culture

- La gélose de viande de foie.

d. Mode opératoire

- Verser 50 ml d'échantillon à analyser dans 5 flacons stériles ;
- Effectuer un traitement thermique de l'échantillon en déposant les flacons dans un bain marie à 80°C pendant 10 min environ, puis refroidir brutalement sous courant d'eau froide.
- Filtrer la prise d'essai de l'échantillon 50 ml, déposer la membrane dans les boites pétries qui contiennent la gélose viande de foie de diamètre 0,20µm.
- Laisser solidifier sur une surface horizontale puis incubé à 44°C pendant 48h.

e. Expression des résultats

Considérer comme provenant d'une spore de bactérie anaérobie sulfito-réductrice chaque colonie présentant une coloration noire et entourée d'un halo noir, visible autour de la colonie ou sous la membrane.

III.2.2.5 : Recherche et dénombrement des entérocoques

La détermination des entérocoques se fait selon journal officiel de la république algérienne N° 35 du 27 mai 1998.

a. Principe

Le dénombrement des entérocoques est fondé sur la filtration d'un volume spécifique d'un échantillon à travers une membrane filtrante ayant une grandeur de pore 0,45µm suffisante pour retenir les bactéries concernées. Le filtre est ensuite placé sur un milieu de culture sélectif solide contenant de l'azoture de sodium (pour supprimer la croissance des bactéries gram négatives) et du chlorure de 2, 3,5-triphényltétrazolium, un colorant incolore qui est réduit en formazan rouge par les entérocoques intestinaux.

Les colonies typiques sont bombées, avec une couleur rouge, marron ou rose, soit au centre soit sur l'ensemble de la colonie.

b. Matériels

- Appareil de filtration sur membranes ;
- Membranes filtrantes 0,45µm ;
- Pinces à boutes arrondis, pour la manipulation ;
- Boites de pétri en matière plastique;
- Étuve capable de maintenir une température de 37°C ;
- Bec benzène.

c. Milieu de culture

- Slanetz et bartley.

d. Mode opératoire :

- Préparer l'échantillon et ensemercer les milieux ;
- Stériliser les réservoirs de la lampe à filtration ;
- Déposer les filtres de 0.45 µm sur les filtres des réservoirs ;
- Filtrer 250ml de l'échantillon à analyser sur une membrane filtrante ;
- Après filtration, placer la membrane sur la boite de pétri continue le milieu Slanetz et bartley ;
- Incuber à 37 °C pendant 48h.

Remarque : un test de confirmation est réalisé dans le cas où il y a présence des colonies rouge, marron, ou rose c'est-à-dire un résultat positif.

e. Expression des résultats

Retenir les membranes pour lesquelles le nombre de colonies est inférieur à 100. Les colonies présentant une coloration rouge, marron ou rose, doivent être considérées comme caractéristiques.

Remarque

La prise d'essai pour les analyses microbiologiques des eaux du robinet c'est 100 ml pour les coliformes et les pseudomonas, et 50 ml pour les streptocoques et 20 ml pour les spores anaérobies sulfite-réductrices

Chapitre IV

Résultats et discussions

Chapitre IV : Résultats et discussions

L'étude physico-chimique et microbiologique de l'eau joue un rôle important dans la détermination de sa qualité.

Au cours de ce chapitre, nous présentons et discutons les principaux résultats obtenus, concernant l'eau minérale naturelle embouteillée IFRI et l'eau de robinet issue du barrage TICHY HAF, et leur comparaison avec les normes en vigueur:

- Journal officiel de la république algérienne N°03 du 27 janvier 2015, pour l'eau minérale naturelle IFRI.
- Journal officiel de la république algérienne N°18 du 23 mars 2011, pour l'eau de robinet.

IV.1. Résultats et interprétation des paramètres physico-chimiques

Les résultats des analyses des différents paramètres physico-chimiques de ces eaux sont illustrés dans les deux tableaux ci-après :

Tableau. IV. 1. Les résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau minérale naturelle embouteillée IFRI.

Paramètres	Norme algérienne	Résultats pendant les cinq semaines				
pH	6,5-8,5	7,20	7,21	7,16	7,19	7,16
Conductivités (µs/cm)	Max 2800	798	787	797	792	792
Dureté totale (°F)	10-50	34,7	34,4	34,7	34,0	34,0
Calcium (mg/l)	Max 200	100,28	102,7	100,28	101,82	101,82
Magnésium (mg/l)	Max 150	23,2	21,8	23,2	20,5	20,5
Chlorure (mg/l)	Max 500	72,31	71,35	72,31	76,57	76,57
Bicarbonates (mg/l)	/	268,4	266,3	268,4	268,4	268,4
TA (°F)	/	00	00	00	00	00
TAC (°F)	/	22	23	22	21	22
Potassium (mg/l)	Max 20	2	2,1	2,1	2	2,1
Sulfates (mg/l)	Max 400	63	62	64	62	61
Nitrate (mg/l)	Max 50	14,8	15	14,9	14,8	15,1
Nitrite (mg/l)	Max 0,1	0,006	0,002	0,004	0,005	0,004
Cuivre (mg/l)	Max 1	0,24	0,20	0,25	0,24	0,22
Manganèse (mg/l)	Max 0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Fer (mg/l)	Max 0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,11

Tableau. IV. 2. Les résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau de robinet issue de TICHHAFF.

Paramètres	Norme	Résultats pendant les trois Jours		
PH	6,5-9	8,33	8,35	8,34
Conductivité ($\mu\text{s/cm}$)	2800	1248	1246	1245
Dureté totale ($^{\circ}\text{F}$)	20	40	39	41
Calcium (mg/l)	200	94,14	95,23	93,06
Magnésium (mg/l)	/	40,32	37,09	43,32
Potassium (mg/l)	12	3,2	3,6	3,5
Sulfates (mg/l)	400	290	292	293
Chlorure (mg/l)	500	148,18	145,34	146,76
Bicarbonates (mg/l)	/	268,4	267,2	269,1
TA ($^{\circ}\text{F}$)	/	2	2,5	2,2
TAC ($^{\circ}\text{F}$)	/	21	20	21
Nitrate (mg/l)	50	14,3	14,5	14,2
Nitrite (mg/l)	0.2	0,004	0,003	0,005
Cuivre (mg/l)	2	0,5	0,4	0,5
Manganèse (mg/l)	0,5	0,2	0,4	0,2
Fer (mg/l)	0,3	0,02	0,03	0,01

IV.1.1. Les paramètres organoleptiques

IV.1.1.1. la couleur, le goût et l'odeur

Par observation à l'œil nu, nous remarquons que l'eau minérale naturelle embouteillée IFRI et l'eau de robinet sont incolores. Et par appréciation personnelle; nous constatons que les deux types d'eaux sont inodores et sans saveurs.

La bonne qualité organoleptique de l'eau minérale IFRI et l'eau de robinet est due essentiellement à l'absence des matières organiques colorées et à la nature des corps dissous.

IV.1.2. Les paramètres physiques

IV.1.2.1. Potentiel d'hydrogène (pH)

Les figures ci-dessous représentent les résultats du pH de l'eau minérale naturelle IFRI et de l'eau de robinet en fonction des différents jours d'analyse :

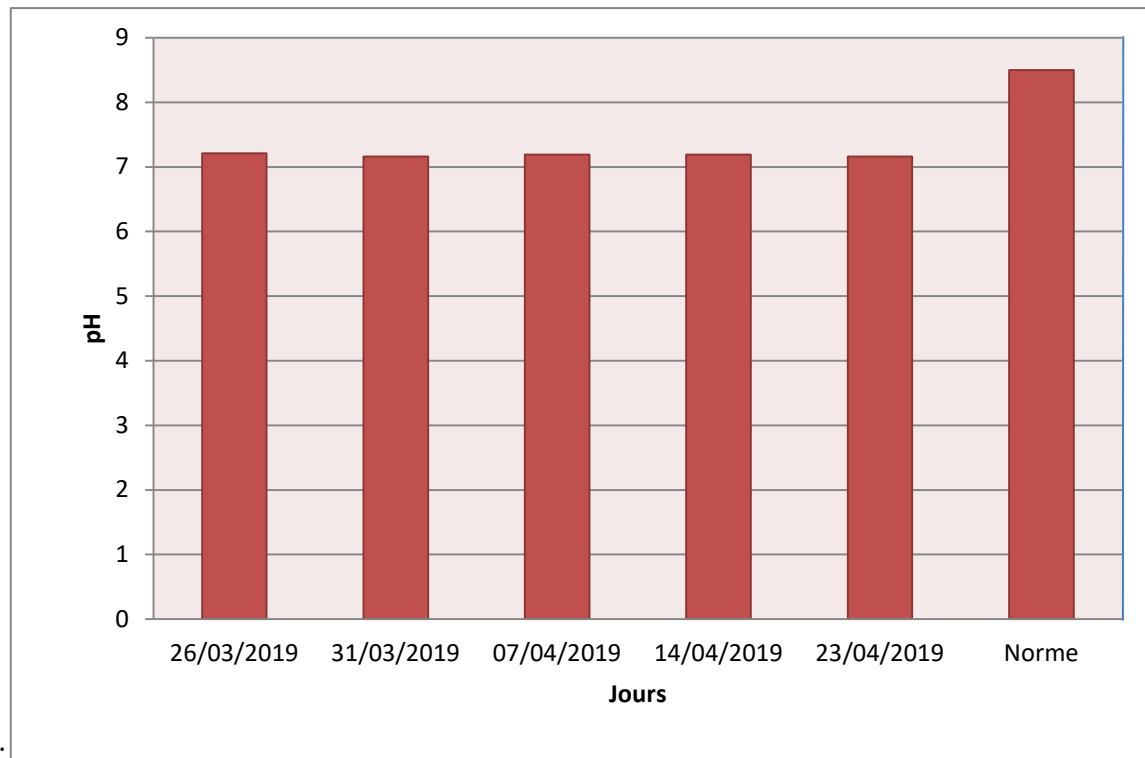


Figure IV. 1 : Histogramme comparatif des résultats obtenus de pH de l'eau minérale IFRI et sa norme.

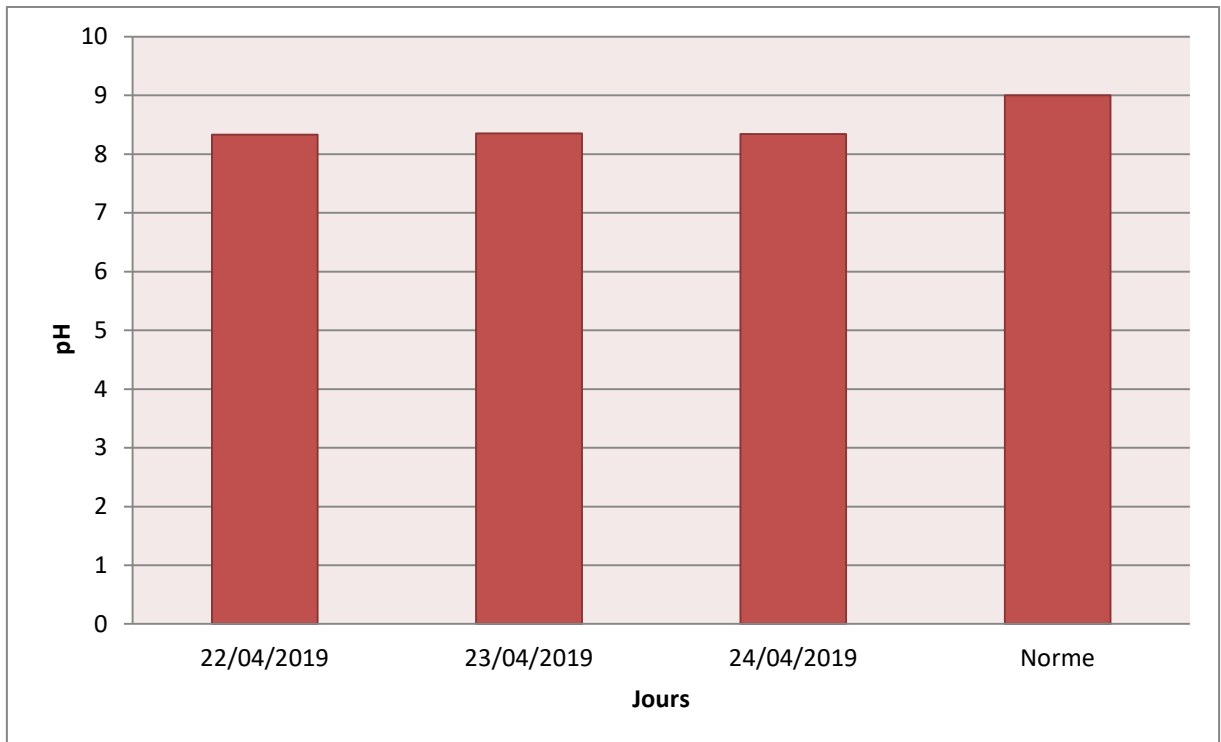


Figure IV. 2. : Histogramme comparatif des résultats obtenus de pH de l'eau de robinet et sa norme.

D'après la figure (IV.1), les valeurs de pH obtenues lors des analyses de l'eau minérale naturelle embouteillée IFRI sont presque stables, elles varient dans l'intervalle [7,16-7,21]. On constate que ces valeurs sont conformes à la norme (journal officiel de la république Algérienne N°03 du 27 janvier 2015), qui varie entre 6,5 à 8,5. Par conséquent, ces valeurs indiquent l'absence totale des bases fortes.

La figure (IV.2), montre la variation de pH de l'eau de robinet en fonction des différents jours d'analyse. On constate que les valeurs de pH varient entre 8,33 et 8,35. On déduit que les valeurs obtenues sont conformes à la norme (journal officiel de la république algérienne N°18 du 23 mars 2011). Cette augmentation de pH dans l'eau de robinet par rapport à l'eau minérale IFRI est due à la présence des carbonates.

IV.1.2.2. La conductivité

Les figures ci-dessous représentent les résultats de la conductivité et sa norme de l'eau minérale IFRI (IV.3) et de l'eau de robinet issue du barrage TICH I HAF (IV.4) :

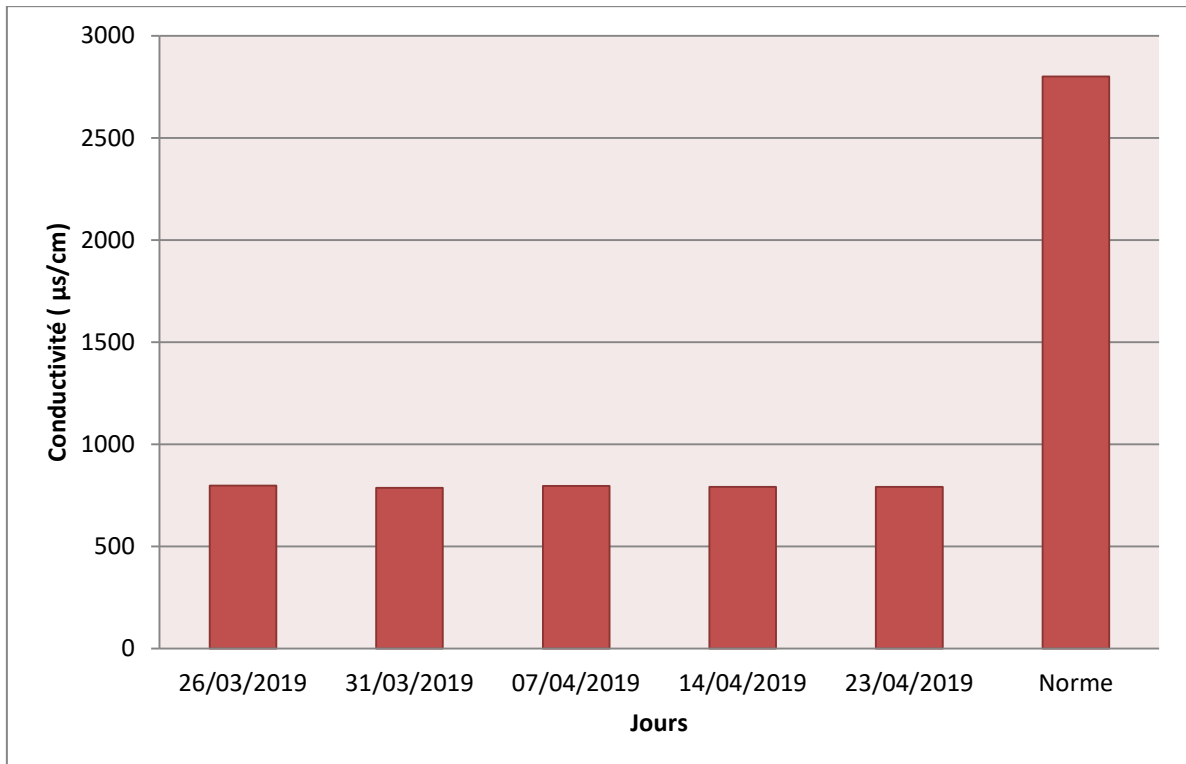


Figure IV. 3 : Histogramme comparatif des résultats de la conductivité de l'eau minérale IFRI et sa norme.

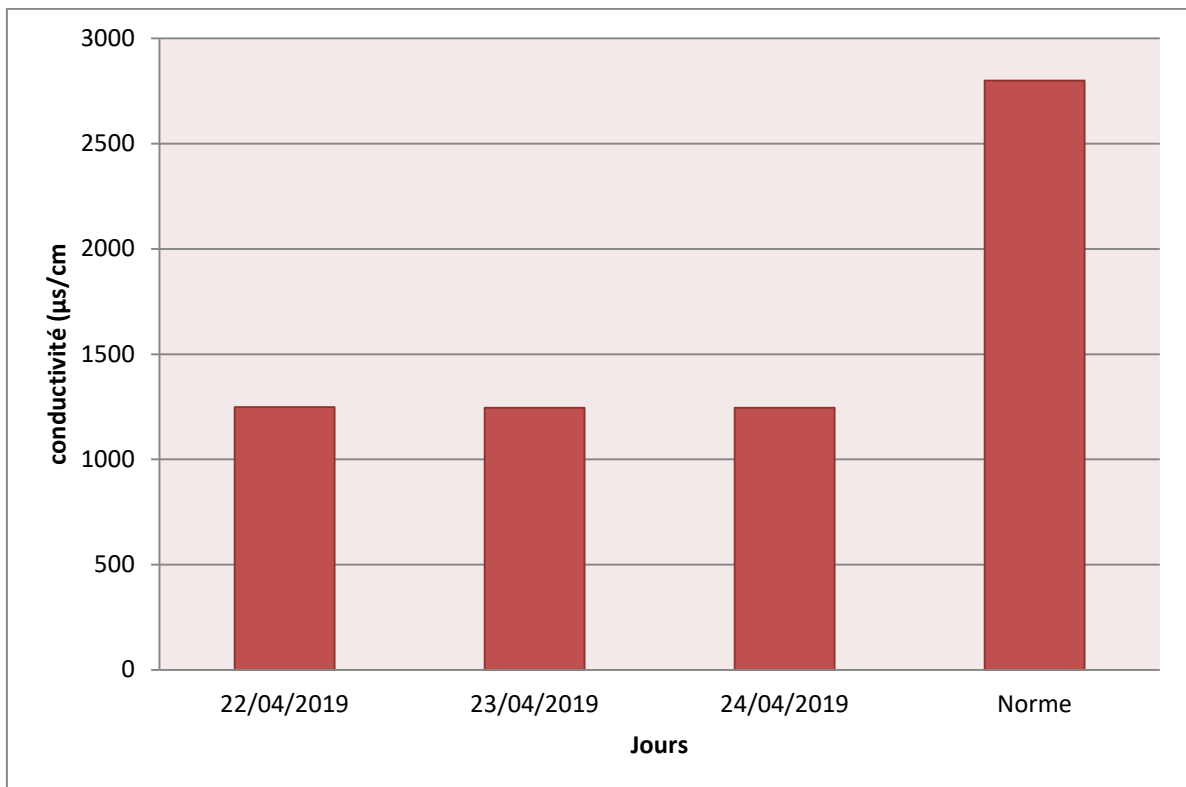


Figure IV.4 : Histogramme comparatif des résultats de la conductivité de l'eau de robinet et sa norme.

La figure (IV.3) présente les résultats obtenus pour l'eau minérale naturelle embouteillée IFRI. On remarque que les valeurs de la conductivité varient légèrement entre $[787 - 797 \mu\text{s}/\text{cm}]$, ces valeurs sont conformes à la norme algérienne qui sont inférieure à $2800 \mu\text{s}/\text{cm}$.

Par ailleurs, les résultats de la conductivité obtenue pour l'eau de robinet (figure IV.4), sont très élevés par rapport à l'eau minérale IFRI. Ces valeurs varient entre $[1245 - 1248 \mu\text{s}/\text{cm}]$, cependant les valeurs de la conductivité pour l'eau de robinet sont conformes à la norme ($2800 \mu\text{s}/\text{cm}$).

Selon DIB(2009), la conductivité électrique augmente avec la concentration des ions en solution. Et d'après les valeurs obtenus, l'eau du robinet est très minéralisée que l'eau minérale naturelle embouteillée IFRI.

Selon Rodier(1996), la variation de la minéralisation est indiquée dans le tableau ci-après :

Tableau. IV.3 : La variation de la minéralisation de l'eau en fonction de la conductivité électrique.

Conductivité en $\mu\text{s}/\text{cm}$	Appréciation
Conductivité $< 100 \mu\text{s}/\text{cm}$	Minéralisation très faible
$100 \mu\text{s}/\text{cm} < \text{Conductivité} < 200 \mu\text{s}/\text{cm}$	Minéralisation faible
$200 \mu\text{s}/\text{cm} < \text{Conductivité} < 333 \mu\text{s}/\text{cm}$	Minéralisation moyenne accentrée
$333 \mu\text{s}/\text{cm} < \text{conductivité} < 600 \mu\text{s}/\text{cm}$	Minéralisation moyenne
$666 \mu\text{s}/\text{cm} < \text{conductivité} < 1000 \mu\text{s}/\text{cm}$	Minéralisation importante
Conductivité $< 1000 \mu\text{s}/\text{cm}$	Minéralisation excessive

D'après nos résultats expérimentaux, on peut classer l'eau minérale naturelle embouteillée IFRI comme une eau de minéralisation importante, et l'eau de robinet comme une eau de minéralisation excessive.

IV.1.3. Les paramètres chimiques

IV.1.3.1. La dureté totale (TH)

Les figures ci-dessous représentent les résultats obtenus de la dureté totale et sa norme pour l'eau minérale naturelle IFRI et pour l'eau de robinet :

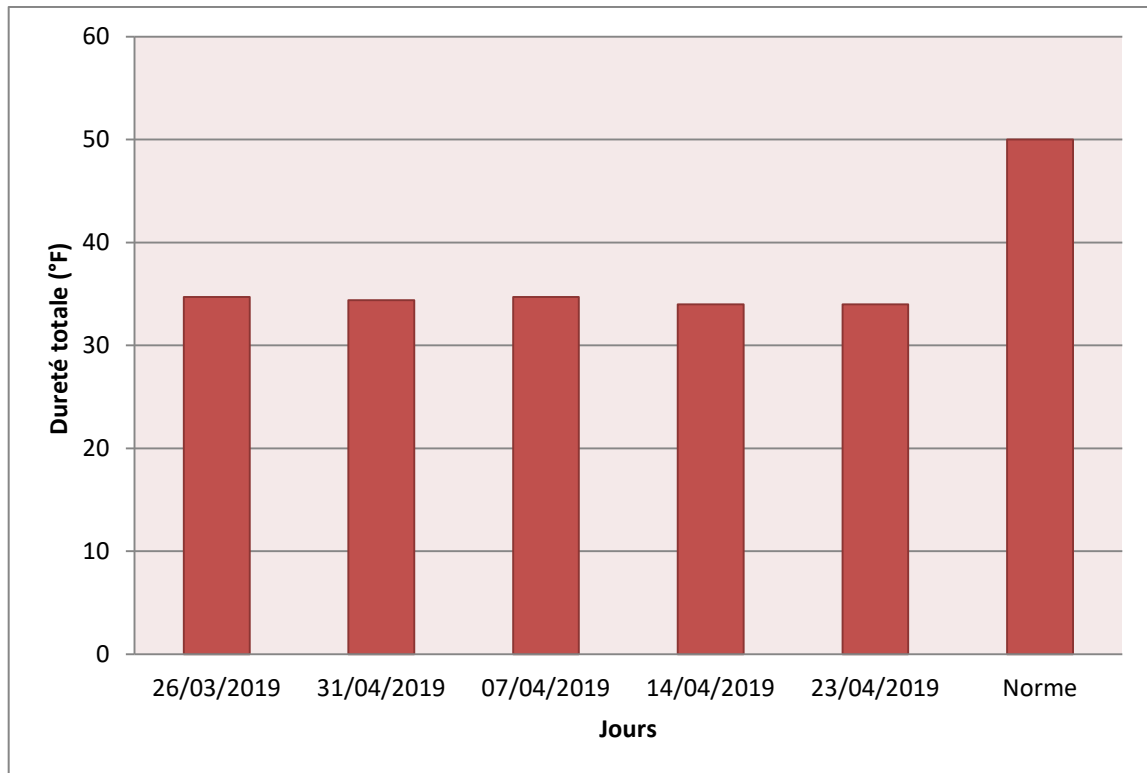


Figure IV.5 : Histogramme comparatif des résultats de la dureté totale de l'eau minérale IFRI et sa norme.

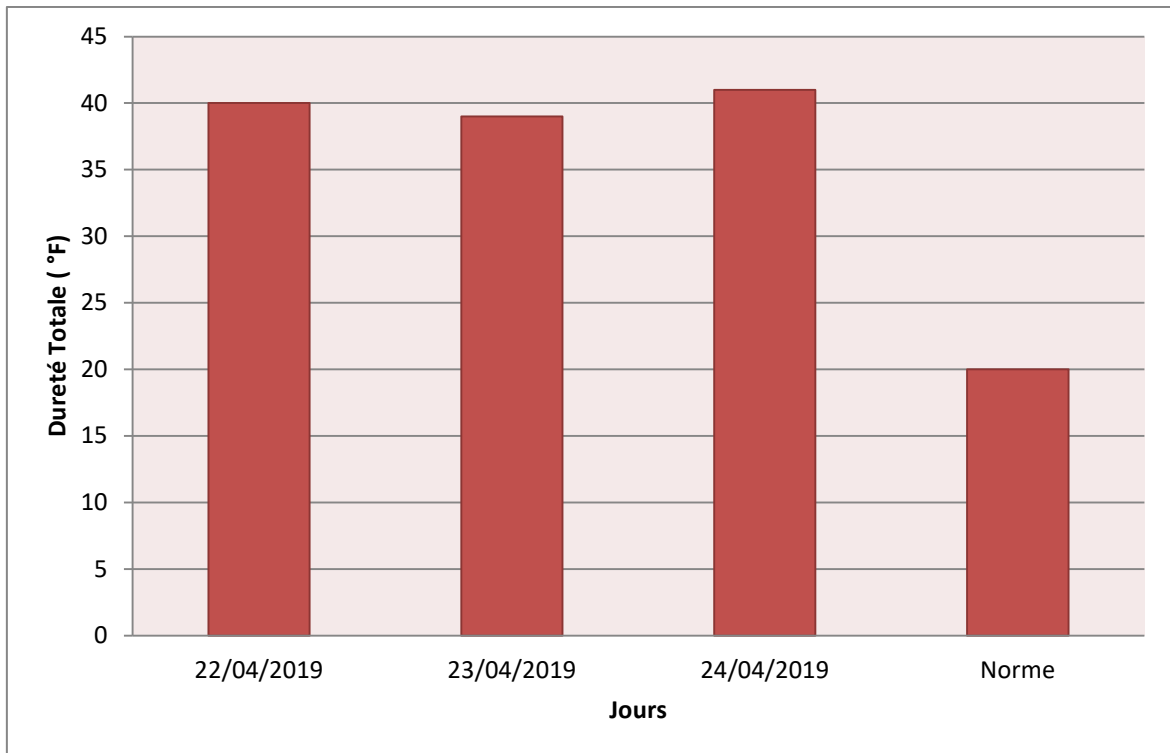


Figure IV.6 : Histogramme comparatif des résultats de la dureté totale de l'eau de robinet et sa norme.

La figure (IV.5) représente la variation de la dureté totale en fonction des différents jours d'analyse pour l'eau minérale naturelle IFRI. l'étude de ce paramètre montre que les concentrations de TH (°F) obtenus sont stables et se situent dans l'intervalle [34 - 34,7°F]. Par conséquent, les valeurs de TH obtenues sont conformes à la norme algérienne, fixée dans l'intervalle [10-50°F].

En outre, les valeurs de TH de l'eau de robinet varient entre [39- 41°F] (figure IV.6), on constate que ces valeurs dépassent la norme exigée et fixée à 20°F, mais elles sont conformes à la norme OMS qui est fixée à 50 mg/l, ce c'est peut s'expliquer par le passage et le contacte de ces eaux avec les roches de dolomitiques par conséquent l'augmentation de ces eaux par les carbonates de calcium et de magnésium.

Selon DEGUMENT(2005), la variation de la dureté est indiquée dans le tableau ci-après :

Tableau IV.4 : classification des eaux en fonction de leur dureté.

Type de l'eau	TH
Eau douce	Entre 5°F et 20°F
Eau dure	Entre 20°F et 35°F
Eau très dure	>35°F

D'après nos résultats et selon le tableau(IV.4), on peut classer l'eau minérale naturelle embouteillée IFRI comme une eau dure, et l'eau du robinet comme une eau très dure.

IV.1.3.2.Calcium

Les figures ci-dessous représentent les résultats de la teneur en calcium dans l'eau minérale IFRI, l'eau de robinet et la norme en vigueur.

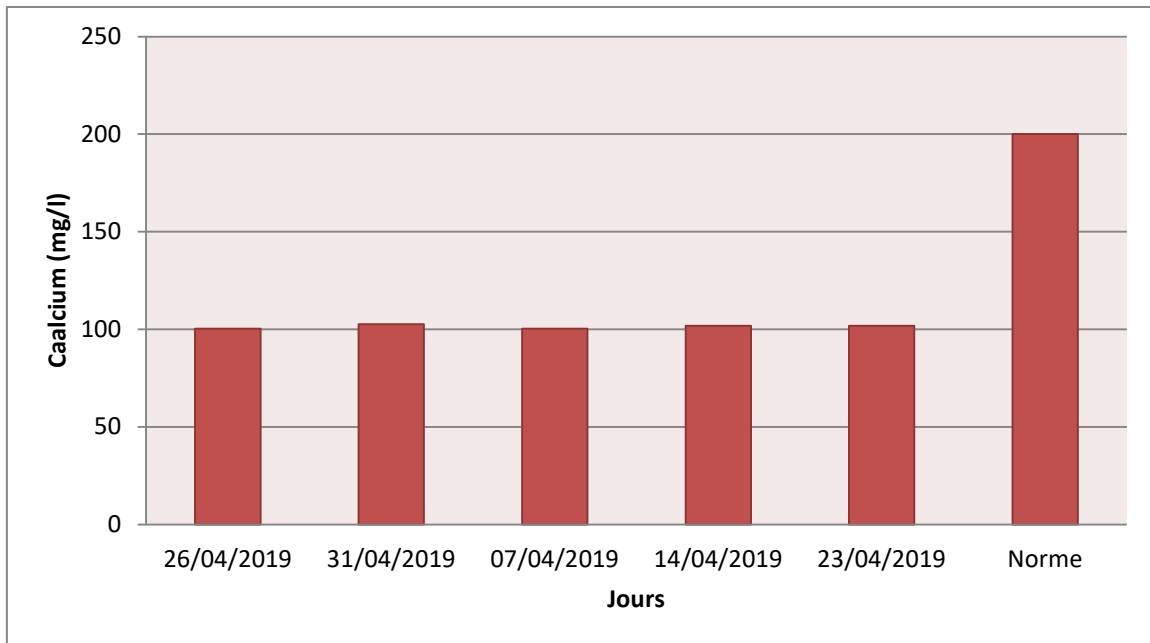


Figure IV.7 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en calcium de l'eau minérale IFRI et sa norme.

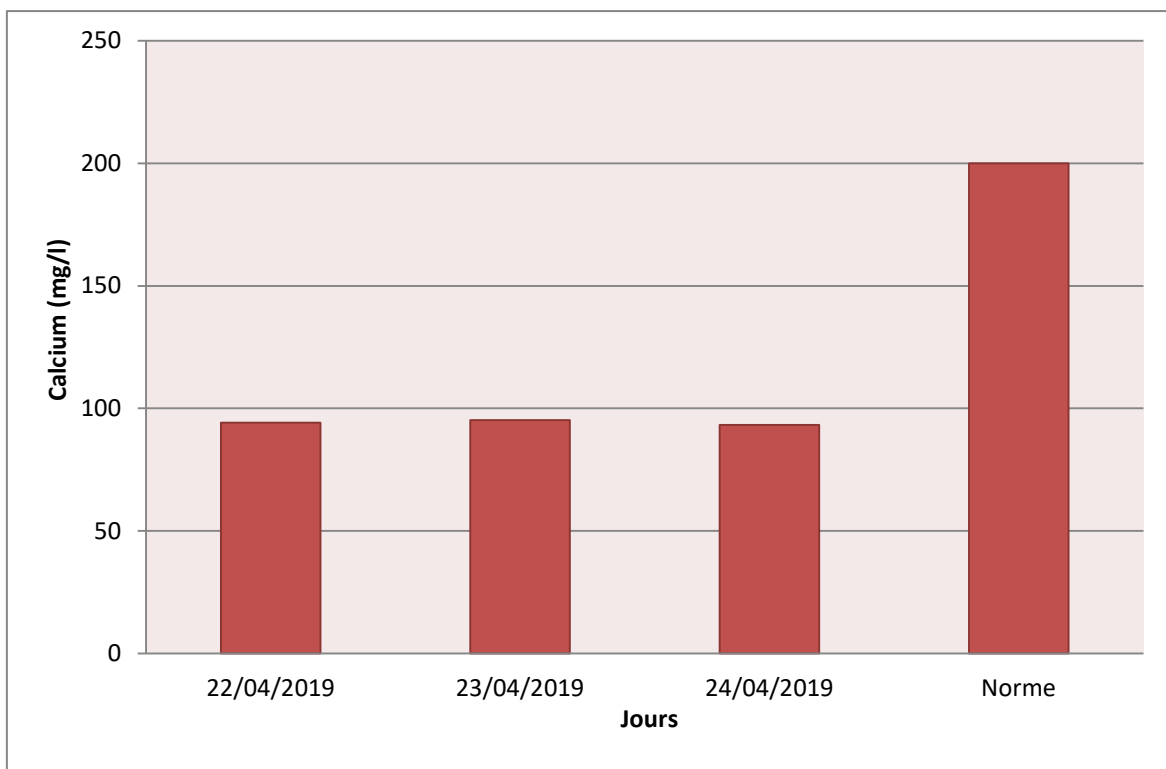


Figure IV.8 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en calcium de l'eau de robinet et sa norme.

D'après la figure (IV.7), les valeurs des teneurs en calcium de l'eau minérale naturelle IFRI en fonction des jours d'analyse, sont presque stable, elles varient dans l'intervalle [100,28-102,7 mg/l]. Ainsi, on constate que ces valeurs sont conformes à la norme algérienne qui est limitée à 200mg/l.

La figure (IV.8), montre la variation des teneurs en calcium de l'eau de robinet. On déduit que ces valeurs sont comprises entre 93,32 et 95,23 mg/l. De ce fait, ces valeurs sont conformes à la norme algérienne limite de 200mg/l.

D'après les résultats, on peut classer les deux types d'eaux comme des eaux calciques car elles présentent des teneurs importantes en calcium. Ce métal alcalino-terreux est aussi fréquent dans les roches sédimentaires. Il peut provenir également des formations gypsifères qui sont facilement solubles.

IV.1.3.3. Magnésium

Les figures ci-dessous représentent les résultats de la concentration en magnésium dans l'eau minérale IFRI, l'eau de robinet et la norme en vigueur.

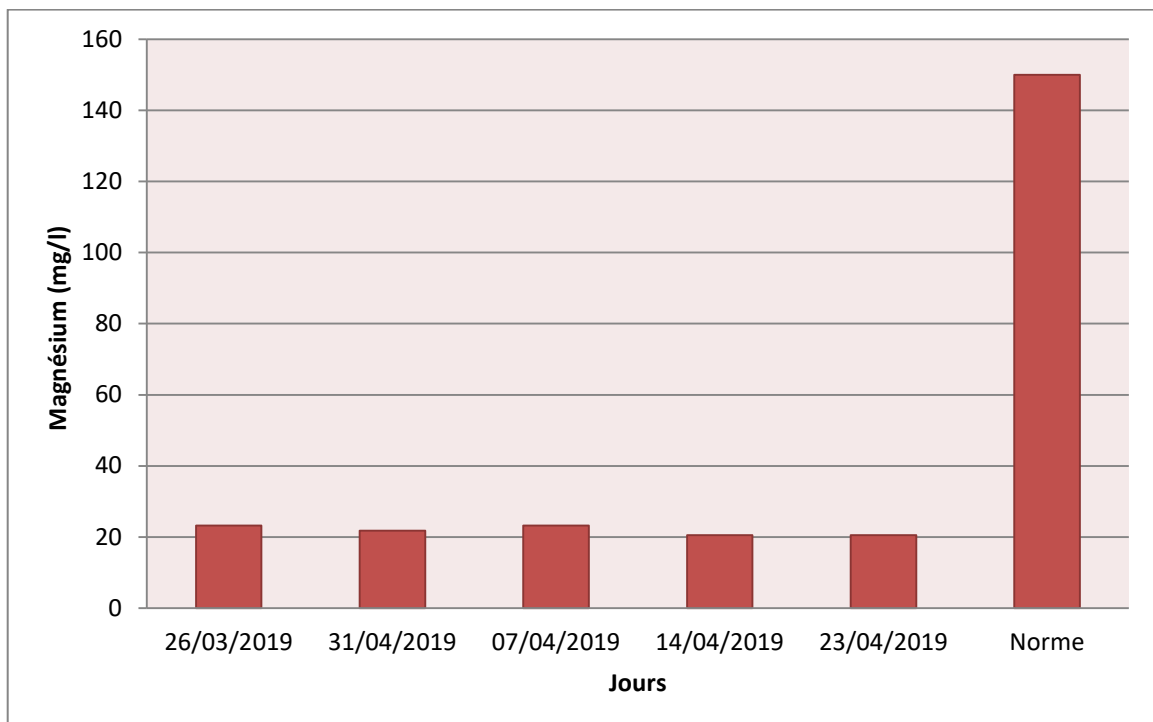


Figure IV.9 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en magnésium de l'eau minérale IFRI et sa norme.

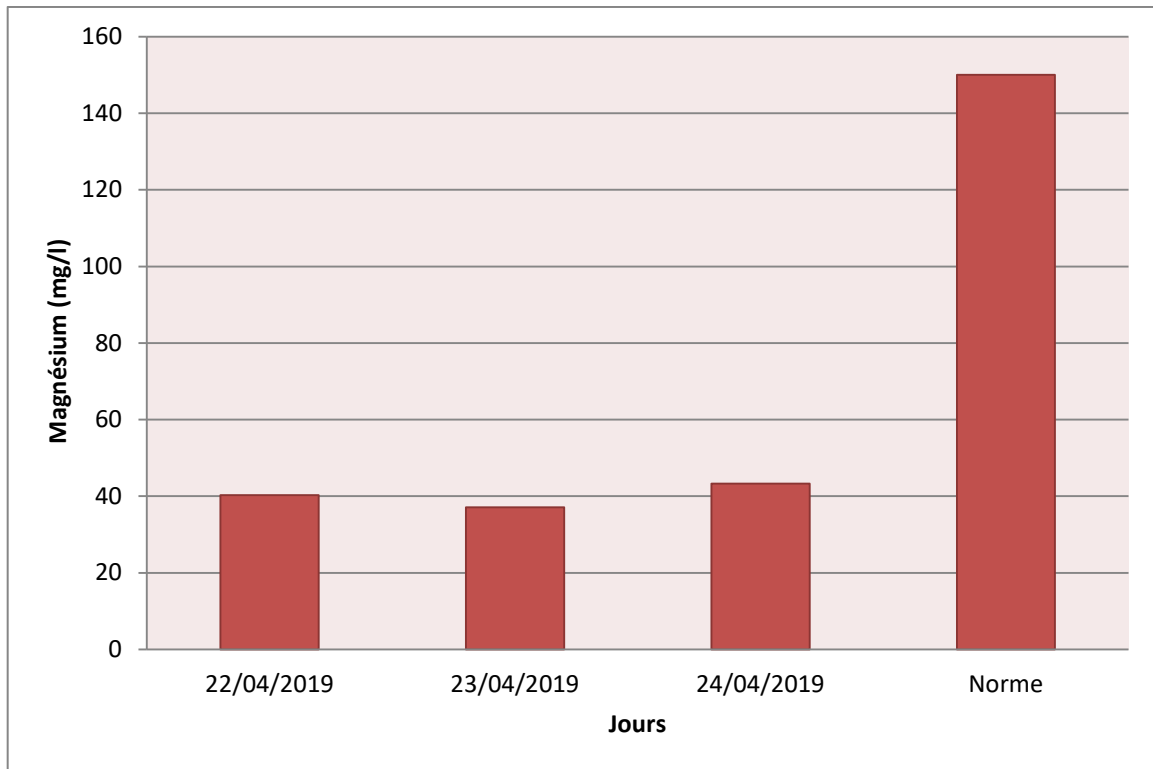


Figure IV.10 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs magnésium de l'eau de robinet et sa norme.

La figure (IV.9), illustre les teneurs en magnésium de l'eau minérale naturelle embouteillée IFRI en fonction des jours d'analyse, elles varient dans l'intervalle [20,5-23,2mg/l] et pour l'eau de robinet ces teneurs varient entre 37 et 43,32 mg/l. D'après la norme algérienne exigée pour les eaux minérales naturelles et les eaux de source la teneur en magnésium est fixée à 150 mg/l. On remarque que les valeurs enregistrées pour les deux types d'eaux étudiées sont conformes et peuvent être considérées comme des eaux magnésiennes.

IV.1.3.4. Les chlorures

Les figures ci-dessous représentent les résultats de la concentration en chlorure dans l'eau minérale IFRI, l'eau de robinet et la norme en vigueur.

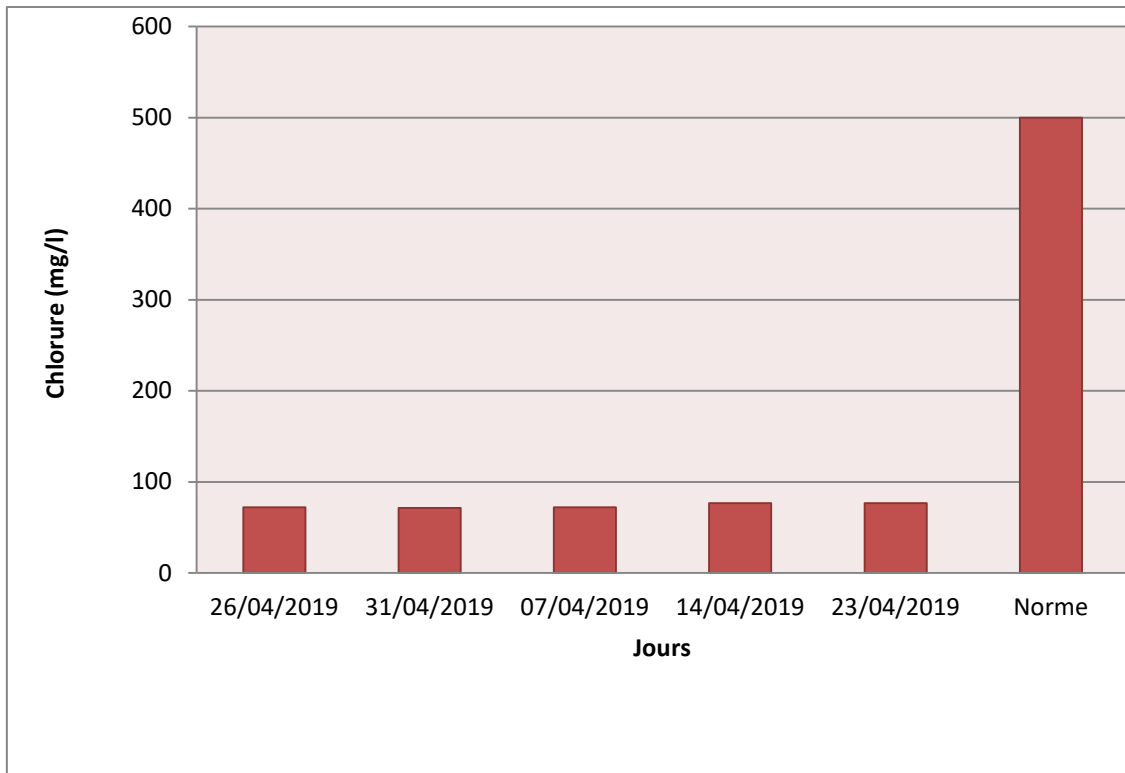


Figure IV.11 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en chlorure de l'eau minérale IFRI et sa norme.

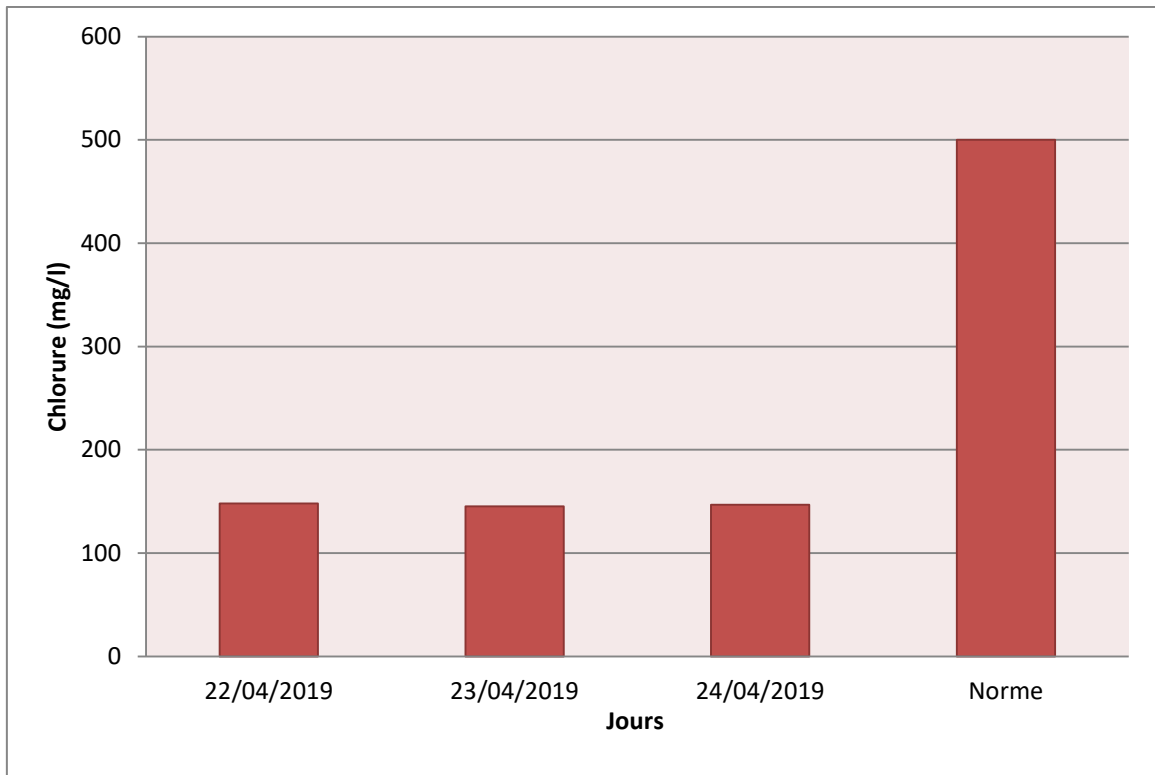


Figure IV.12 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en chlorure de l'eau de robinet et sa norme.

D'après la figure (IV.11) et la figure (IV.12), les teneurs en chlorure notées pour l'eau minérale naturelle IFRI et l'eau de robinet varient, respectivement, entre 72,31 et 76,57 mg/l et 145,3 et 148,18 mg/l. On constate que ces teneurs sont légèrement faibles à la norme algérienne qui est fixée à 500 mg/l. En outre, les teneurs en chlorures dans l'eau de robinet sont très supérieures aux valeurs de l'eau minérale IFRI, car l'eau de robinet subit un traitement de désinfection par ajout du chlore pour éliminer tous les micro-organismes présentes dans l'eau. La présence de chlorure dans l'eau minérale IFRI est principalement liée à la nature des terrains traversés et à la dissolution des sels naturels comme la sylvite et de l'halite.

IV.1.3.5. Les bicarbonates

Les figures ci-dessous représentent les résultats de la concentration en bicarbonate dans l'eau minérale IFRI, l'eau de robinet et la norme en vigueur.

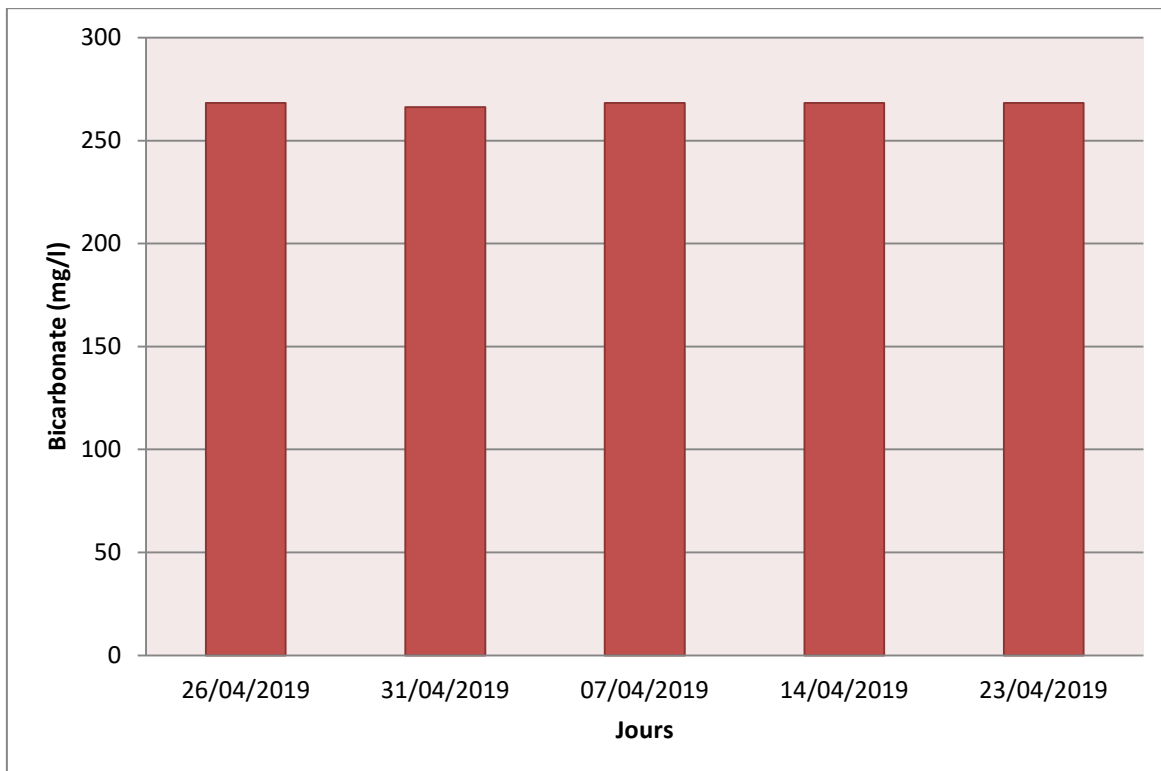


Figure IV.13: Histogramme comparatif des résultats des teneurs en bicarbonate de l'eau minérale IFRI et sa norme.

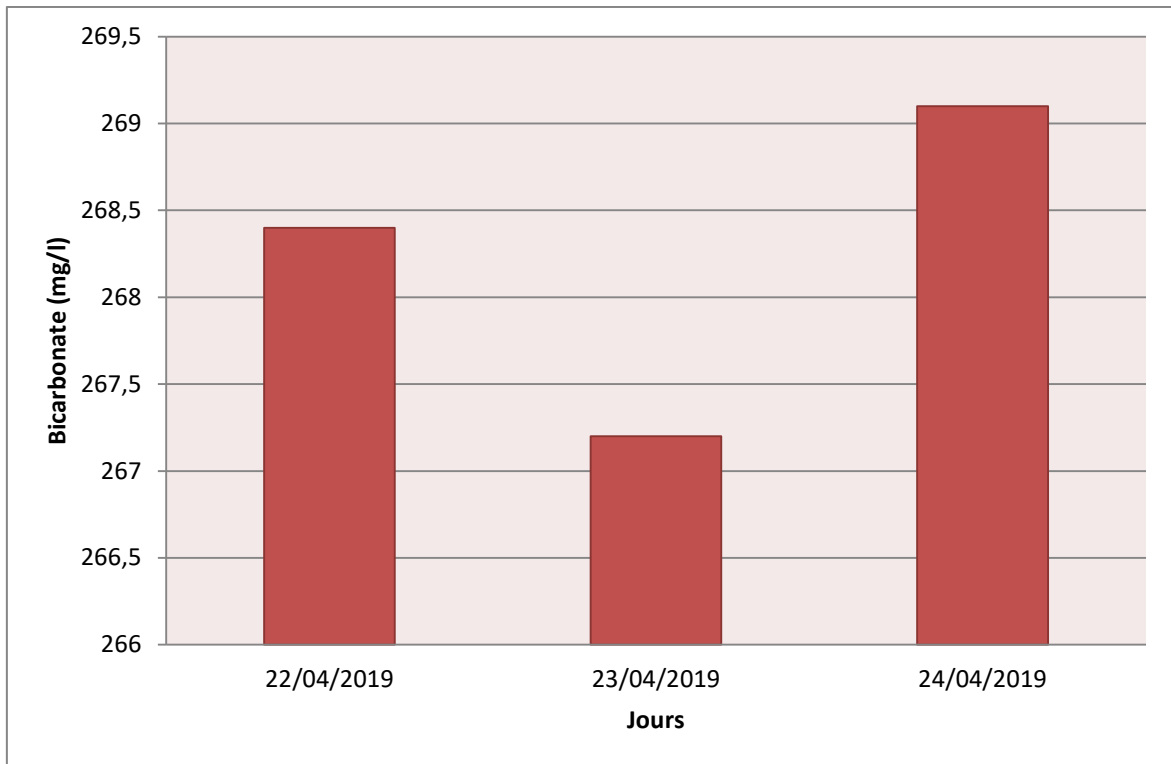


Figure IV.14: Histogramme comparatif des résultats des teneurs en bicarbonate de l'eau de robinet.

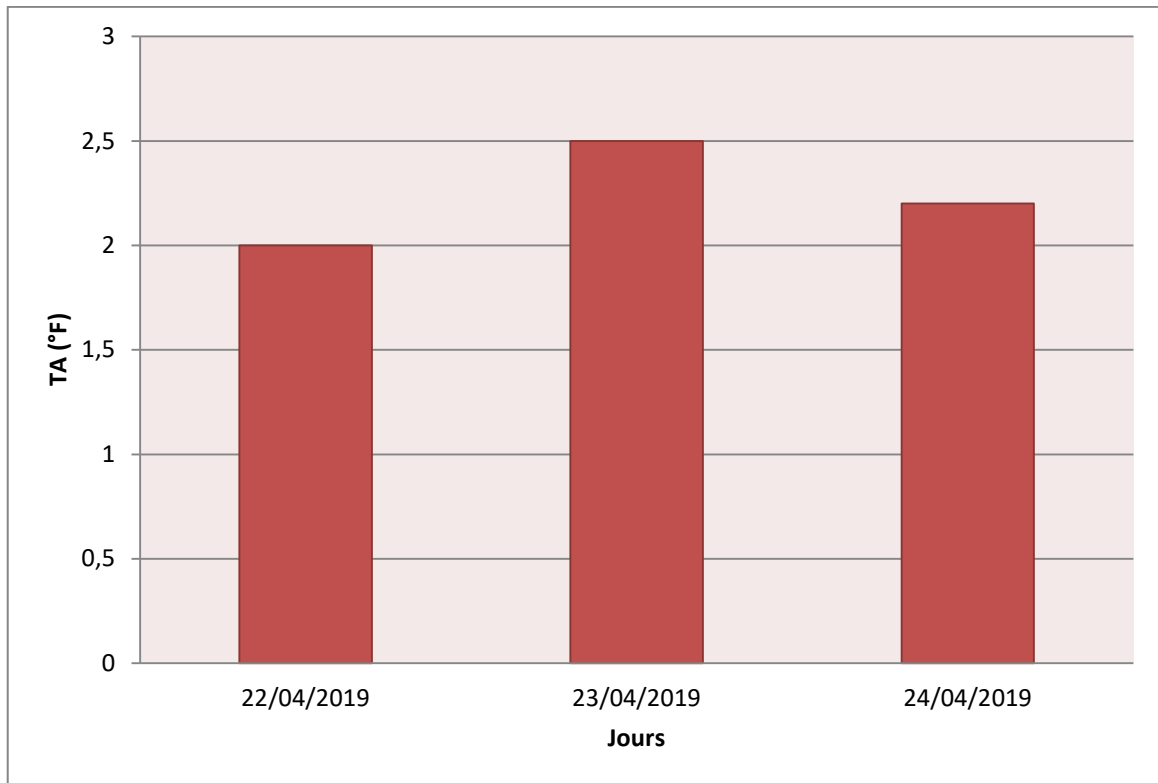
A partir de la figure (IV. 13) et la figure(IV.14), Les teneurs en bicarbonates dans l'eau minérale naturelle IFRI et l'eau de robinet sont très proches et elles sont comprises entre 267,2 et 269,41 mg/l. Ces deux types d'eaux peuvent être considérés comme des eaux bicarbonatées, et la source de bicarbonate dans l'eau est due à la dissolution des minéraux carbonatés.

IV.1.3.6. Le titre alcalimétrique simple

Le tableau et la figure ci-dessous représentent les résultats de la concentration en TA dans l'eau minérale IFRI, l'eau de robinet et la norme algérienne en vigueur.

Tableau IV.5. Les résultats de TA pour l'eau IFRI.

Jours d'analyses	26/03/2019	31/04/2019	07/04/2019	14/04/2019	23/04/2019
TA(°F)	00	00	00	00	00

**Figure IV.15:** Histogramme comparatif des résultats des teneurs en TA de l'eau de robinet.

L'eau minérale naturelle IFRI présente un titre alcalimétrique (TA) de 0°F (tableau IV.5) pour tous les jours d'analyses, ces valeurs indiquent l'absence totale des bases fortes telles que les carbonates et hydroxydes.

Les valeurs de TA de l'eau de robinet (figure IV.15) est supérieure à 0, mais avec des valeurs très petites varient entre 2 et 2,5 °F, car le pH de ces eaux est inférieure à 8,3, donc ces eaux contiennent des bases fortes.

IV.1.3.7. Le titre alcalimétrique complet

Les figures ci-dessous représentent les résultats de la concentration en TAC dans l'eau minérale IFRI, l'eau de robinet et la norme en vigueur.

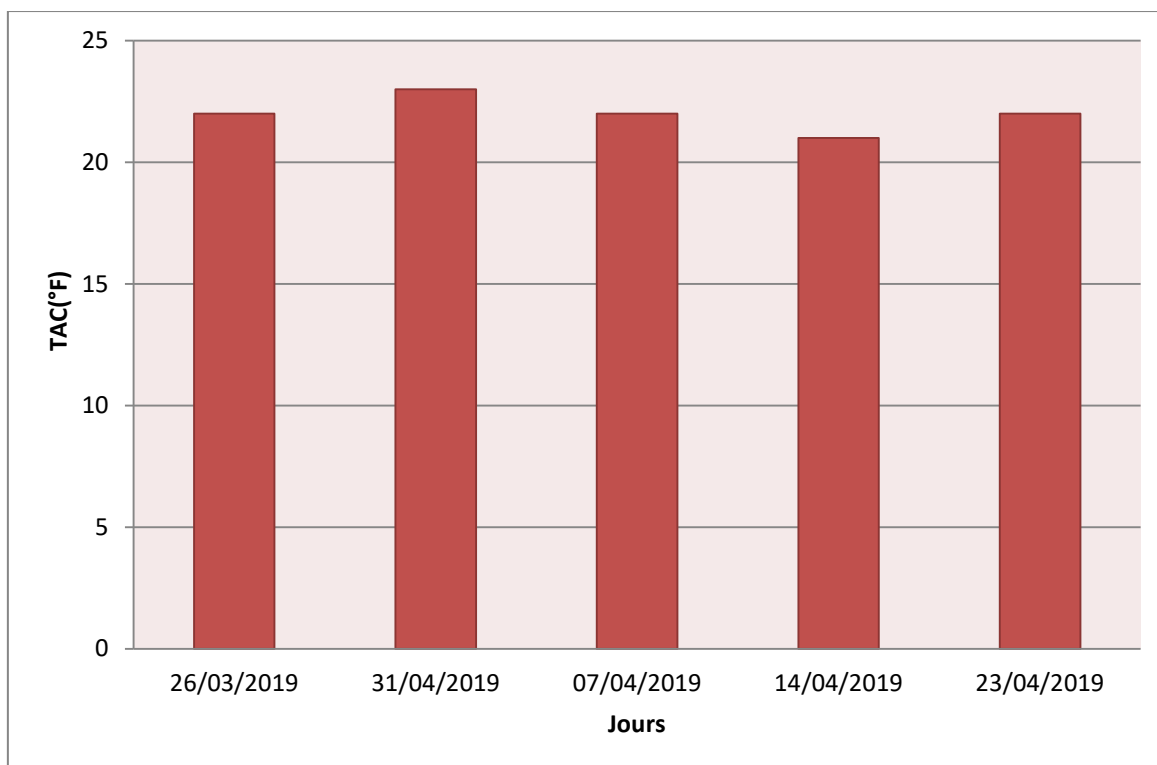


Figure IV.16 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en TAC de l'eau minérale IFRI.

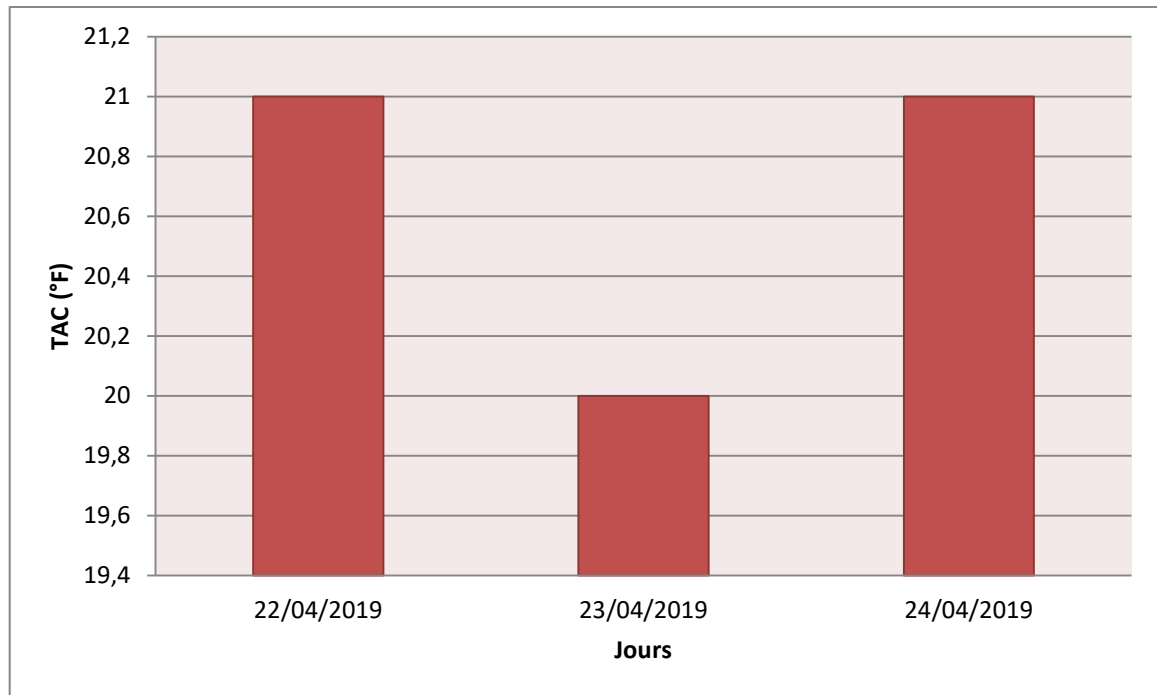


Figure IV.17 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en TAC de l'eau de robinet.

D'après la figure. (IV.16), les résultats observés de TAC pour l'eau minérale naturelle IFRI sont compris entre 21 et 23°F. Par ailleurs, les résultats obtenus de TAC pour l'eau de robinet varient entre 20 et 21 °F. On constate que les teneurs en titre alcalimétrique complet des deux eaux sont très proches.

D'après la littérature, pour une eau dont le pH est inférieur à 8,3, la valeur du TAC correspond à la concentration des ions bicarbonates, la connaissance de cette valeur est essentielle pour l'étude de l'agressivité d'une eau puisqu'elle dépend de l'équilibre calco-carbonique [1,17].

IV.1.3.8. Les sulfates

Les figures ci-dessous représentent les résultats de la concentration en sulfate dans l'eau minérale IFRI, l'eau de robinet et la norme en vigueur.

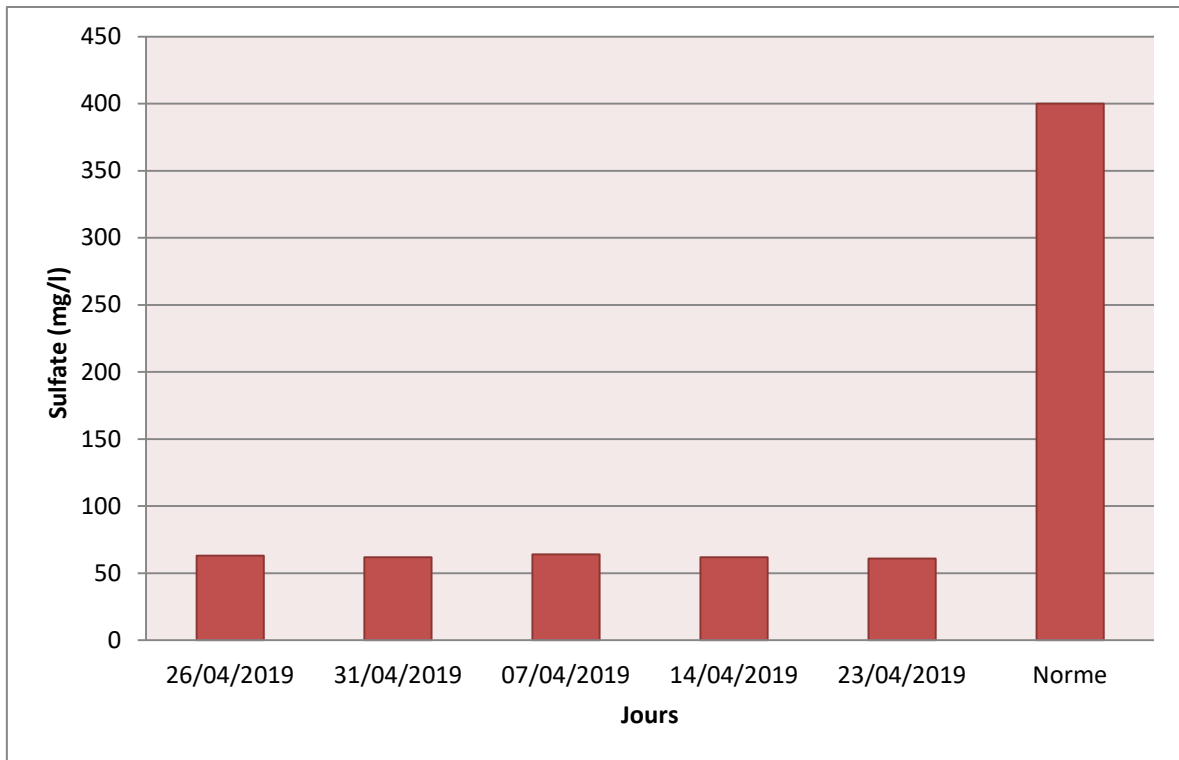


Figure IV.18 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en sulfate de l'eau minérale IFRI sa et norme.

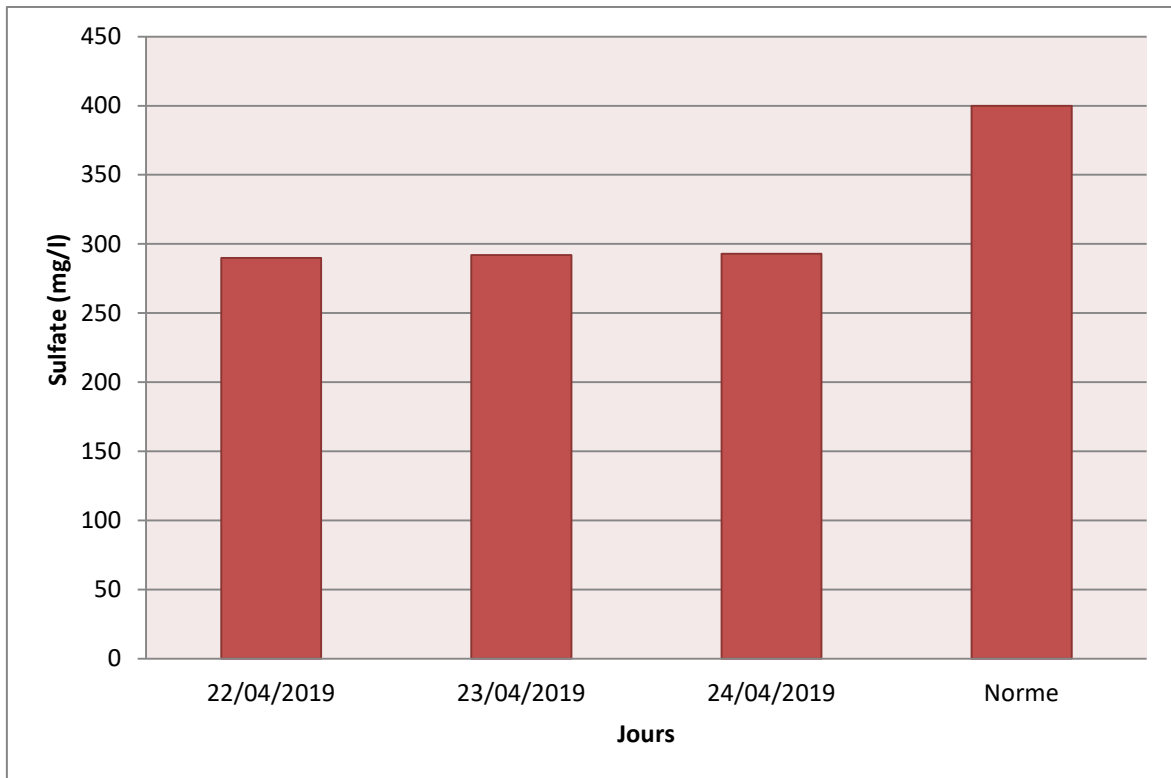


Figure IV.19 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en sulfate de l'eau de robinet sa et norme.

Les teneurs en sulfate dans l'eau minérale naturelle IFRI figure (IV.18) sont comprises entre 61 et 64 mg/l. Par ailleurs, les résultats des teneurs en sulfate enregistrés dans l'eau de robinet (figure IV.19), sont très supérieurs aux valeurs de l'eau minérale IFRI, elles varient entre 290 et 293 mg/l.

Les résultats obtenus pour les deux types d'eaux sont conformes à la norme algérienne qui est fixée à 400 mg/l.

D'après ces résultats, nous déduisons que l'eau de robinet est une eau sulfatée par rapport à l'eau minérale IFRI.

Les sulfates sont très répandus dans la nature et constituent une composante ionique de l'eau. La concentration en ions sulfates des eaux naturelles est très variable, et leur présence peut avoir plusieurs origines : les origines anthropiques sont dues à l'utilisation d'engrais chimiques, de lessive et aux rejets industriels.

IV.1.3.9. Les nitrates et les nitrites

Les figures ci-dessous représentent les résultats des composés azotés dans l'eau minérale IFRI, l'eau de robinet et la norme en vigueur.

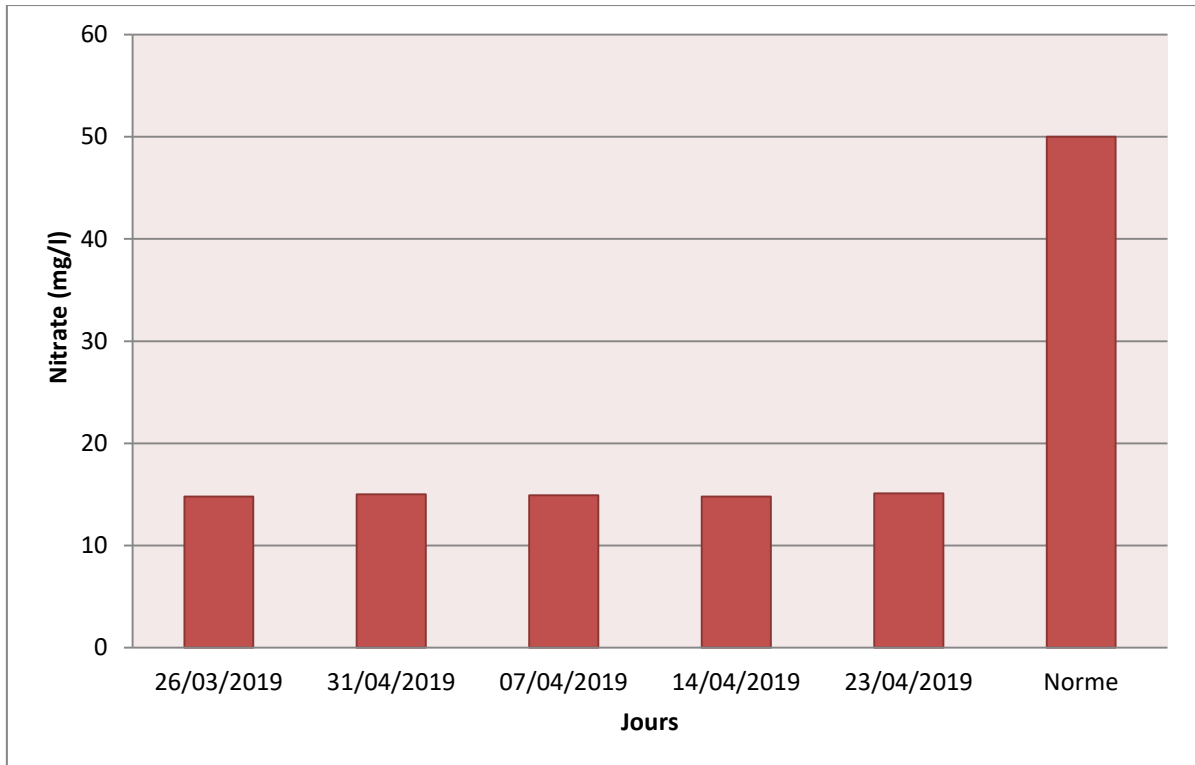


Figure IV.20 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en nitrate de l'eau minérale IFRI sa et norme.

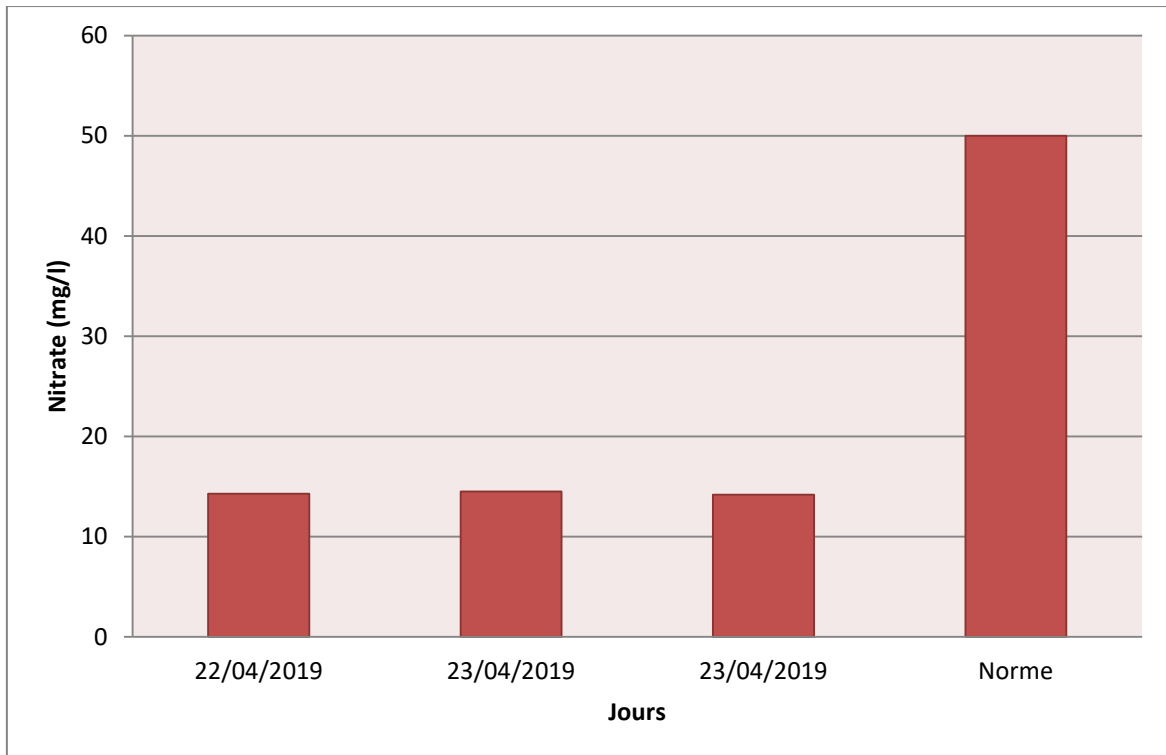


Figure IV.21: Histogramme comparatif des résultats des teneurs en nitrate de l'eau de robinet et sa norme.

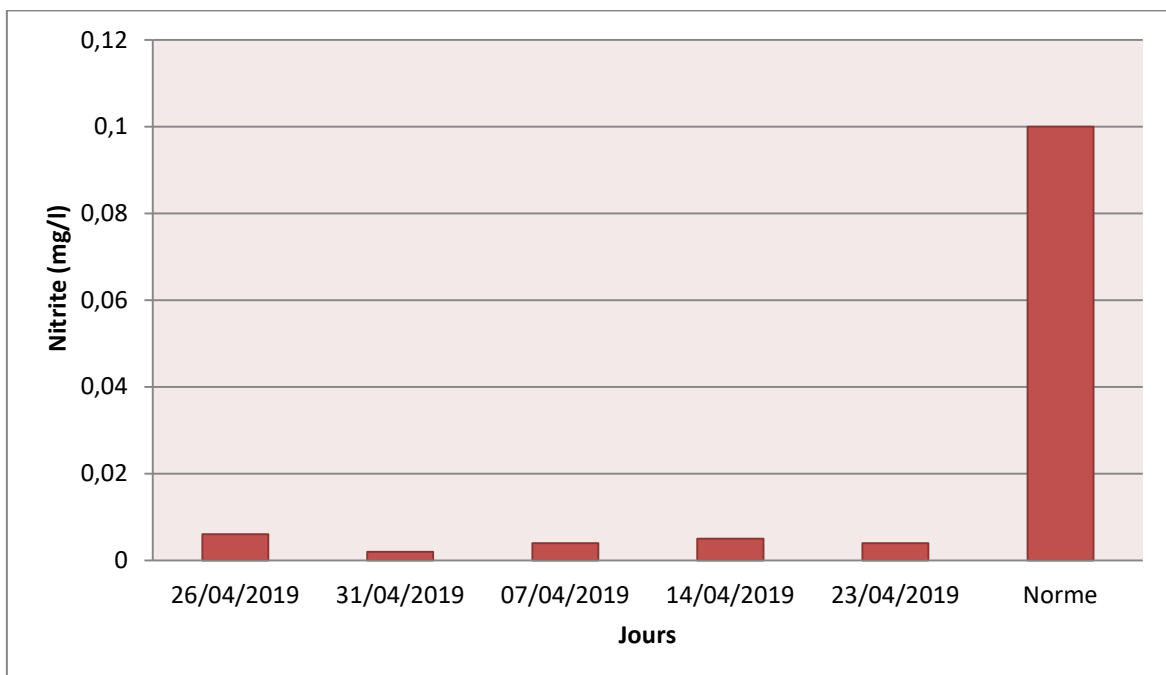


Figure IV.22 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en nitrite de l'eau de minérale IFRI et sa norme.

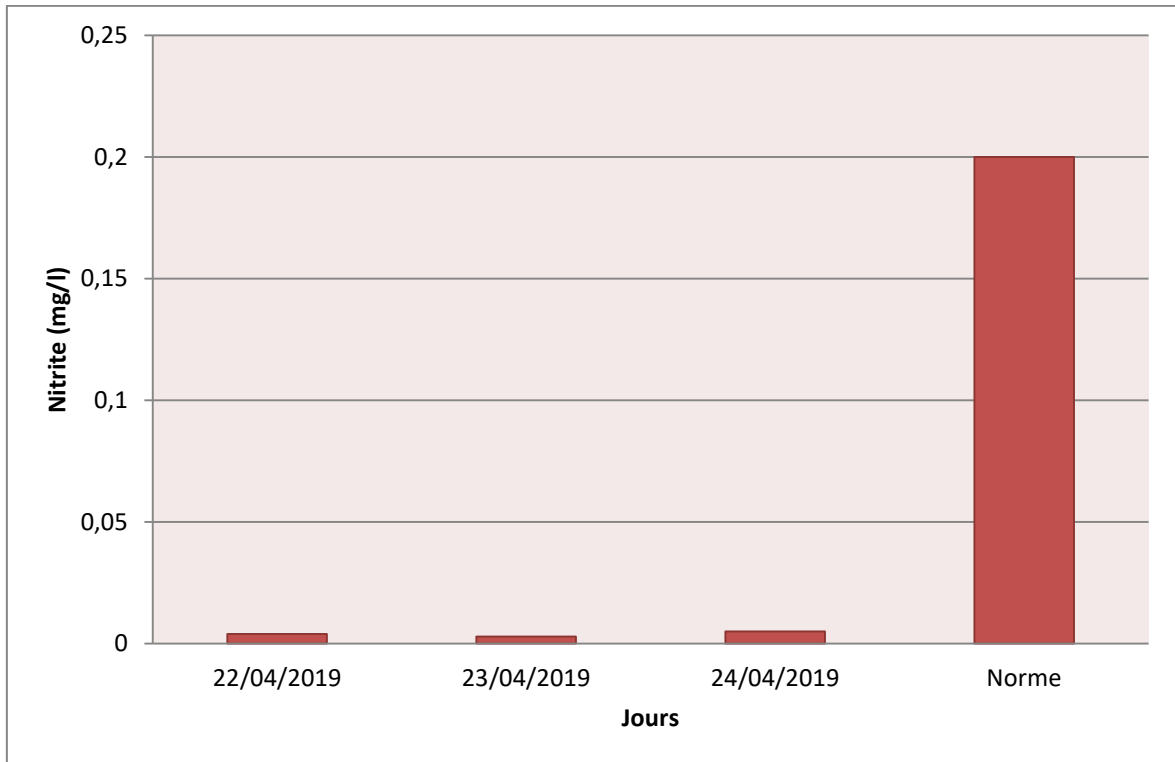


Figure IV.23: Histogramme comparatif des résultats des teneurs en nitrite de l'eau de robinet et sa norme.

Les concentrations de ces composés azotés obtenues sont de très loin inférieures aux normes (figure IV.20, figure IV.21, figure IV.22 et figure IV.23), ceci s'expliquerait par le fait que ce genre de pollution est plutôt fréquent dans les pays où nous avons recouru à une utilisation abusive des engrais chimiques ; ce qui n'est pas le cas de notre agriculture en générale et surtout de la région où se trouve le bassin aquifère d'où est puisée l'eau IFRI.

IV.1.3.10. Le cuivre

Les figures ci-dessous représentent les résultats des teneurs en cuivre dans l'eau minérale IFRI, l'eau de robinet et la norme en vigueur.

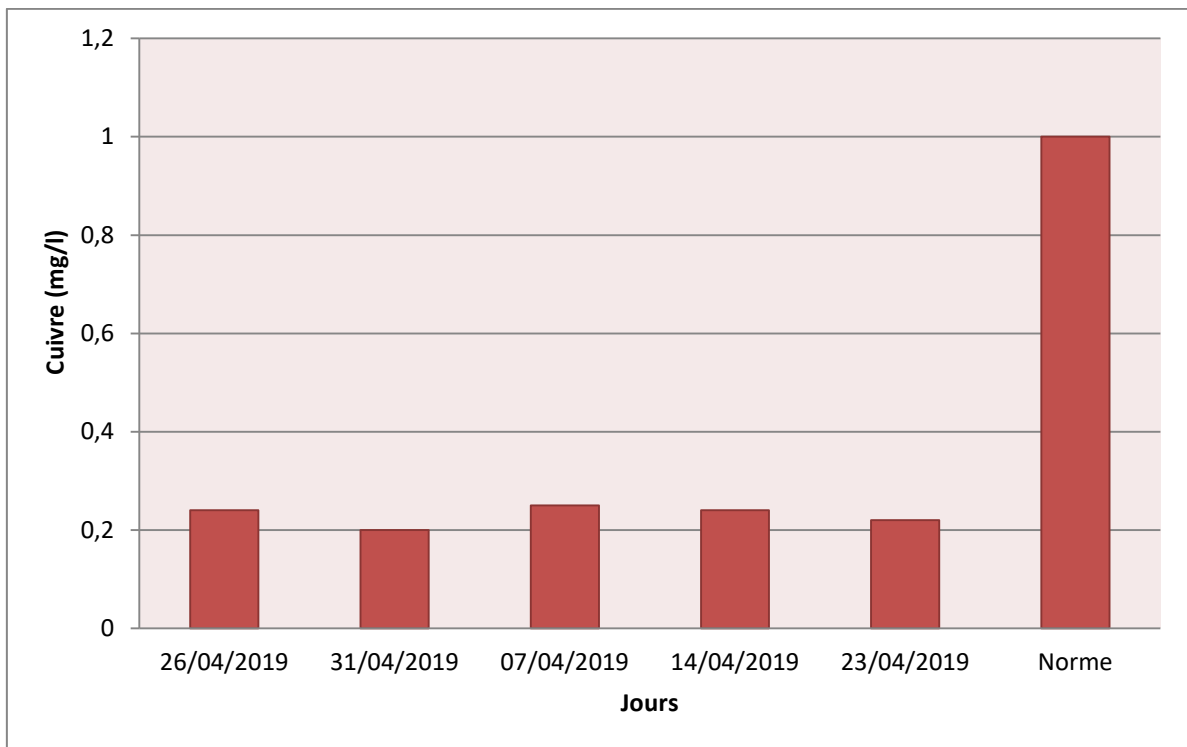


Figure IV.24 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en cuivre de l'eau de minérale et sa norme

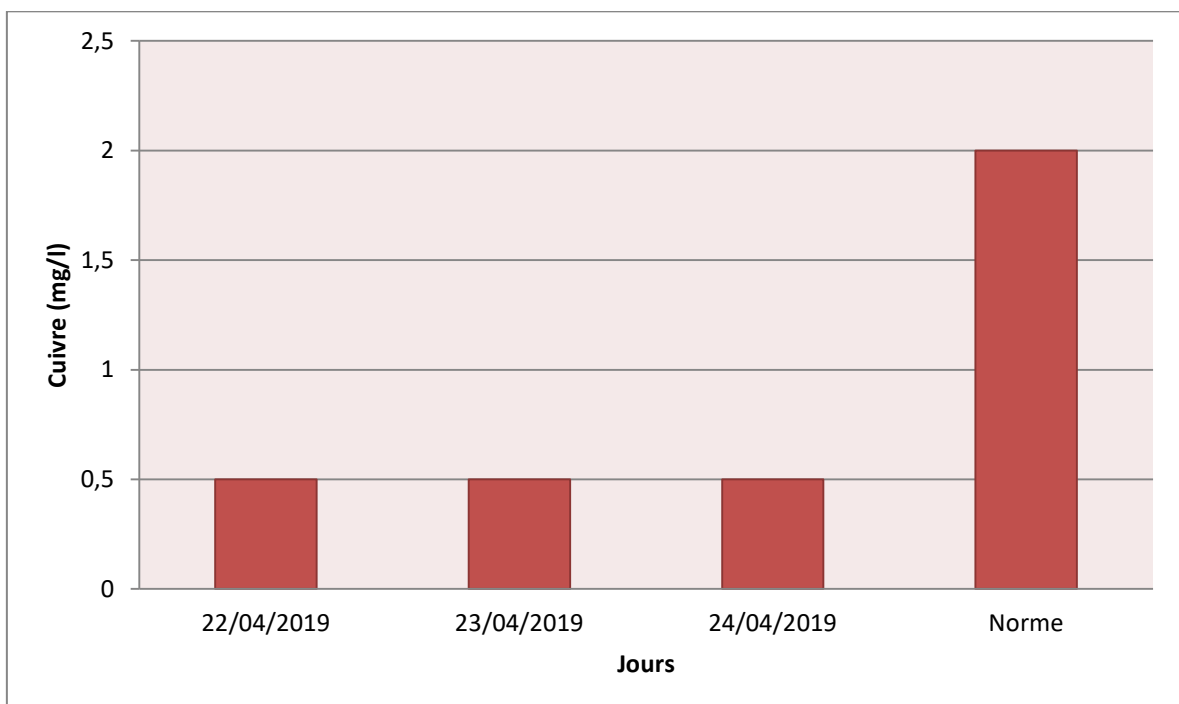


Figure IV.25: Histogramme comparatif des résultats des teneurs en cuivre de l'eau de robinet et sa norme

Les résultats des teneurs en cuivre obtenus pour les deux types d'eau sont proches (figure IV.24 ; figure IV.25), elles varient entre 0,2 et 0,5 mg/l, et sont inférieures aux normes de l'eau minérale naturelle IFRI et l'eau de robinet (1 mg/l et 2 mg/l). Le cuivre est un élément de la croûte terrestre, sa concentration dans l'eau dépend essentiellement de leur solubilité.

IV.2.11. Le potassium

Les figures ci-dessous représentent les résultats des teneurs en potassium de l'eau minérale IFRI, l'eau de robinet et la norme en vigueur.

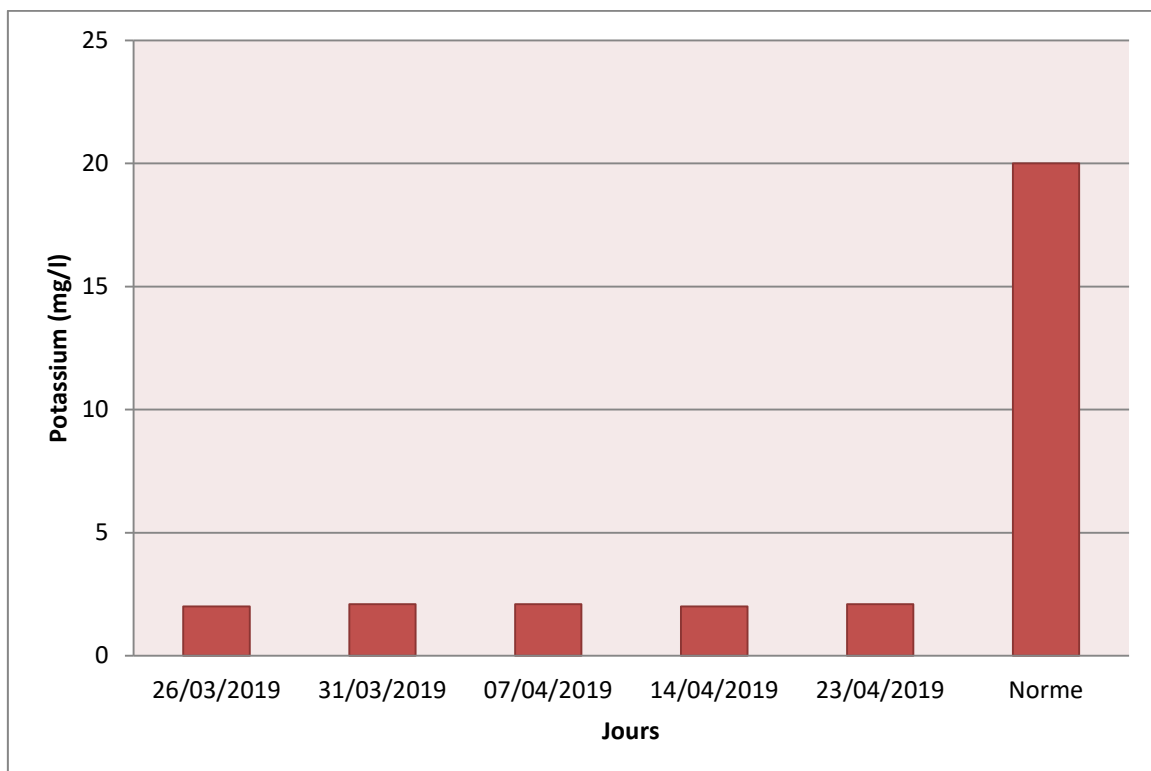


Figure IV.26 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en potassium de l'eau minérale IFRI et sa norme.

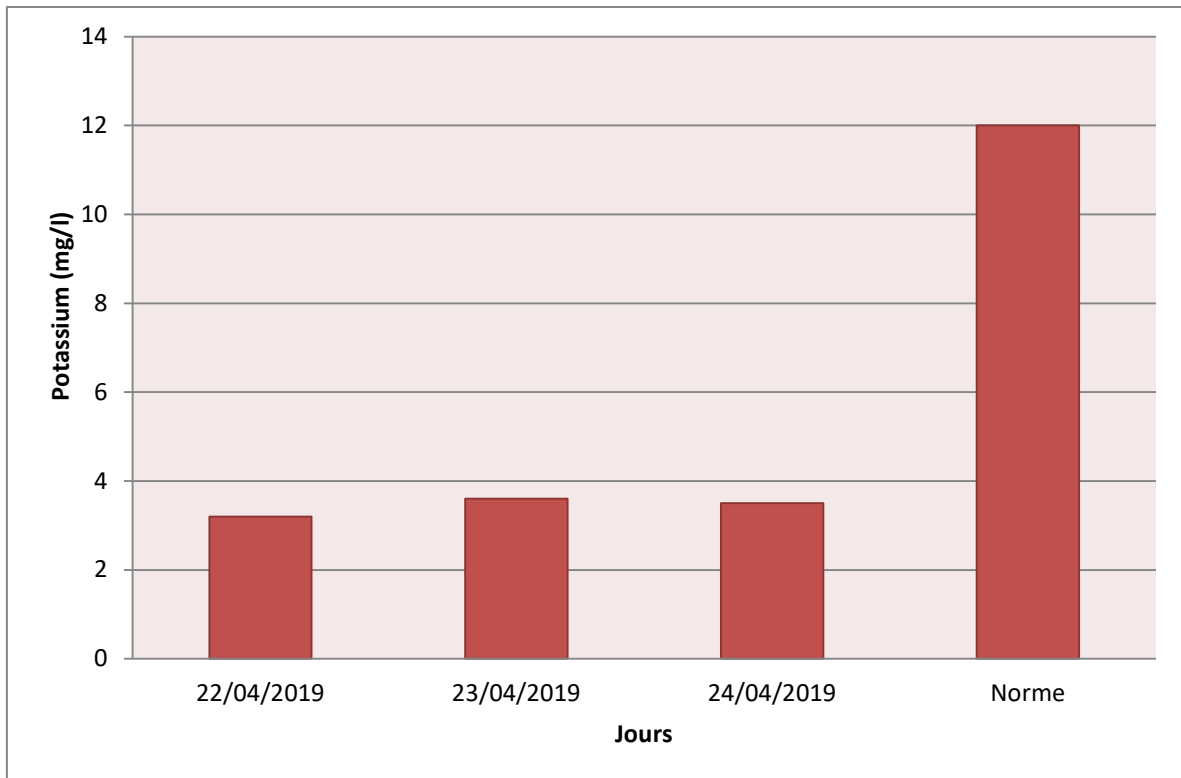


Figure IV.27 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en potassium de l'eau du robinet et sa norme.

La figure (IV.26) présente des teneurs en potassium observées lors des analyses de l'eau minérale naturelle IFRI, elles varient entre 2 à 2,1 mg/l, sont des valeurs faibles, et sont très inférieures à la norme en vigueur de 20 mg/l.

La figure (IV.27) présente des teneurs en potassium pour les eaux de robinet, ces valeurs varient entre 3,2 et 3,6 et sont conformes à la norme qui est fixée à 12 mg/l. On déduit que les deux types d'eaux étudiés sont pauvres en potassium.

IV.1.3.12. Fer et Manganèse

Les figures ci-dessous représentent les résultats des teneurs en fer et manganèse de l'eau minérale IFRI, l'eau de robinet et la norme en vigueur.

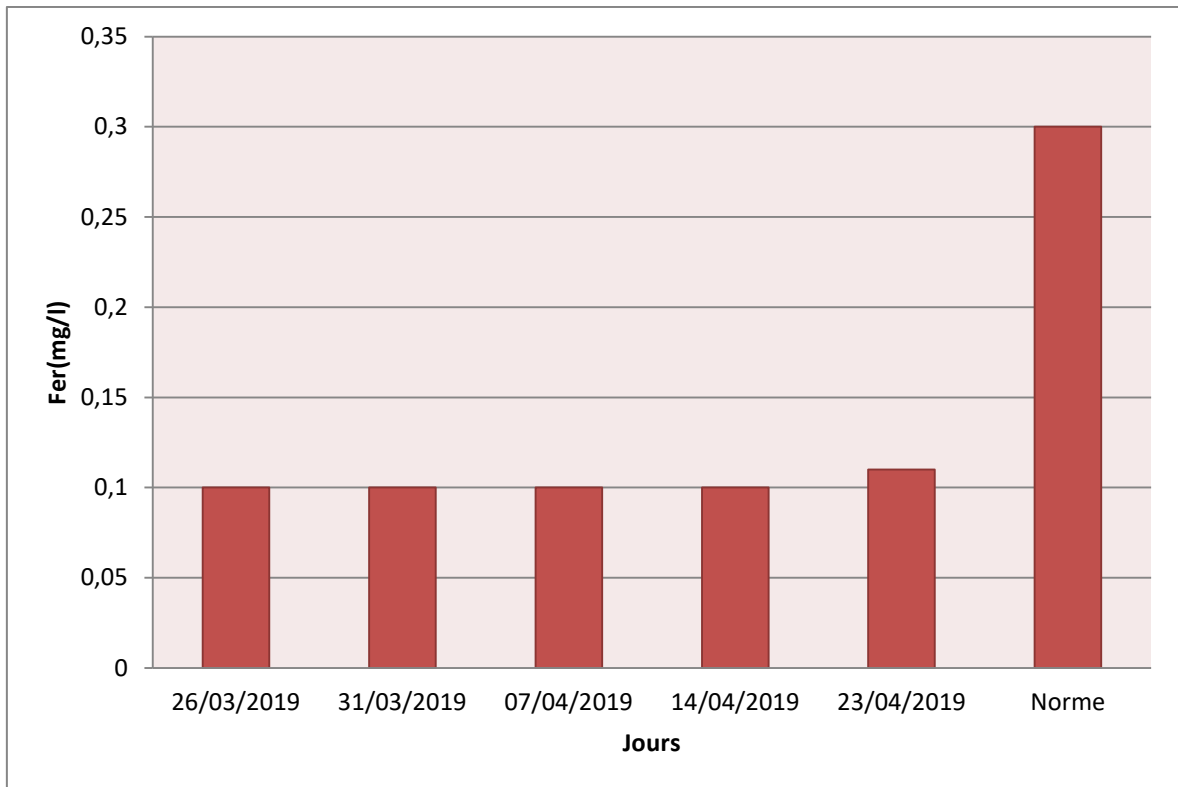


Figure IV.28 : Histogramme comparatif des résultats des teneurs en fer de l'eau minérale IFRI et sa norme

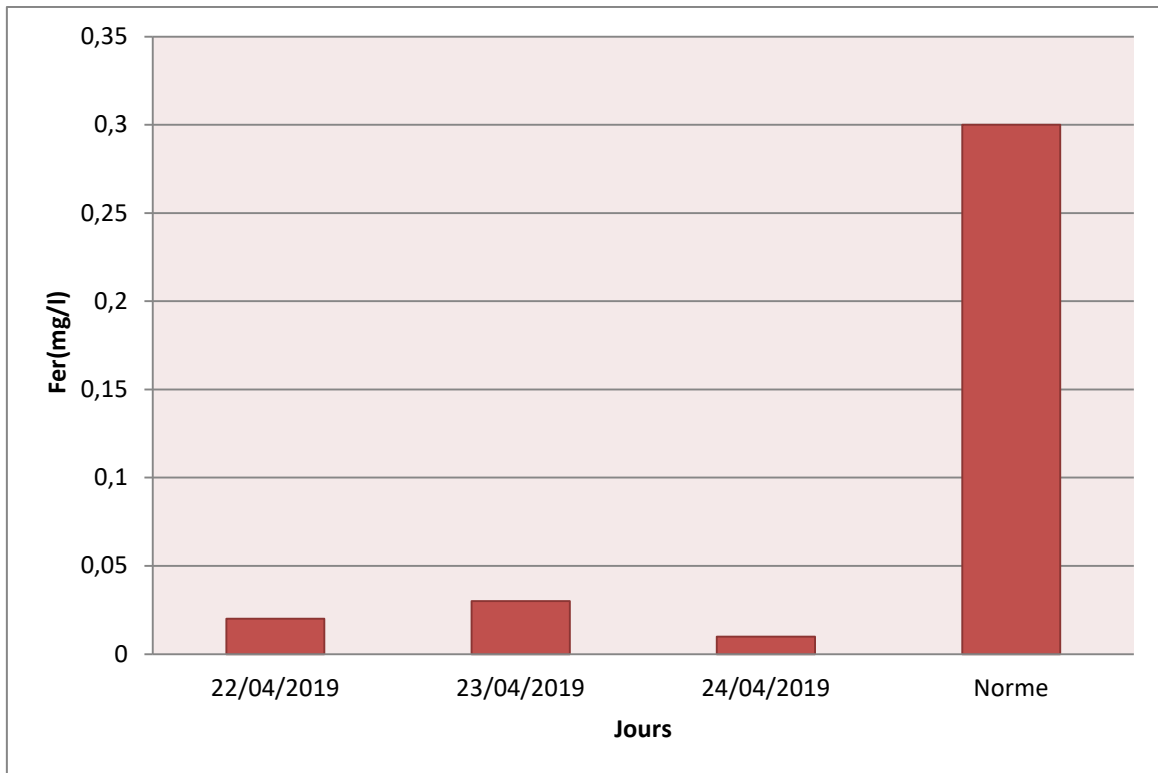


Figure IV.29: Histogramme comparatif des résultats des teneurs en fer de l'eau de robinet et sa norme.

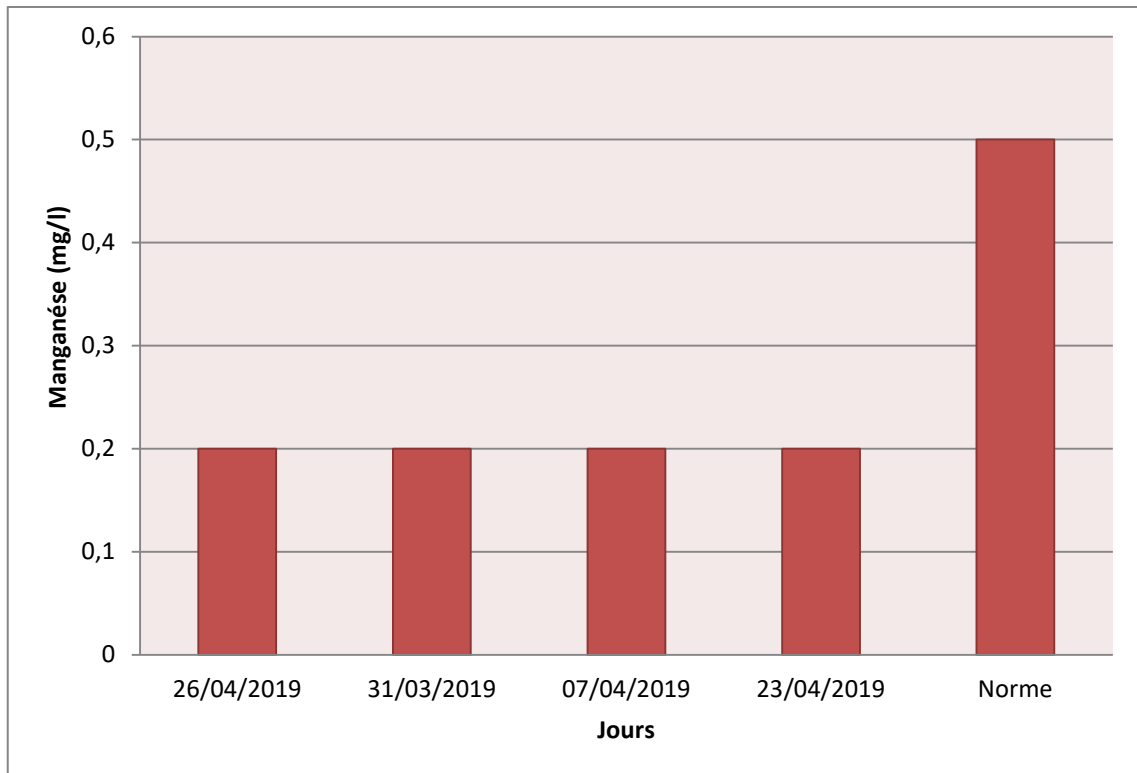


Figure IV.30: Histogramme comparatif des résultats des teneurs en manganèse de l'eau minérale IFRI et sa norme.

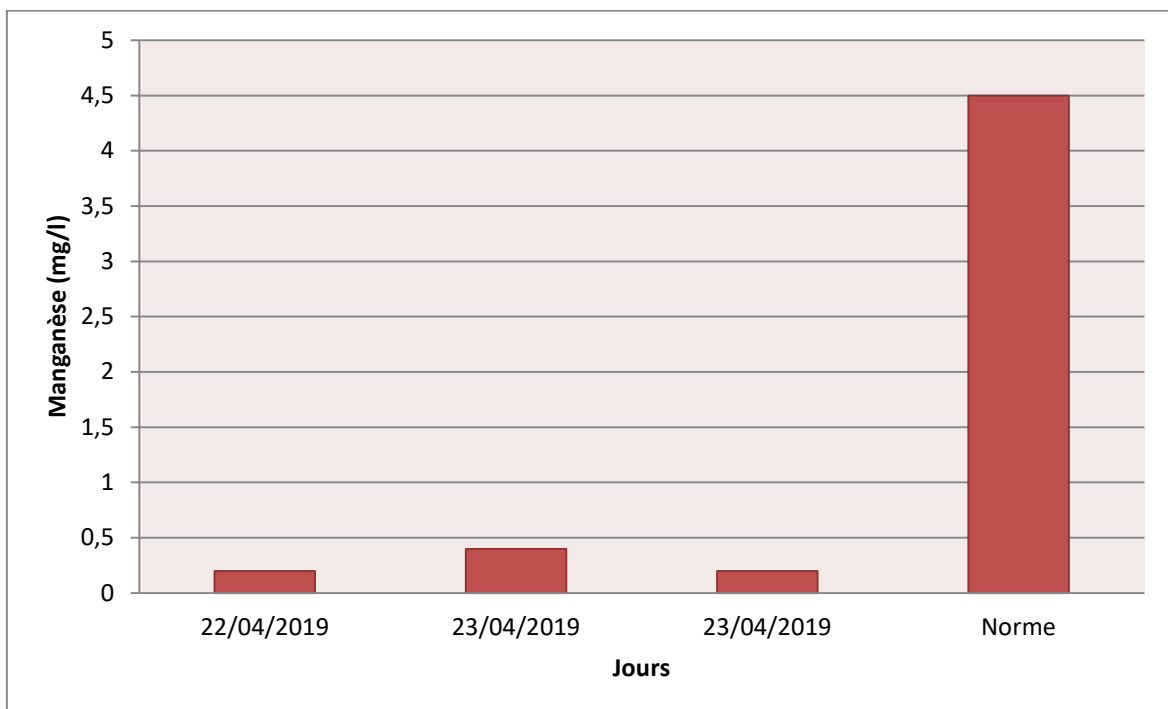


Figure IV.31: Histogramme comparatif des résultats des teneurs en manganèse de l'eau de robinet et sa norme.

La figure (IV.28), montre les résultats des teneurs en fer obtenus pour l'eau minérale IFRI, sont stables (0,1-0,11mg/l) et conformes à la norme Algérienne qui présente la valeur 0,3 mg/l.

La figure (IV.29), illustre les résultats des teneurs en fer obtenus pour l'eau de robinet, elles varient entre 0,01 et 0,03mg/l, ces valeurs sont très inférieures à la valeur de la norme algérienne qui est 0,3 mg/l.

Et les résultats de manganèse (figure IV.30 ; figure IV.31) sont stables pour les deux types d'eaux (Mn=0,2mg/l) et sont conformes aux normes algériennes.

La présence du fer et du manganèse est fréquente dans les eaux souterraines sous forme dissoute (colloïdes en suspension), ne sont pas des polluants majeurs et leur présence ne présente pas de danger pour l'homme. Par contre, Ils influencent la qualité organoleptique de l'eau. D'après nos résultats, nous déduisons que les deux types d'eaux, sont de bonne qualité organoleptique.

IV.2.les résultats et l'interprétation des Paramètre microbiologiques

La recherche des paramètres de contamination fécale est l'application par contrôle de qualité bactériologique de l'eau, l'eau minérale naturelle embouteillée IFRI n'a subit aucun traitement, juste une filtration à sable, mais pour l'eau de robinet à été traitée et subit un traitement de chloration.

Pour les paramètres analysés, les résultats obtenus sont conformes à réglementation concernant les eaux minérales et les eaux du robinet sont comparées aux normes parus :

Tableau .IV.6 : Les normes utilisées pour l'interprétation les résultats microbiologiques

Eau	Norme
IFRI	Journal officiel de la république algérienne N°39du 02 juillet 2017
Robinet	Journal officiel de la république algérienne N° 35 du 27 mai 1998

Les résultats de l'analyse sont exprimés en unité colonie (UFC) / ml et sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau. IV.7 : Les résultats microbiologiques obtenus de l'eau IFRI.

Désignation	Ech1	Ech2	Ech3	Ech4	Ech5	Norme
Germe révivifiablesà 22°C	3	2	1	3	5	<100
Germe révivifiables à 37°C	2	1	5	0	4	<100
Coliformes totaux à 37°C	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Entérocoques à 37°C	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Spores anaérobies sulfito-réductrices à 37°C	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Pseudomonas aeruginosa à 37 °C	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS

Tableau.IV.8 : Les résultats microbiologiques obtenus de l'eau du robinet.

Désignation	Ech1	Ech2	Ech3	Ech4	Ech5	Norme
Germe revivifiables à 22°C	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	<100
Germe revivifiables à 37°C	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	<20
Coliformes totaux à 37°C	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	<10
Entérocoques à 37°C	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Spores anaérobies sulfito-réductrices à 37°C	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> à 37 °C	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS

Nos résultats ont montrés que le nombre des germes incubés à 22 °C et à 37°C sont inférieurs à 100 (UFC) / ml et conformes à la norme. Ces germes n'ont pas d'effets directs sur la santé mais sont des indicateurs qui révèlent la présence possible d'une contamination bactériologique.

Et pour les eaux de robinet, on remarque une absence totale de ces germes.

Les bactéries de groupe coliformes sont choisies comme des bactéries de référence de contamination fécale, Le principal représentant de ce groupe de bactéries est *escherichiacoli*, une eau bien traitée est convenablement protégée ne doit pas contenir d'*eschericie coli*, sa présence dans l'eau constitue un risque immédiat pour la santé, par rapport au tableau (IV.7), on note une absence totale de ces coliformes.

Les clostridium ont aussi des microorganismes de contamination fécale qui représentent les spores et qui sont largement répandues dans l'environnement. Elles sont présentes dans les matières fécales humaines et les eaux usées à la différence des coliformes. Notre analyse montre une absence totale de clostridium dans les deux types d'eaux.

Les streptocoques considérés comme indicateur de pollution fécale. Nos résultats montrent une absence totale de ce type de germe dans les deux types d'eaux analysées.

Pseudomonas aeruginosa est une bactérie ubiquiste, saprophyte dans des eaux douces et marines, dans l'aire, dans les sols humides ou sur les végétaux. D'après le tableau (IV.6) et le tableau (IV.8), on remarque une absence totale de ce type de bactérie dans les eaux analysées.

On constate que la qualité microbiologique de ces eaux analysées est satisfaisante conformément aux normes algériennes.

Conclusion

Le travail entrepris, dans le cadre de ce projet est une contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau minérale naturelle embouteillée IFRI et sa comparaison avec l'eau de robinet alimentée par le barrage de TICHIAFF.

Au terme de notre étude, qui a porté sur les différentes analyses au niveau du laboratoire de SARL IBRAHIMI IFRI à OUZELLAGEN, nous pouvons conclure, d'après les résultats obtenus concernant la qualité organoleptiques tels que la couleur, le goût et l'odeur, et du point de vue physico-chimiques tels que le pH, la conductivité, TAC, TH, TA, Ca^{2+} , chlorures, manganèse, potassium, magnésium, fer, cuivre, nitrates, nitrites, calcium et les bicarbonates, sulfates, que la composition de l'eau de robinet est voisine de celle de l'eau minérale naturelle embouteillée IFRI. Par ailleurs, ces eaux sont conformes aux normes algériennes en vigueur, sauf pour la dureté de l'eau de robinet qui dépasse la norme algérienne mais qui est au dessous de la norme selon l'OMS.

A partir de ces résultats, on considère que l'eau minérale naturelle embouteillée d'IFRI est une eau de minéralisation importante et l'eau de robinet alimentée par le barrage de TICHIAFF est une eau de minéralisation excessive. Les deux types d'eaux sont bicarbonatés, calciques et magnésiennes, représentent de très faibles teneurs en nitrates et nitrites.

Concernant la qualité microbiologique, par rapport aux bactéries qui recherchées sont les germes révivifiables, coliformes, clostridium, les entérocoques et les pseudomonas aeruginosa. les résultats expérimentaux obtenus sont conformes à la réglementation algérienne, concernant l'eau minérale naturelle IFRI et l'eau de robinet, on note aucune présence de germes pathogènes recherchés, néanmoins il ya présence de germes aérobies dans l'eau minérale naturelle IFRI, qui sont au dessus de la norme et ne présentent pas de danger pour la santé du consommateur.

L'eau minérale naturelle d'IFRI est une eau de très bonne qualité et apte à la consommation humaine, elle est bonne pour les sportifs pour lutter contre l'acidité produite par le muscle lors de l'effort, elle a une quantité forte en calcium qui joue un rôle essentiel dans la croissance osseuse, la contraction musculaire et la minéralisation des dents, sa très

Conclusion

grande pureté fait que cette eau convient parfaitement pour la préparation des biberons ainsi que pour les femmes enceintes .

En outre, l'eau de robinet est prouvée quelle est de bonne qualité et peut être comestible sans risque au même titre qu'une eau minérale naturelle embouteillée.

Références
bibliographiques

- [1] : RODIER. J. (2009), L'analyse de l'eau, édition DUNOD.
- [2] :SIGG.L, BEHRA .p, STUMM.W, (2000), chimie des milieux aquatiques, édition DONOD, paris.
- [3] : KROUSE, M.V, HUNSHER, M.A, (1987), Nutrition et biothérapie, édition HRW. P52.
- [4] : CHELLI.L, DJOUHRI .N, (2013), Analyse des eaux de réseau de la ville de bejaia et évaluation et leur entartrant, mémoire de Master, université de Bejaia.
- [5] :DESJARDINS.R, (1997), le traitement des eaux, Edition de l'école polytechnique de Montréal, France.
- [6] :ASSAAD.A, (2014) pollution anthropique de cours d'eau (caractérisation spatio-temporelle et estimation des flux, thèse, université de lorraine, France.
- [7] : BOEGLIN.J, propriétés des eaux naturelles (technique de l'ingénieur traité environnement, G1, p110.
- [8] : MYRAND. D, (2008), Guide technique : captage d'eau souterraine pour des résidences isolées, QUÉBEC, p 04.
- [9] : codex alimentaire : OMS et FAO (2007), l'eau, première édition, Rome
- [10] : Journal officiel de la république algérienne, (2004), N° 45,
- [11] : Emmanuelle,E. (1992) : le guide du buveur d'eau. Edition salon, p-p 44-45.
- [12] :HAZZAB.A, (2011),Eaux minérales naturelles et eaux de source en Algérie .C.R , Géosciences 343, p-p 20-31.
- [13] : BONROX, J (1983), introduction des eaux douces, edition SPRL , p 63.
- [14] : ZERROUKI, A. (2013), le soir algérienne (contribution les eaux embouteillées en Algérie.
- [15] : DEGUMENT, (2005), Mémento technique de l'eau, Lavoisier de l'eau Tome 1, paris
- [16] : REJSEK. F, (2002), Analyse des Eaux, CRDP d'Aquitaine, France.

- [17] : RODIER. J, BAZIN. C, BROUTIN, P, CHAMBON.P, CHAMPSAUR. H, RODI. L, (1996) édition DUNOD, PARIS.
- [18] : REJETS. F, (2002), analyse des eaux (aspect règlementaire et technique), édition biologie technique. p 69.
- [19] : DIB.I, (2009), l'impact et de l'activité agricole et urbaine sur la qualité des eaux souterraines de la Paine de Godaine, Ain yaghout, mémoire de magistère, université Hadj lakhdar, Batna, p127.
- [20] : MARCIER. J, (2000), le grand livre du l'eau, Edition : la reconnaissance du livre, collecte art de vivre, p91.
- [21] : GAUJOUR. D, (1995), la pollution des milieux aquatiques : Aide mémoire 2^{ème} édition, LAVOISIER, p 49.
- [22] : DEGREMONT, (1984), mémento technique de l'eau tome1, 9^{ème} édition de cinquantenaire, p1549.
- [23] : DELERRAS. C, (1986), microbiologie pratique pour laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire, LAVOISIER, France.
- [24] : Norme internationale ISO 6461/1-1986.
- [25] : journal officiel de la république algérienne N° 36 (2013).
- [26] : LECLERC. H, BUTLIUX. R, GUILLAUME. J, WALTER. P, chimie des eaux,(1997).
- [27] : Norme marocaine, (2004), PNM 9308-1.
- [28] : Norme européenne, (2002), EN ISO 7899-2.
- [29] : Norme Algérienne 763 EN ISO 6222, première édition 1990.
- [30] :HACH : Manuel des procédures. DR/ 6000 spectrophotomètre technique.

Annexe

Annexe 1

Préparation des solutions

**1. Préparation de la solution chlorhydrique à 0.1 N (HCL), $d=1,18-1,20$;
MM=36,5 g/mol.**

- Acide chlorhydrique pure : 8,84ml ;
- On continue avec l'eau distillée jusqu'à 1000 ml.

2. Préparation de rouge de méthyle ($C_{15}H_{15}N_3O_2$)

- Rouge de méthyle : 0,015g ;
- On continue de l'éthanol jusqu'à 100ml.

**3. Préparation de la solution éthylène diamine tétra acétique
($2CH_2N(CH_2COOH)(CH_2COONa)$)P =98%, MM=192,25g/mol**

- EDTA (poudre séchée pendant 1 heure à 180°C) : 3,7264g.
- On continue avec l'eau distillée jusqu'à 1000 ml

**4. Préparation de la solution Noir d'eriochrome T (NET)
($C_{20}H_{12}N_3NaO_7S$)**

- NET : 0,4g;
- On continue avec l'alcool éthylique(C_2H_6O) jusqu'à 100ml ;
- Conserver à l'abri de la lumière.

5. préparation de la solution tampon PH = 10 ; $d=0,9$ g/mol;

MM= 35,05g/mol.

- L'ammoniaque : 570ml
- Chlorure d'ammonium : 67,5g
- Le sel di sodique EDTA : 5g
- On continue avec l'eau distillée jusqu'à 1000 ml

6. préparation de la phénolphtaléine (1%)($C_{20}H_{14}O_4$) ; $p=99,93\%$;

MM= 318,33g/mol.

- Phénolphtaléine : 10g ;

- On continue avec l'éthanol jusqu'à 1000 ml.
- 7. préparation de la solution de nitrates d'argent (0,02N) ; d=34,5kg/l ; MM=169,87g/mol.**
- Nitrate d'argent (AgNO_3) : 3,397g ;
 - On continue avec l'eau distillée jusqu'à 1000 ml.
- 8. préparation de bichromate de potassium (10%) ; p=99% ; MM=194,19g/mol.**
- Bichromate de potassium : 10g ;
 - On continue avec l'eau distillée jusqu'à 100 ml.
- 9. préparation de la solution d'Hydroxyde de sodium (2N) ; p=98% ; MM=40g/mol.**
- Hydroxyde de sodium : 78,4g ;
 - On continue avec l'eau distillée jusqu'à 1000 ml.
- 10. préparation d'HSN ;**
- Calcon : 0,2g ;
 - Chlorure de sodium : 100g.
- 11. Préparation de vert bromocriésol _ rouge de méthyle**
- Rouge de méthyle : 0,015g ;
 - On continue avec l'éthanol jusqu'à 100 ml.

Annexe 2

Les milieux de cultures

1. le milieu Slanetz et Bartley

- Treptose : 20g ;
- Dipotassium phosphate : 4g ;
- Glucose : 2g ;
- Azide de sodium : 0,4g
- Chlorure de 2,3triphényltétrazolium : 0,1g ;
- Extrait autolytique de levure : 5g ;
- On continue avec l'eau distillée jusqu'à 1000 ml.
- pH de milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7,2±0,2

2. Le milieu de l'extrait de levure

- Treptos : 6,0g ;
- Extrait auto lytique de levure : 3,0g ;
- Agar agar : 10g ;
- On continue avec l'eau distillée jusqu'à 1000 ml.
- pH de milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7,2±0,2

3. milieu gélose lactosée au TTC et au tergitol 7

- Peptone pancréatique de viande : 10g ;
- Extrait de viande : 5g ;
- Extrait autolytique de levure : 6g ;
- Lactose : 20g ;
- Tergitol 7 : 0,1g ;
- Blue de bromothymol : 50mg ;
- Chlorure de 2,3,5-triphényltétrazolium : 25mg ;
- On continue avec l'eau distillée jusqu'à 1000 ml.

4. milieu gélose glucose viande de foie

- Extrait viande foie : 30g ;
- Amidon soluble : 2g ;
- Sulfite de sodium : 2.5g ;
- Citrate de fer ammoniacal : 11g ;
- On continue avec l'eau distillée jusqu'à 1000 ml .
- Le pH du milieu prêt à l'emploi à 25° C.

Annexe 3

Journal officiel de la république algérienne N°03 du 27 janvier 2015, pour l'eau minérale naturelle et l'eau de source.

Groupes de paramètres	Paramètres	Norme
Paramètres chimiques	pH	6,5-8,5
	Conductivités (µs/cm)	Max 2800
	Dureté totale (°F)	10-50
	Calcium (mg/l)	Max 200
	Magnésium (mg/l)	Max 150
	Chlorure (mg/l)	Max 500
	Bicarbonates (mg/l)	/
	TA (°F)	/
	TAC (°F)	/
	Potassium (mg/l)	Max 20
	Sulfates (mg/l)	Max 400
	Nitrate (mg/l)	Max 50
	Nitrite (mg/l)	Max 0,1
	Cuivre (mg/l)	Max 1
	Manganèse (mg/l)	Max 0,5
	Fer (mg/l)	Max 0,3

Journal officiel de la république algérienne N°18 du 23 mars 2011, pour l'eau potable.

Groupes de paramètres	Paramètres	Norme
Paramètres chimiques	pH	6,5-8,5
	Conductivités ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Max 2800
	Dureté totale ($^{\circ}\text{F}$)	10-50
	Calcium (mg/l)	Max 200
	Magnésium (mg/l)	Max 150
	Chlorure (mg/l)	Max 500
	Bicarbonates (mg/l)	/
	TA ($^{\circ}\text{F}$)	/
	TAC ($^{\circ}\text{F}$)	/
	Potassium (mg/l)	Max 20
	Sulfates (mg/l)	Max 400
	Nitrate (mg/l)	Max 50
	Nitrite (mg/l)	Max 0,1
	Cuivre (mg/l)	Max 1
	Manganèse (mg/l)	Max 0,5
	Fer (mg/l)	Max 0,3

Résumé

Ce travail porte sur le suivi des paramètres physico-chimiques et microbiologiques de l'eau minérale naturelle embouteillée IFRI produite par l'unité Ibrahim et fils d'ighzer amokrane à ouzellaguen et sa comparaison avec l'eau de robinet issue du barrage de TICHIHAFI.

Les différents paramètres physico-chimiques analysés et différentes micro-organismes recherchés sont conformes aux normes algériennes, ont permis de constater que l'eau minérale naturelle embouteillée IFRI de bonne qualité pour la santé de consommateur, comme on peut considérer l'eau de robinet issue du barrage de TICHIHAFI comme une eau de bonne qualité.

Mots –clés

Eau minérale naturelle IFRI, Eau de robinet, analyse physico-chimique, analyse microbiologiques.

Abstract

This work involves monitoring the physico-chemical and microbiological parameters of the natural bottled mineral water IFRI produced by the Ibrahim et fils unit from ighzer amokrane to ouzellaguen and its comparison with the tap water from the TICHIHAFI dam.

The various physico-chemical parameters analysed and the various micro-organisms researched comply with Algerian standards and have shown that IFRI bottled natural mineral water of good quality for consumer health, as tap water from the TICHIHAFI dam can be considered as good quality water.

keywords

Natural mineral water IFRI, Tap water, physico-chemical analysis, microbiological analysis.