

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
 SCIENTIFIQUE
 UNIVERSITE SAAD DAHLAB- BLIDA 1

UNIVERSITE BLIDA 1
 FACULTE DE MEDECINE



FACULTE DE MEDECINE
 DEPARTEMENT DE PHARMACIE

DE L'EAU MINERALE NATURELLE

Mémoire de fin d'études présenté en vue de l'obtention du
 diplôme de docteur en pharmacie
 Session juin 2014

Préparé par :

- ROUIS Mohamed
- TALBI Mohammed
- TERRENCE Shambira

Sous la direction de :
Pr. GHARBI

Devant le jury :

- | | |
|--------------------|--------------|
| • Dr. IMOUDACHE. H | Président |
| • Dr. GUERFI. B | Examinatrice |
| • Dr. ZOUANI. A | Examinatrice |

Année universitaire : 2013-2014

Remerciements

La construction de ce mémoire n'aurait été possible sans l'intervention de certaines personnes qu'elles trouvent ici l'expression de nos plus sincères remerciements pour leurs précieux conseils.

Nous tenons tout d'abord à exprimer notre reconnaissance envers Monsieur le professeur GHARBI pour nous avoir aidé, conseillé et guidé dans notre travail.

Nous adressons de vifs remerciements à tous les personnels du laboratoire de la chimie analytique ainsi que ceux du laboratoire de toxicologie de nous avoir accueillis et aidés dans la partie pratique de ce travail.

Et finalement, un grand merci à toute personne qui contribue à l'élaboration de ce mémoire sans oublier le grand soutien moral de nos familles, amis et surtout nos parents.

Dédicaces

*Nous dédions ce mémoire à toutes nos familles, nos pères, nos mères,
ainsi que nos frères et nos sœurs.*

*Nous le dédions également à tous nos amis, et tous qui nous
connaissent.*

Qu'ils trouvent à travers ce travail notre sincère reconnaissance.

Table des Matières

I: Introduction	1
II : Partie théorique	3
1. Notion de pH.....	3
2. Notion de densité.....	5
3. Notion de conductivité électrique.....	5
4. Notion de radioactivité.....	6
5. Principe de la photométrie de flamme.....	7
6. Principe de la complexométrie.....	9
7. Principe de la méthode de Mohr.....	10
8. Notion de titre alcalin(TA) et de titre alcalin complet(TAC).....	11
9. Principe de la turbidimétrie.....	12
10. Principe de la spectrophotométrie d'absorption.....	13
11. Résidus à sec.....	14
12. Principe de l'absorption atomique.....	14
III : Partie pratique	15
III.1 : Paramètres organoleptiques	15
a- Turbidité.....	15
b- Couleur.....	15
c- Odeur.....	16
d- Saveur.....	16
III.2 : Matériels et méthodes	16
a) Paramètres physiques.....	16
❖ Le pH.....	16
❖ La densité.....	17
❖ La conductivité électrique.....	17
❖ La radioactivité.....	17
b) Paramètres chimiques.....	18
❖ Dosage des éléments de l'étiquetage :.....	18
➤ Sodium et potassium.....	18
➤ Calcium et magnésium.....	18
➤ Chlorures.....	20
➤ Bicarbonates.....	21
➤ Sulfates.....	23
➤ Nitrates.....	26
➤ Nitrites.....	28
➤ Résidus secs à 180°C.....	30
❖ Dosage des métaux lourds.....	30
c) Discussion des résultats.....	31
IV- Conclusion	33
V- Références	34

Liste des abréviations et des symboles :

pH : potentiel hydrogène.

E : Potentiel mesuré

E⁰ : Constant dépendant du choix de l'électrode de référence et des solutions internes.

R : Constante de gaz

J/°C : Joule par degré Celsius

T : Température absolue

N : Charge de l'ion

F : Constante de Faraday

C : Coulombs

A_h : Activité de l'ion dans l'échantillon (H⁺)

ρ^{corps} : Est la masse volumique du corps considéré

ρ^{réf} : Est la masse volumique du corps de référence.

J : densité du courant

e : l'intensité du champs électrique

s : la conductivité électrique

S/m : siemens par mètre

W⁻¹m⁻¹ : watt mètre

dS/m : decisiemens per mètre

EDTA: acide éthylènediaminetétraacétique

K_{MY}: constante de formation des complexes MY⁽ⁿ⁻⁴⁾⁺

TA : titre alcalin

TAC : titre alcalin complet

I₀ : faisceau lumineux d'intensité initiale

I : intensité lumineuse

NED : N-(1-Naphtyl) EthylèneDiamine

NTU : Nephelometric Turbidity Units

ACC : acide Calcone Carboxylique

NET : Noire Erichrome T

méq/l : milliéquivalent par litre

nm : nanomètre

Qsp : quantité suffisante pour

OMS : organisation mondiale de la santé

N : unité de la normalité

Liste des figures :

Fig: 1: Schéma de principe d'un photomètre de flamme.

Fig: 2: Formule chimique de l'acide éthylène di-aminotétracétique.

Fig: 3: Schéma de la réaction de **Griess**.

Fig: 4: Schéma de la formation du composé diazoïque.

Fig: 5: Courbe d'étalonnage pour le dosage du sulfate.

Fig: 6: Introduction des valeurs du spectrophotomètre sur la courbe d'étalonnage pour le dosage du sulfate.

Liste des tableaux :

Tableau : 1 : Valeurs du **pH** obtenues.

Tableau : 2 : Valeurs obtenues de la densité.

Tableau : 3 : Valeurs obtenues du sodium (mg/l) et potassium (mg/l).

Tableau : 4 : Valeurs obtenues du calcium et magnésium (mg/l).

Tableau : 5 : Valeurs obtenues du dosage de chlorure (mg/l).

Tableau : 6 : Valeurs obtenues du bicarbonate (mg/l).

Tableau : 7 : Etablissement de la courbe d'étalonnage pour le dosage de sulfate.

Tableau : 8 : Valeurs d'étalonnage pour le dosage de sulfate.

Tableau : 9 : Valeurs obtenues du sulfate (mg/l).

Tableau : 10 : Etablissement de la courbe d'étalonnage pour le dosage de nitrate.

Tableau : 11 : Valeurs obtenues du dosage de nitrate (mg/l).

Tableau : 12 : Etablissement de la courbe d'étalonnage pour le dosage de nitrite.

Tableau : 13 : Valeurs obtenues du dosage de nitrite (mg/l).

Tableau : 14 : Valeurs obtenues des résidus secs (mg/l).

I : Introduction

De nos jours, le rythme de la vie moderne laisse peu de temps à l'individu pour satisfaire ses besoins naturels, de façon que la consommation de l'eau embouteillée ne cesse d'augmenter et même de devenir une obligation.

Cependant, les eaux embouteillées ne sont pas toutes identiques, en réalité, elles sont réparties en trois catégories :

- **L'eau de table** : qui est une eau potable dont la provenance est quelconque, mais qui satisfait toutes les normes sanitaires, elle peut subir un traitement physico-chimique et une désinfection.
- **L'eau de source** : qui est une eau d'origine souterraine, ayant bénéficié d'une protection contre la pollution, et n'ayant subi ni traitement chimique, ni adjonction. Elle doit donc être naturellement conforme, et doit satisfaire aux critères de la potabilité.
- **L'eau minérale naturelle** : qui est une eau d'origine souterraine et une composition chimique stable, protégée de toute pollution, ses caractéristiques chimiques doivent être stables. Elle doit être de nature à apporter dans certains cas ses propriétés favorables à la santé.

Mais on appliquant la réglementation de l'eau potable aux eaux minérales, plusieurs ne seraient pas conformes d'où leur compositions en quantités trop importantes pour quelques substances minérales.

C'est pour ce détail très important que notre mémoire va porter sur l'analyse physico-chimique de l'eau minérale naturelle pour **03** marques (**Saida – Guedila – Ifri**).

D'un part, pour faire les différents dosages des différents éléments, c'est-à-dire un contrôle de la composition mentionnée sur l'emballage avec d'autres éléments qui peuvent être toxiques.

Et d'autre part pour contrôler la qualité de cette eau en prenant en considération les conditions de stockage et l'exposition au soleil des bouteilles en plastique ce qui provoque la libération d'une substance toxique qui est le bisphénol A.

Nous avons donc choisi de réaliser notre mémoire sur une problématique que se posent beaucoup de gens, qui est la qualité de l'eau minérale naturelle disponible sur le marché Algérien.

II : Partie théorique

II : 1 : Notion de pH :

Le **pH** est une mesure de l'acidité de l'eau c'est -à-dire de la concentration en ions d'hydroxonium (H_3O^+). Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique. L'échelle des **pH** s'étend en pratique de **0** (très acide) à **14** (très alcalin) ; la valeur médiane **7** correspond à une solution neutre à **25°C**. Le **pH** d'une eau naturelle peut varier de **4** à **10** en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des **pH** faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. L'influence de **pH** se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les équilibres ioniques des autres éléments en augmentant ou diminuant leur toxicité. Des **pH** élevés augmentent les concentrations d'ammoniac.

La mesure du **pH** d'une eau s'effectue par potentiomètre ou par colorimétrie.

- **Méthode potentiométrique**

Cette méthode est surtout utilisée pour des mesures précises. Elle est appliquée dans des cas particuliers comme par exemple la mesure de **pH** des eaux très douces, des eaux contenant des protéines, des matières organiques...

La différence de potentiel existante entre une électrode de verre et une électrode de référence (calomel – **KCl** saturé) plongeant dans une même solution est une fonction linéaire du **pH** de celle-ci.

Selon la loi de Nerst, le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H^+ présents par la relation :

$$E = E^0 + \frac{2.3RT}{NF} \times \log Ah$$

E = Potentiel mesuré

E⁰ = Constant dépendant du choix de l'électrode de référence et des solutions internes.

R = Constante de gaz ($\text{J}/^\circ\text{C}$)

T = Température absolue (°C)

N = Charge de l'ion (Coulombs)

F = Constante de Faraday (**96500C**)

A_h = Activité de l'ion dans l'échantillon (**H⁺**)

- **Méthode colorimétrique**

Elle exige lorsque la précision exigée n'est pas trop grande, elle est d'une réalisation plus aisée que la méthode potentiométrique.

L'eau à analyser est additionnée d'un indicateur et la coloration obtenue est comparée à une échelle de teintes préparées à partir des solutions de **pH** connues.

Les indicateurs universels sont très utilisés et permettent l'estimation directe du **pH** entre **1** et **10** composés de plusieurs colorants en solution alcoolique. Les **pH** sont donnés par les teintes de virage suivantes.

pH = 2 : Rouge

pH = 4 : Orange

pH = 6 : Jaune

pH = 8 : Vert

pH = 10 : Bleu

Rouge de méthyle

Il convient pour les mesures des eaux très acides dont le **pH** varie entre **4.2** et **6.3** et le virage se fait du rouge carmin au jaune orangé.

Jaune d'alizarine

Surtout utilisé pour les mesures dans les eaux cristallines (chaudières) dont le **pH** varie entre **10.1** et **12.1**, le virage se fait jaune au rouge orangé.

II : 2 : Notion de densité :

La densité ou densité relative d'un corps est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un corps pris comme référence. Le corps de référence est l'eau pure à 4 °C pour les liquides et les solides. Pour les liquides, une mesure précise de densité utilise un pycnomètre. Dans le cas de gaz ou de vapeur, le corps de référence gazeux est l'air, à la même température et sous la même pression.

La densité est une grandeur sans dimension et sa valeur s'exprime sans unité de mesure.

Expression de la densité :

La densité, notée d , s'exprime de la sorte :

$$d = \frac{\rho_{\text{corps}}}{\rho_{\text{réf}}} \quad \text{Où :}$$

ρ^{corps} est la masse volumique du corps considéré

$\rho^{\text{réf}}$ est la masse volumique du corps de référence.

S'agissant d'un rapport entre deux mesures de même unité, la densité s'exprime par un ratio et donc n'a pas d'unité.

II : 3 : Notion de conductivité électrique :

La conductivité d'une substance est définie comme « labilité » ou la puissance à conduire ou transmettre la chaleur, l'électricité, ou le bruit.

La conductivité électrique est un courant électrique résulte du mouvement de particules électriquement chargées en réponse à des forces agissant sur celles-ci à partir d'un champ électrique appliqué. Dans la catégorie des matériaux les plus solides, un courant résulte du flux d'électrons, lequel est appelé conduction électronique. Dans tous les conducteurs, semi-conducteurs et beaucoup de

matériaux isolés, seule la conduction électronique existe, et la conductivité électrique est fortement dépendante du nombre d'électrons disponibles pour participer au processus de conduction. La plupart des métaux sont des conducteurs d'électricité extrêmement bon, du fait du nombre important d'électrons libres pouvant être excités dans une couche énergétique vide et disponible.

Dans l'eau et les matériaux ioniques ou liquides, un mouvement des ions chargés peut se produire. Ce phénomène produit un courant électrique que l'on appelle conduction ionique.

La conductivité électrique est définie comme le rapport entre la densité du courant (J) et l'intensité du champ électrique (e). Elle est l'inverse de la résistivité (r):

$$s = J/e = 1/r$$

L'argent a la conductivité la plus élevée de tous les métaux: 63×10^6 S/m.

L'eau pure n'est pas un bon conducteur d'électricité. L'eau distillée ordinaire, en équilibre avec le dioxyde de carbone de l'air, a une conductivité d'environ $10 \times 10^{-6} \text{ W}^{-1}\text{m}^{-1}$ (20 dS/m). Du fait que le courant électrique est transporté par les ions de la solution, la conductivité augmente lorsque la concentration des ions augmente.

Conductivité typique des eaux:

Eau ultra-pure : $5.5 \cdot 10^{-6}$ S/m.

Eau potable : 0.005 – 0.05 S/m.

Eau de mer : 5 S/m.

II : 4 : Notion de radioactivité :

La radioactivité est un phénomène qui fut découvert en 1896 par **Henri Becquerel** sur l'uranium et très vite confirmé par **Marie Curie** pour le radium, c'est un phénomène physique naturel au cours duquel des noyaux atomiques

instables, dits radio-isotopes, se transforment spontanément « désintégration », en dégageant de l'énergie sous forme de rayonnements divers, en des noyaux atomiques plus stables ayant perdu une partie de leur masse. Les rayonnements ainsi émis sont appelés, selon le cas, des rayons α , des rayons β ou des rayons γ . Les rayonnements α , β et γ produits par la radioactivité sont des rayonnements ionisants qui interagissent avec la matière en provoquant une ionisation.

L'irradiation d'un organisme entraîne des effets qui peuvent être plus ou moins néfastes pour la santé, selon les doses de radiation reçues, la durée d'exposition (aiguë ou chronique) et le type de rayonnement concerné. Elle peut être associée à une contamination radioactive surfacique (fixée ou non fixée), ou volumique (appelée aussi atmosphérique).

II : 5 : Principe de la photométrie de flamme :

Le dosage de Na^+ et K^+ se fait par spectrophotométrie à flamme dont le principe est le suivant :

Dans un atome, ou un cation métallique, les électrons ont des niveaux énergétiques quantifiés. Toute variation d'énergie correspond au passage d'un électron d'un niveau énergétique à un autre. L'absorption d'énergie correspond à une transition électronique d'un état stationnaire à un autre de plus forte énergie : c'est l'état excité instable. L'émission énergétique, et en particulier l'émission de radiations électromagnétiques, correspond à la transition inverse : de l'état excité à l'état fondamental de plus basse énergie. Certains atomes ou cations métalliques sont susceptibles d'être excités par une flamme. Des électrons sont amenés à un niveau d'énergie supérieur par chauffage dans la flamme d'un brûleur à gaz, et, lors du retour à l'état fondamental, il y a émission d'énergie lumineuse, sous forme de photons. Pour un métal donné, il y a émission, dans ces conditions, d'un spectre de radiations simples, chacune d'elles correspond à

une transition électronique possible. La photométrie de flamme permet le dosage des cations alcalins Li^+ , Na^+ et K^+ .

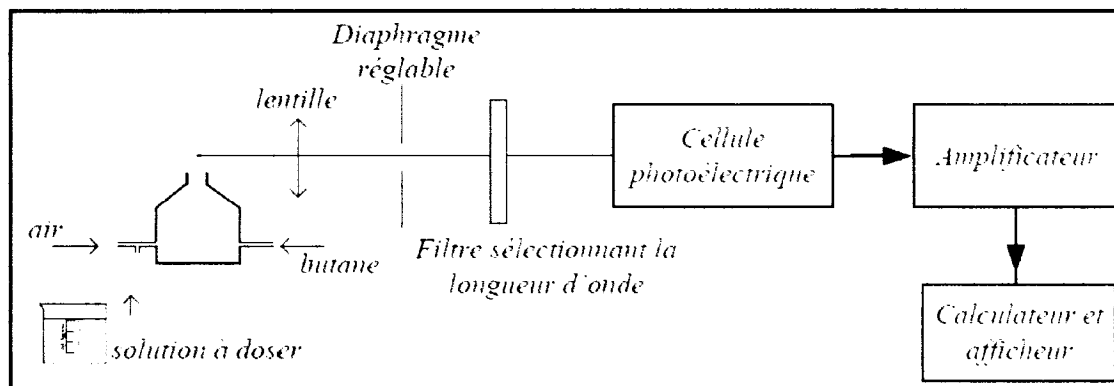


Fig : 1 Schéma de principe d'un photomètre de flamme

Le photomètre de flamme est constitué de trois éléments : **le brûleur**, **le monochromateur** et **d'une cellule photoélectrique**, d'un amplificateur d'un calculeur et d'un afficheur.

Le brûleur : il fournit une flamme dans laquelle on pulvérise la solution à analyser.

Le monochromateur : permet de sélectionner la longueur d'onde caractéristique de l'élément doser, il est composé de filtres.

Le récepteur photoélectrique : il est composé d'une cellule photoélectrique qui transforme le flux lumineux en intensité électrique. La lecture est obtenue sous forme digitale.

Pour une même température de flamme, l'intensité de la radiation émise est proportionnelle à la concentration de l'élément à doser si celle-ci est faible.

II : 6 : Principe de la complexométrie :

Le dosage de Ca^{++} et Mg^{++} se fait par complexométrie

Les titrages complexométriques sont des méthodes titrimétriques basées sur la formation de complexes. Ces complexes sont constitués d'un ion central et de particules (chargées ou neutres) appelées ligands ou coordinats. Les Ligands, couramment utilisés pour effectuer le dosage des cations, doivent posséder au moins un pair d'électrons non liants disponible pour former la liaison avec l'ion central. Le nombre de liaisons qu'un cation peut former avec des donneurs d'électrons est son nombre de coordination. La stabilité des complexes dépend de plusieurs facteurs, notamment : la nature du métal central et du ligand et de la composition du milieu (pH, solvant, ions étrangers, etc...).

Les acides amino-carboxyliques sont des excellents agents complexant; le plus utilisé d'entre eux est l'acide éthylènediaminetétraacétique (**EDTA**) représenté par **Y** (forme anionique: Y^{4-})

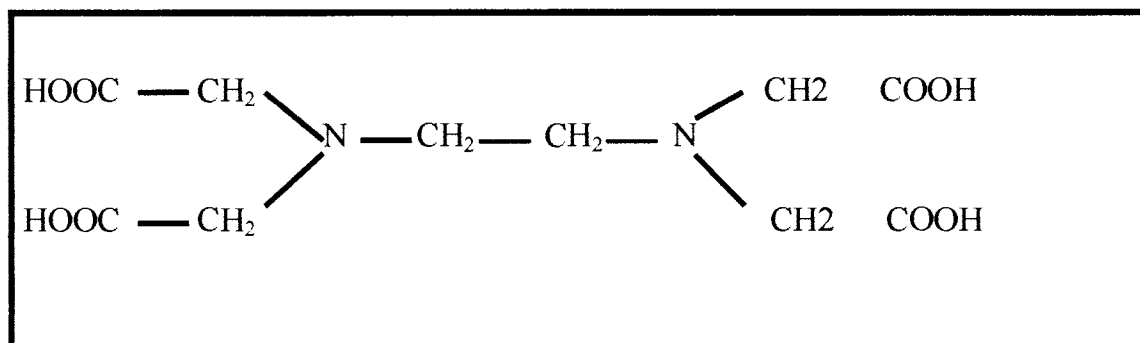


Fig. 2: Formule chimique de l'acide éthylène di-aminotétracétique.

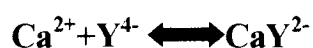
Cette molécule possède six sites potentiels de liaison avec un ion métallique : les quatre groupements carboxyliques et deux groupements amine. L'**EDTA** est donc un ligand hexa valent. La réaction de l'anion **EDTA** avec un ion métallique Mn^+ est décrite par l'équation :



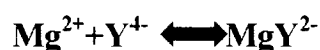
$$K_{MY} = \frac{[MY^{(n-4)+}]}{[M^{n+}][Y^{4-}]}$$

K_{MY} est la constante de formation des complexes $MY^{(n-4)+}$

L'EDTA se combine avec les ions métalliques dans un rapport 1:1 indépendamment de la valeur de leur charge. Ainsi la formation des complexes de calcium et de magnésium procède selon :



$$K_{CaY} = 5 \cdot 10^{10}$$



$$K_{MgY} = 4.9 \cdot 10^8$$

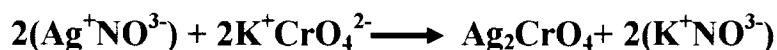
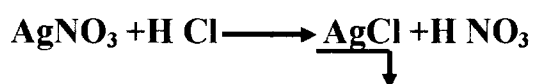
Pour un dosage complexométrique il est nécessaire d'employer un indicateur coloré afin de visualiser le point équivalent. Nous allons utiliser l'acide calconcarboxylique pour le dosage de Ca^{2+} et le noir d'Eriochromate T pour le dosage de $Ca^{2+} + Mg^{2+}$.

II : 7 : Principe de la méthode de Mohr :

L'eau contient toujours de chlorures, mais en proportion très variable. La teneur en chlorures d'une eau dépend de l'origine de l'eau et de la nature du terrain qu'elle traverse. En effet, les eaux provenant des granitiques sont pauvres en chlorures, alors que les eaux des régions sédimentaires en contiennent d'avantage, d'ailleurs, la teneur en chlorure augmente avec le degré de minéralisation d'une eau (aussi de la conductivité).

Le dosage se fait par la méthode de **Mohr**, où les chlorures sont dosés en milieu neutre par solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium comme indicateur coloré. Le chlorure d'argent est précipité quantitativement avant que le chromate d'argent rouge soit formé. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

Les réactions mises en jeu dans ce dosage sont :



L'utilisation de K_2CrO_4 à titre d'indicateur est basée sur la propriété de l'ion CrO_4^{2-} de donner avec ion Ag^+ un précipité rouge brique de Ag_2CrO_4 qui ne commence toutes fois à se déposer qu'après que les ions Cl^- à doser ont été pratiquement tous précipités sous forme de AgCl .



II : 8 : Notion de titre alcalin et de titre alcalin complet :

Le titre alcalin **TA** et le titre alcalin complet **TAC** permettent de connaître les concentrations en bicarbonates, carbonates et éventuellement en hydroxydes (bases fortes) contenues dans l'eau, d'autre façon l'alcalinité d'une eau correspond à la présence des bicarbonates, carbonates et hydroxydes, le dosage se fait par titrage volumétrique.

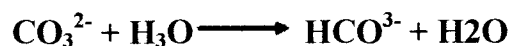
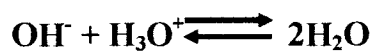
Le **TA** dose la totalité des hydroxydes et la moitié des carbonates qui sont alors entièrement transformés en bicarbonates à un **pH** de **8,3**. C'est la mesure de la teneur en alcalis libres, (OH^-) et en carbonates (CO_3^{2-}).

Le **TAC** correspond à la totalité des bicarbonates et des carbonates. C'est la mesure de la somme des alcalis libres, des carbonates et des bicarbonates.

Ces mesures sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral diluée, Le point d'équivalence étant déterminé par des indicateurs colorés de **pH**.

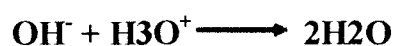
Le **TA** se détermine :

En présence de phénophtaléine (virant du rouge à l'incolore à **pH 8,3**), par dosage par une solution d'un acide fort **H₂SO₄**, on va donc avoir :



Le **T.A.C** se détermine:

En présence de méthyle orange (virant du jaune à l'orangé à **pH 4,3** par apparition d'un excès d'acide fort dans le milieu), on aura les réactions suivantes



II : 9 : Principe de la turbidimétrie :

Le dosage de sulfate se fait par turbidimétrie, cette méthode consiste dans un premier temps à précipiter les ions sulfate sous forme d'une suspension assez stable de sulfate de baryum. On envoie ensuite sur cette suspension un faisceau lumineux d'intensité initiale **I₀**. Si les particules de précipité sont très petites, d'un diamètre inférieur à **1/10** de la longueur d'onde utilisée, il se produit une diffraction de la lumière. C'est l'effet **Tyndall**, qui diminue l'intensité lumineuse, **I**, dans la direction du faisceau incident, et qui produit la diffusion de la lumière dans les autres directions.

Si le volume des particules peut être maintenu constant, on peut appliquer dans des domaines de faibles concentrations, une loi analogue à la loi de **Lambert-Beer** : **A=log(I₀/I)=ε.l.C**

Pour maintenir constant le volume moyen des particules, on empêche leur grossissement à l'aide d'un agent tensioactif, le **tween 20** (ester d'acide gras et de sorbitol), qui enrobe les germes de cristallisation.

II : 10 : Principe de la spectrophotométrie d'absorption :

Le dosage de nitrate se fait par la spectrophotométrie d'absorption, où les ions nitrate sont d'abord réduits en ions nitrite par passage de la solution dans une colonne de chromatographie contenant des grains de cadmium recouverts de cuivre. Les ions nitrite obtenus réagissent en milieu acide (sous forme d'acide nitreux) avec le sulfanilamide ou 4-aminobenzène sulfonamide pour former un sel de diazonium qui subit un couplage avec le NED ou N-(1-Naphtyl) EthylèneDiamine. On obtient enfin un composé diazoïque de couleur rose susceptible d'être dosé par spectrophotométrie d'absorption moléculaire.

Le principe du dosage de nitrite repose sur la formation d'un complexe coloré par réaction de diazotation-copulation entre l'ion nitrite, la sulfanilamide et le Nnaphtyl1 éthylène diamine détecté par spectrophotométrie dans le visible.

En milieu acide, la fonction amine primaire de la sulfanilamide réagit avec l'acide nitreux selon la réaction de **Griess** (réaction de diazotation spécifique de l'acide nitreux doit se dérouler à basse température) :

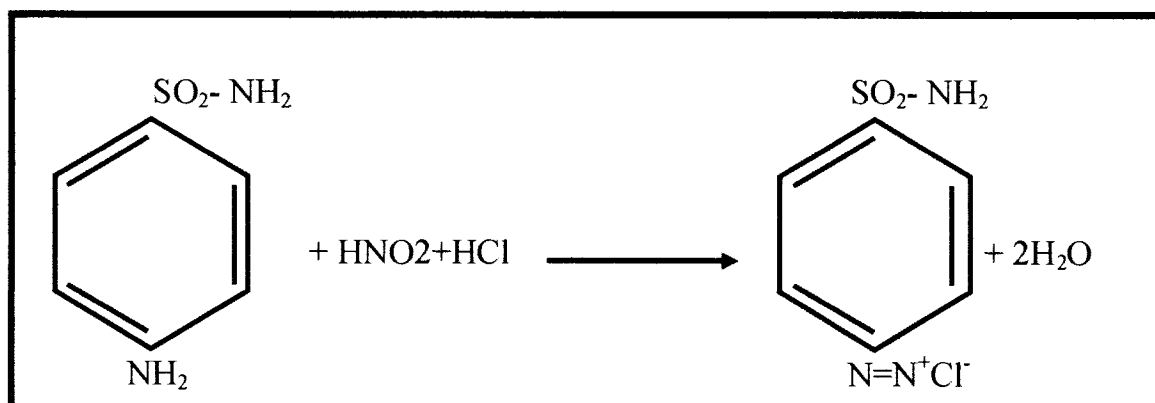


Fig: 3 : Schéma de la réaction de **Griess**

L'ion $\text{ArN}=\text{N}^+$ stable donne un composé diazoïque en présence d'une amine aromatique selon la réaction suivante :

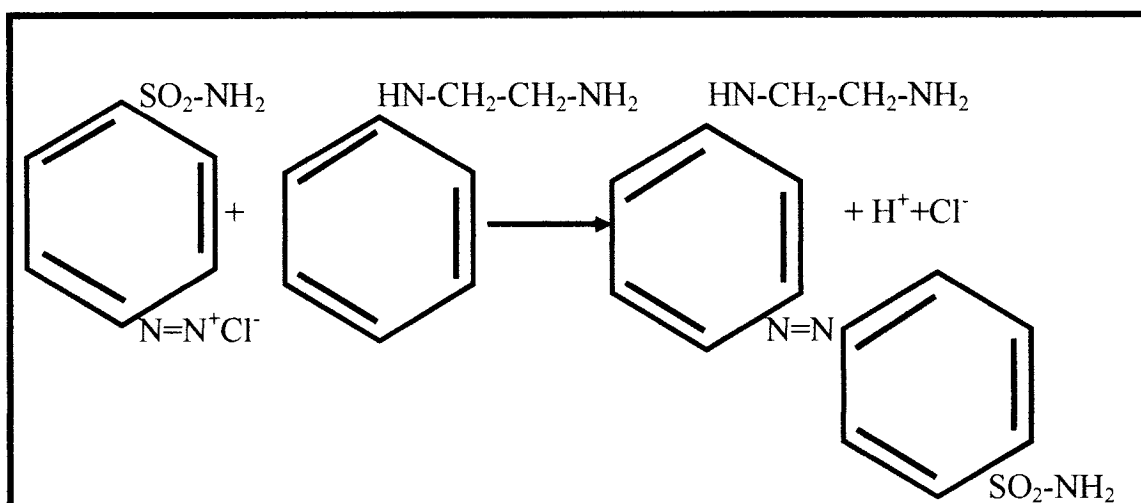


Fig: 4: Schéma de la formation du composé diazoïque

II : 11 : Résidus secs à 180°C :

C'est le taux d'éléments minéraux recueillis après évaporation d'un litre d'eau soumis à une température de 180° C.

Si le taux de minéraux est supérieur à 1 500 mg /l, l'eau est dite riche en minéraux (calcium, magnésium et/ou sodium).

- S'il est compris entre 500 et 1 500 mg / l, il n'y a pas d'appellation spécifique, l'eau est moyennement minéralisée.
- S'il est inférieur à 500 mg / l, c'est une eau faiblement minéralisée.
- S'il est inférieur à 50 mg / l, c'est une eau très faiblement minéralisée.

II : 12 : Principe de l'absorption atomique :

L'absorption atomique est une technique d'analyse élémentaire qui impose que l'analyte soit transformé à l'état d'atomes libres. L'échantillon est porté à haute température, de 2000 à 3000 °C.

A ces températures les combinaisons chimiques dans lesquelles les éléments présents en solution peuvent être engagés, sont détruites.

Dans un appareil d'absorption atomique à four graphite, l'échantillon aqueux (10 à 30 µl) est placé dans un four électrique comportant un tube de graphite qui fait office de résistance chauffante par effet **Joule**.

L'élément est ainsi volatilisé sous forme d'un gaz atomique et placé par un gaz vecteur (L'argon) sur le parcours optique de l'appareil.

La concentration en élément est déduite de la mesure de l'absorbance de la lumière par les atomes. La longueur d'onde de la source lumineuse est choisie pour faire passer les atomes de l'état fondamental à un état excité par absorption de la radiation lumineuse.

III : Partie pratique

III.1 : Paramètres organoleptiques

III : 1 : a : Turbidité :

C'est l'indice apparent qui montre que l'eau contient des matières en suspension (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...)

On utilise un turbidimètre plus précis que les yeux pour déterminer le trouble de l'eau.

L'eau potable ne doit pas dépasser **3 NTU** (Nephelometric Turbidity Units).

La turbidité n'a pas été mesurée par manque de matériel.

III : 1 : b : Couleur :

La couleur de l'eau peut provenir de substances minérales comme le fer ou le manganèse et/ou de substances organiques. Les substances organiques comprennent généralement des algues, des protozoaires et des produits naturels provenant de la décomposition de la végétation (substances humiques, tanins, lignine). Il ne faut pas confondre couleur et turbidité. La couleur est très préjudiciable pour l'esthétique.

Pour notre cas, les trois marques à analyser ne présentent aucune couleur.

III : 1 : c : Odeur :

Dans l'eau, diverses molécules sont responsables des odeurs. Elles proviennent essentiellement de la dégradation des composés azotés ou soufrés : amines, ammoniacque, mercaptans, etc. Mais la molécule qui pose le plus de problème est généralement l'hydrogène sulfuré (H_2S), qui possède une odeur caractéristique d'œuf pourri.

Pour notre cas, les trois marques ne présentent aucune odeur.

III : 1 : d : Saveur :

La saveur de l'eau est due à de nombreuses molécules et ne révèle pas si l'eau est polluée ou non mais c'est l'une des principales préoccupations formulées par les utilisateurs à l'égard de l'eau qui leur est fournie.

39 % de la population trouvent un goût désagréable à l'eau du robinet, **15 %** ne l'estimant pas du tout à leur goût.

Les trois marques à analyser pour notre cas ne présentent aucun goût désagréable.

III.2 : Matériels et méthodes :

III.2.a : Paramètres physiques :

❖ pH :

Le matériel :

Un pH-mètre (HANNA® instruments)

3 béchers de **10** ml.

Une éprouvette de **10** ml.

Le mode opératoire :

On prend **10** ml de l'eau à analyser avec l'éprouvette et on l'introduit dans un bécher, et on émerge la sonde du pH-mètre dans le bécher pour quelques secondes. (La température de l'eau était **22°C**).

Après chaque usage on rince la sonde dans de l'eau distillée.

Résultats :

Eau minérale	SAIDA	IFRI	GUEDILA
Valeur du pH	7.54	7.90	7.50

Tableau : 1 : Valeurs du pH obtenues.

❖ **Densité :**

Matériel :

Un densitomètre.

Une éprouvette de 20 ml.

Mode opératoire :

On remplit l'éprouvette avec l'eau à analyser, et on introduit le densimètre dedans lentement, et on lit la densité au bas du ménisque.

La mesure se réalise à une température de 20°C.

Il faut que le densitomètre ne touche pas la paroi de l'éprouvette.

Résultats :

Eau minérale	SAIDA	IFRI	GUEDILA
Valeur de la densité	0.998	0.998	0.998

Tableau : 2 : Valeurs obtenues de la densité.

❖ **Conductivité électrique:**

La conductivité n'a pas été mesurée par manque de matériel.

❖ **Radioactivité :**

La radioactivité n'a pas été mesurée par manque de matériel.

III.2.b : Les paramètres chimiques :

❖ Dosage des éléments de l'étiquetage :

➤ Sodium et potassium :

Matériel :

Un photomètre de flamme (*EasyLyte plus[®] Na/K/Cl Analyser*. Réf. 2121).

Résultats :

Eau minérale	SAIDA	IFRI	GUEDILA
Sodium (mg/l)	110	20	40
Potassium (mg/l)	2.4	2.8	3.0

Tableau : 3 : Valeurs obtenues du sodium (mg/l) et potassium (mg/l).

➤ Calcium et magnésium :

On les mesure par complexométrie.

Matériel :

Un erlenmeyer de **250 ml**.

Une éprouvette de **10 ml**.

Une éprouvette de **100 ml**.

Une pipette jaugée de **10 ml**.

Une spatule.

Une burette de **50 ml**.

Réactifs :

Solution étalon de carbonate de calcium **CaCO₃ 0.01 M**.

Solution de sel di sodique d'EDTA **0.01 M**.

Solution de tampon ammoniacal (**NH₄OH/NH₄Cl**) à **pH = 10**.

Solution de **NaOH** à **10%**.

Indicateur **ACC** (acide Calcéone Carboxylique).

Indicateur **NET** (Noire Erichrome T).

Mode opératoire :

Dans un erlenmeyer de **250 ml**, on introduit :

- **10 ml** de la solution étalon de **CaCO₃ 0.01 M**, prélevé à l'aide d'une pipette jaugée de **10 ml**.
- **50 ml** d'eau à analyser, mesurée à l'aide d'une éprouvette graduée de **100 ml**.
- **10 ml** de la solution de **NaOH à 10%**, mesurée à l'aide d'une éprouvette graduée de **10 ml**.
- **1** pointe d'acide calcane carboxylique.

La solution prend une coloration rose vineux, on ajoute goutte à goutte la solution d'**EDTA** jusqu'au virage au bleu de l'indicateur.

On précipite l'hydroxyde de magnésium pour doser le calcium, et l'oxalate de calcium pour doser le magnésium en milieu basique.

Pour le calcium, le volume d'**EDTA** ajouté **V₁** était :

7.5 ml pour **Saida**.

11.5 ml pour **Ifri**.

10 ml pour **Guedila**.

Pour le magnésium, le volume d'**EDTA** ajouté **V₂** était :

8 ml pour **Saida**.

6.5 ml pour **Ifri**.

6 ml pour **Guedila**.

Calcul :

Pour le calcium:

$$[\text{EDTA}] \times V_1 = [\text{Ca}^{2+}] \times 50 \text{ ml}$$

$$[\text{Ca}^{2+}] = [\text{EDTA}] \times V_1 / 50$$

Pour le magnésium:

$$[\text{EDTA}] \times V_2 = [\text{Mg}^{2+}] \times 50 \text{ ml}$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = [\text{EDTA}] \times V_2 / 50$$

Résultats :

Eau minérale	Saida	Ifri	Guedila
Ca²⁺ (mg/l)	60	84	80
Mg²⁺ (mg/l)	38.4	30.4	28.8
Somme (mg/l)	98.4	114.4	108.8

Tableau : 4 : Valeurs obtenues du calcium et magnésium (mg/l).**➤ Chlorure :**

On utilise la méthode de **Mohr**.

Matériel :

Un erlenmeyer de **250 ml**.

Une éprouvette graduée de **100 ml**.

Une burette de **50 ml**.

Réactifs :

Une solution de chromate de potassium à **10%**.

Une solution de nitrate d'argent **N/10**.

Mode opératoire :

Introduire **100 ml** d'eau à analyser dans un erlenmeyer de **250 ml**, ajouter **1 ml** de solution de chromate de potassium.

Verser au moyen d'une burette la solution de nitrate d'argent jusqu'à apparition d'une teinte rougeâtre, qui doit persister **1 à 3 minutes**.

Soit n le volume en ml de nitrate d'argent **N/10** utilisé.

Calcul :

$1 \text{ l AgNO}_3 \text{ 1N} \rightarrow 1 \text{ eq} \rightarrow 35.5 \text{ g Cl}^-$

$1 \text{ ml AgNO}_3 \text{ N/10} \rightarrow 0.1 \text{ meq} \rightarrow 3.55 \text{ mg Cl}^-$

$n \text{ ml AgNO}_3 \text{ N/10} \rightarrow 0.1 n \text{ meq} \rightarrow 3.55 n \text{ mg Cl}^-$

$3.55 n \text{ mg Cl}^- \rightarrow 100 \text{ ml}$

$x \rightarrow 1 \text{ l}$

$$x = 35.5 n$$

Résultats :**Saida :**

Premier essai : **3 ml** d'AgNO₃

Deuxième essai : **2.9 ml** d'AgNO₃

Donc la moyenne est **2.95 ml**.

Le calcul donne : **104.725 mg** d'AgNO₃

Ifri :

Premier essai : **2.3 ml** d'AgNO₃

Deuxième essai : **2.3 ml** d'AgNO₃

Donc la moyenne est **2.3 ml**.

Le calcul donne : **81.65 mg** d'AgNO₃

Guedila :

Premier essai : **1.3 ml** d'AgNO₃

Deuxième essai : **1.3 ml** d'AgNO₃

Donc la moyenne est **1.3 ml**.

Le calcul donne : **46.15 mg** d'AgNO₃

Eau minérale	SAIDA	IFRI	GUEDILA
Dosage de Cl⁻(mg/l)	104.725	81.65	46.15

Tableau : 5 : Valeurs obtenues du dosage de chlorure (mg/l).

➤ **Bicarbonate :**

Matériel :

Une éprouvette de **50 ml**.

Un erlenmeyer de **250 ml**.

Une burette de **50 ml**.

Réactifs :

Acide chlorhydrique ou acide sulfurique 1 N.

Solution de phénophtaléine dans l'alcool à 0.5%.

Solution de méthyl orange à 0.5%.

Mode opératoire :

Pour déterminer le **TA**, on prélève **50 ml** d'eau à analyser dans un erlenmeyer de **250 ml**, on ajoute **1 à 2** gouttes de phénophtaléine. Une coloration rose doit alors apparaître ; dans le contraire le **TA** est nul, ce qui se produit en général pour les eaux naturelles dont le **pH < 8,3**. On verse ensuite doucement l'acide dans la capsule à l'aide d'une burette, en agitant constamment et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution (**pH = 8,3**).

Dans notre cas, il n'y avait pas apparition d'une coloration rose, puisque le **pH** est **< 8,3**.

Pour déterminer le **TAC**, on utilise l'échantillon traité précédemment ou le prélèvement primitif s'il n'y a pas de coloration. On ajoute **2** gouttes de méthylorange et on titre de nouveau avec le même acide jusqu'au virage du jaune au jaune orangé (**pH = 4,3**).

Soit **V'** le nombre de millilitres d'acide versés depuis le début du dosage.

On retranche **0,5 ml**, quantité d'acide nécessaire pour le virage de l'indicateur, qui est un peu plus faible que le **pH** de neutralisation exacte de l'hydrogénocarbonate.

Calcul :

$$\text{TAC} = (V'_{\text{H}_2\text{SO}_4} - 0.5) \times N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times 0.1 \text{ en méq/l.}$$

$$\text{TAC} = (V' - 0,5) \times 1 \times 0.1 \text{ méq/l}$$

$$1 \text{ méq} \rightarrow 50 \text{ mg/l de bicarbonate.}$$

$$[\text{bicarbonate}] = \text{TAC} \times 50 \text{ mg/l.}$$

- Pour **Saida**: le volume de **H₂SO₄** était **75 ml**.

$$\text{TAC} = 7.45 \text{ méq/l.}$$

[bicarbonate]= 372.5 mg/l.

- Pour **Ifri**: le volume de H_2SO_4 était **56 ml**.

TAC= 5.55 méq/l.

[bicarbonate]= 277.5 mg/l.

- Pour **Guedila** : le volume de H_2SO_4 était **42 ml**.

TAC= 4.15 méq/l.

[bicarbonate]= 207.5 mg/l.

Résultats :

Eau minérale	SAIDA	IFRI	GUEDILA
TAC (méq/l)	7.45	5.55	4.15
HCO_3^- (mg/l)	372.5	277.5	207.5

Tableau : 6 : Valeurs obtenues du bicarbonate (mg/l).

➤ Sulfate :

Les sulfates sont précipités en milieu chlorhydrique à l'état de sulfate de baryum, le précipité ainsi obtenu est stabilisé à l'aide d'une solution de **Tween 20**. Les suspensions homogènes sont mesurées au spectromètre.

Matériel :

3 éprouvettes de **100 ml**.

3 fioles jaugées de **100 ml**.

Balance de précision.

Phléole jaugée de **500 ml**.

11 éprouvettes de **60 ml**.

Spectrophotomètre (**Jenway 7305 Spectrophotometer. Serie n° 2007**)

Réactifs :

Solution d'acide chlorhydrique au **1/10**.

Solution de **Tween 20**.

Solution de chlorure de baryum stabilisée :

10 g de chlorure de baryum.

20 ml de la solution de **Tween 20**.

Qsp 100 ml d'eau distillée.

Solution étalon de sulfate de sodium à 150 mg/l de SO_4^{2-} :

0.115 g de sulfate de sodium anhydre

Qsp 500 ml d'eau distillée.

La courbe d'étalonnage :

Dans une série d'éprouvettes numérotées, on introduit successivement :

Numéro d'éprouvette	T	1	2	3	4	5	6
Solution étalon de SO_4^{2-} (ml)	0	1	3	5	7	9	10
Eau distillée (ml)	50	49	47	45	43	41	40
Acide chlorhydrique au 1/10 (ml)	1	1	1	1	1	1	1
Solution de chlorure de baryum stabilisée (ml)	5	5	5	5	5	5	5
Correspondance en mg/l de SO_4^{2-}	0	3	9	15	21	27	30

Tableau : 7 : Etablissement de la courbe d'étalonnage pour le dosage de sulfate.

On agite 2 ou 3 fois énergiquement. Après 15 minutes de repos, on agite à nouveau et on fait la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 650 nm. Et on construit la courbe d'étalonnage.

La lecture a donné :

	T	1	2	3	4	5	6
Valeur	0	0.007	0.028	0.050	0.081	0.098	0.116
Corespondance en mg/l de SO_4^{2-}	0	3	9	15	21	27	30

Tableau : 8 : Valeurs d'étalonnage pour le dosage de sulfate.

La courbe **absorbance = f [SO₄²⁻ (mg/l)]** donne :

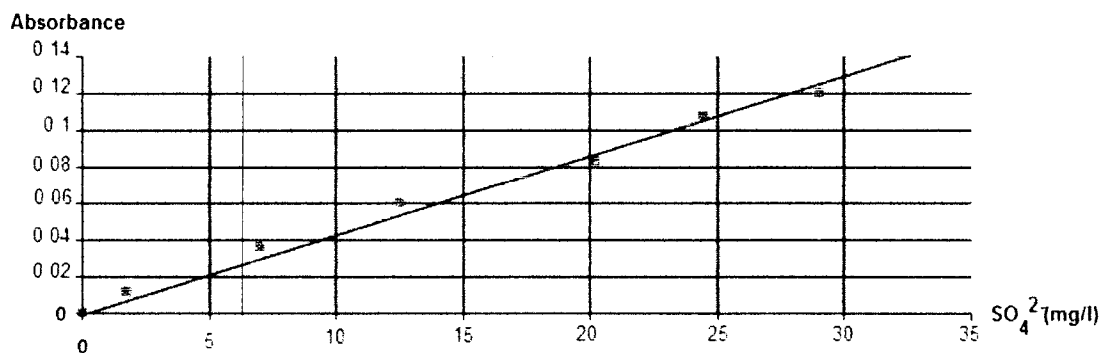


Fig: 5: Courbe d'étalonnage pour le dosage du sulfate.

Mode opératoire :

Dans une éprouvette, on introduit successivement :

50 ml d'eau à analyser diluée à **1/10**.

1 ml d'acide chlorhydrique au **1/10**.

5 ml de la solution de chlorure de baryum stabilisée.

On prépare dans les mêmes conditions un tube témoin en remplaçant l'eau à analyser par de l'eau distillée.

On agite énergiquement et on laisse reposer **15 minutes**. On agite de nouveau et on fait les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de **650 nm**.

Résultats et calcul :

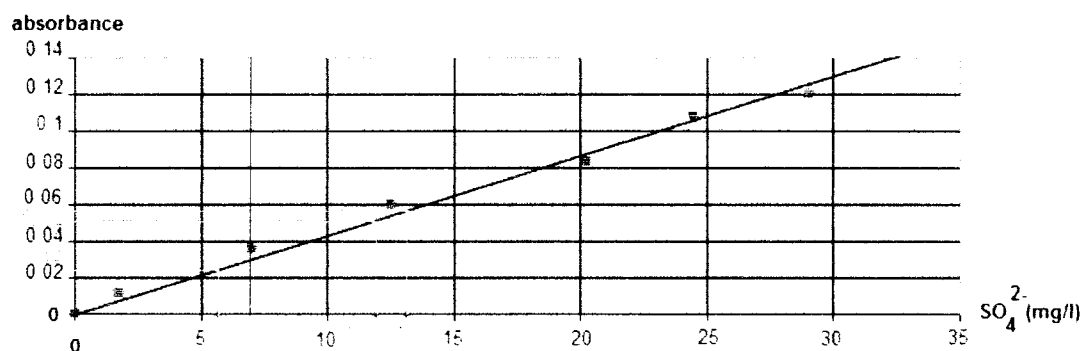


Fig: 6: Introduction des valeurs du spectrophotomètre sur la courbe d'étalonnage pour le dosage du sulfate.

Eau à analyser	Témoin	SAIDA	IFRI	GUEDILA
Valeur au spectrophotomètre	0	0.053	0.023	0.048
Correspondance en mg/l de SO ₄ ²⁻ dans l'eau diluée	0	14.3	5.9	12.6
Dosage de SO ₄ ²⁻ (mg/l)	0	143	59	126

Tableau : 9 : Valeurs obtenues du sulfate (mg/l).

➤ Nitrate :

Matériel :

Capsule de 60 ml.

Bain marie.

Un spectrophotomètre.

Réactifs :

- Solution de salicylate de sodium à **10 g/l**.
- Acide sulfurique concentré.
- Solution d'hydroxyde de sodium (**200g** d'hydroxyde de sodium, **50g** du sel di sodique de l'acide éthylène diamine tetracétique et qsp **1l** d'eau distillée).
- Solution d'azoture de sodium (**50 mg** d'azoture de sodium et qsp **100 ml** d'eau distillée).
- Solution mère étalon d'azote nitrique à **100 mg/l**.
- Solution fille étalon d'azote nitrique à **5 mg/l**.

Etablissement de la courbe d'étalonnage :

Dans une série de capsules de **60 ml**, on introduit :

Numéro des capsules	T	I	II	III	IV
Solution fille étalon (ml)	0	1	2	5	10
Eau distillée (ml)	10	9	8	5	0
Corresp. en azote nitrique mg/l	0	0.5	1	2.5	5
Solution d'azoture de sodium	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Acide acétique	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Tableau : 10 : Etablissement de la courbe d'étalonnage pour le dosage de nitrate.

Attendre **5** minutes puis évaporer à sec au bain-marie ou dans une étuve portée à **75-80 °C** (ne pas surchauffer ni chauffer trop longtemps). Ajouter **1 ml** de solution de salicylate de sodium, mélanger puis évaporer. Laisser refroidir. Reprendre le résidu par **1 ml** d'acide sulfurique concentré ayant soin de l'humecter complètement. Attendre **10** minutes, ajouter **15 ml** d'eau distillée

puis 10 ml de solution d'hydroxyde de sodium qui développe la couleur jaune. Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 415 nm. Soustraire des unités d'absorbance, lues pour les étalons, la valeur relevée pour le témoin. Tracer la courbe d'étalonnage.

Mode opératoire :

Introduire 10 ml d'eau dans une capsule de 60 ml (pour des teneurs en azote nitrique supérieures à 10 mg/l, opérer une dilution). Alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium. Poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage. Préparer de la même façon un témoin avec 10 ml d'eau distillée. Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 415 nm et tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

Résultats (obtenus avec un autoanalyseur SKALAR® SAN^{PLUS} System):

Eau minérale	SAIDA	IFRI	GUEDILA
Nitrate (mg/l)	29.6	22.9	4.5

Tableau : 11 : Valeurs obtenues du dosage de nitrate (mg/l).

➤ **Nitrite :**

Matériels :

Fioles jaugées de 50 ml.

Un spectrophotomètre.

Réactifs :

- Acide orthophosphorique.
- Réactif de diazotation (40g d' amino-4- benzènesulfonamide, 2g de dichlorure de N-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane, 100 ml d'acide orthophosphorique et qsp 1000 ml d'eau distillée).
- Solution mère étalon d'azote nitreux à 100 mg/l.

- Solution fille étalon d'azote nitreux à 1 mg/l.

Etablissement de courbe d'étalonnage :

Introduire dans une série de fioles jaugées de 50 ml :

Numéros des fioles	T	I	II	III	IV	V
Solution fille étalon (ml)	0	1	2.5	5	7.5	10
Eau distillée (ml)	50	49	47.5	45	42.5	40
Corresp. en azote nitreux mg/l	0	0.02	0.05	0.1	0.15	0.2
Réactif de diazotation (ml)	1	1	1	1	1	1

Tableau : 12 : Etablissement de la courbe d'étalonnage pour le dosage de nitrite.

Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 543 nm.
Construire la courbe d'étalonnage.

Mode opératoire :

Introduire 50 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée puis poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage. Tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

Résultats :

Eau minérale	SAIDA	IFRI	GUEDILA
Nitrite (mg/l)	0.021	0.069	0.010

Tableau : 13 : Valeurs obtenues du dosage de nitrite (mg/l).

➤ **Résidus secs à 180°C :**

Matériel :

Une éprouvette de **20 ml**.

Un dessiccateur à air sec.

Une balance de précision.

Mode opératoire :

On pèse à vide les coupelles du dessiccateur à air sec, on les remplit avec les trois marques d'eau à analyser et on les laisse dans le dessiccateur à air sec à **180°C** jusqu'à séchage complet et on les pèse à nouveau.

Résultats :

Eau minérale	SAIDA	IFRI	GUEDILA
Poids des coupelles à vide (g)	23.6365	22.9385	24.5125
Pois des coupelles après dessiccation (g)	23.6508	22.9487	24.5241
Résidus secs (mg/l)	715	510	580

Tableau : 14 : Valeurs obtenues des résidus secs (mg/l).

❖ **Dosage des métaux lourds :**

Le dosage des métaux lourds n'a pas été fait pour manque de réactifs.

III.2.c : Discussions des résultats :

Selon les normes européennes de potabilité, la valeur du **pH** doit être comprise entre **6.5** et **9**.

Donc, selon les valeurs du tableau 1, les trois marques présentent une légère alcalinité, mais qui reste tout à fait dans les normes.

Les valeurs de la densité présentées dans le tableau 2 sont dans les normes ; à savoir que la densité d'une eau distillée est de 1.

Selon les normes européennes, le sodium ne doit pas dépasser **150 mg/l**, et le potassium ne doit pas dépasser **12 mg/l**.

Dans notre cas, et selon les résultats sur le tableau 3, ni le sodium ni le potassium dépasse les normes, mais en comparaison avec les valeurs mentionnées sur les étiquetages, les deux éléments présentent un accroissement qui est léger pour le potassium, un peu conséquent pour le sodium en ce qui concerne **Ifri et Guedila** et considérable pour **Saida** (voir annexe).

Le calcium et le magnésium sont des éléments indispensables, donc ils présentent une limite inférieure et une limite supérieure, selon l'OMS, les normes sont :

- Pour le **Ca²⁺** : un minimum de **20 mg/l** et un optimum d'environ **50 mg/l**, au-dessus de **150 mg/l** eau est considérée comme dure.
- Pour le **Mg²⁺** : entre **5 mg/l** et **50 mg/l**.
- La somme de calcium et de magnésium devrait être de **200 à 400 mg/l**.

Suivants les résultats du tableau 4, les valeurs de calcium sont légèrement augmentées par rapport aux normes, celles du magnésium sont dans les normes.

Selon les normes algériennes les concentrations maximales en chlorure acceptable et admissible sont respectivement **200 mg/l** et **500 mg/l**, ce qui veut dire que les trois marques sont dans les normes acceptables (selon les résultats du tableau 5), cependant, les trois valeurs mesurées présentent un léger accroissement par rapport à celles mentionnées sur les étiquetages, qui est probablement dû à une augmentation dans les concentrations de chlorure des

trois marques des eaux minérales après que les analyses étaient faites par leurs laboratoires (voir annexe).

Le bicarbonate dans l'eau provient de la dissolution du gaz carbonique dans les sources naturelles. Plus il y en a, plus l'eau est gazeuse.

Il n'y a pas vraiment de contre-indication pour les eaux bicarbonatées, cependant les personnes souffrant de ballonnements devraient éviter de boire de l'eau gazeuse.

L'OMS suggérant un maximum de **250** mg/L en sulfates dans l'eau destinée à la consommation humaine.

Donc les trois marques ne dépassent pas les normes (selon les résultats du tableau 9), cependant les trois marques présentent un accroissement par rapport à les valeurs mentionnées sur les étiquetages, cet accroissement est très léger pour **Ifri** (11%) et considérable pour **Guedila** (55%) et **Saida** (120%), et qu'il est dû probablement à un changement dans la composition après la réalisation des analyses par les laboratoires des trois marques (voir annexe).

Les valeurs des résidus secs montrent les degrés de minéralisation des eaux minérales.

L'OMS recommande une concentration en nitrate inférieure à **50** mg/l pour l'eau potable, et une concentration en nitrite inférieure à **3** mg/l, dans nos analyses, et selon les tableaux 11 et 13, les trois marques se trouvent dans les normes, même si elles sont légèrement élevées par rapport aux étiquetages.

Selon les résultats du tableau 14, les trois marques se trouvent dans la catégorie eaux moyennement minéralisées (entre **500** et **1000** mg/l), en comparaison avec les valeurs mentionnées sur les étiquetages, on remarque un accroissement qui est très léger pour **Guedila**, et un peu considérable pour **Ifri** et **Saida**.

IV- Conclusion

Dans notre mémoire, on a démarré d'une problématique qui est la qualité d'eau minérale disponible sur le marché Algérien, mais au cours de notre travail on s'est rendu compte que cette tâche n'est pas facile du tout, pour des raisons de moyens.

En effet, après tous les dosages réalisés, certaines valeurs sont légèrement différents par rapport à celles mentionnées sur les étiquetages, et ceci est probablement dû aux mauvaises conditions de stockage des bouteilles, et l'exposition au soleil, ce qui provoque la désintégration de la matière des bouteilles, et la libération des matières qui interfèrent avec les éléments de l'eau et faussent les résultats,

Cependant, en comparant élément par élément ; pour le sodium/potassium ; **Ifri** est la meilleure des trois, devant **Guedila** et **Saida**.

Pour le calcium/magnésium ; **Saida** est le plus proche de l'optimum, en ce qui concerne le sulfate ; **Ifri** est la meilleure en présentant la plus faible valeur.

Pour les nitrates et les nitrites, **Guedila** est la meilleure devant **Ifri** et **Saida**.

Pour ce qui est des résidus sec, les trois sont moyennement minéralisées avec **Saida** qui est la plus minéralisée devant **Guedila** et **Ifri**.

Donc, en attribuant un point à chaque fois qu'un élément se trouve en optimum dans une eau minérale, **Ifri** a gagné trois points contre deux points pour chacune des **Saida** et **Guedila**, un point supplémentaire décisif qui donne la victoire à **Ifri**.

V- Références :**Ouvrages:**

- 1- Jean RODIER et autres, *L'analyse de l'eau*, DUNOD, Paris, France, 9^{ème} édition, 2009.
- 2- Gaston CHARLOT, *Chimie analytique quantitative, méthodes sélectionnées d'analyse chimique des éléments*, Tome II, MASSON & CIE, Paris, France, 6^{ème} édition, 1974.
- 3- Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, *Apports nutritionnels conseillés pour la population Française*, Ed. Tec & Doc, France, 3^{ème} édition, 2001.

Sites internet :

1. <http://lenr.pagesperso-orange.fr/tpeo/param%E8tre%20organoleptiques.htm>
2. <http://novabirra.be/2013/04/08/densimetre/choisir/mineralisee-ou-pas.shtml>
3. http://www.memoireonline.com/02/09/1994/m_traitement-des-eaux-quot-traitement-de-de-leau-de-source-bousfer-ORAN1.html
4. <http://www.guerir.org/dossiers/eau-potable-et-cancer/eaux-minerales.htm>
5. <http://sante.journaldesfemmes.com/maux-quotidien/quelle-eau->
6. http://biosol.free.fr/liens/micro_eau2003/2_eau_potable.htm
7. <http://www.lenntech.fr/eau-minerale/composition.htm>
8. http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau_min%C3%A9rale
9. <http://fr.wikipedia.org/wiki/PH-m%C3%A8tre>
10. http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau_en_bouteille
11. <http://www.lenntech.fr/sulfates.htm>
12. http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/consult/_2012/nitrite-nitrite/draft-ebauche-fra.php

13. http://fr.wikipedia.org/wiki/Unit%C3%A9s_d%27%C3%A9riv%C3%A9es_du_syst%C3%A8me_international

Annexe :

Tableau récapitulatif :

Paramètres	Analyses effectuées			Valeurs au l'étiquetage			Normes
	SAIDA	IFRI	GUEDILA	SAIDA	IFRI	GUEDILA	
Eau potable							
pH	7.54	7.90	7.50	7.50	7.2	7.34	6.5-9
Densité	0.998	0.998	0.998	Non mentionnée	Non mentionnée	Non mentionnée	Au volume de 1.000
Sodium (mg/l)	110	20	40	58	15.8	29	<150
Potassium (mg/l)	2.4	2.8	3.0	2.0	2.1	2.0	<12
Calcium (mg/l)	60	84	80	68	81	72	20-150
Magnésium (mg/l)	38.4	30.4	28.8	50	24	39.6	5-50
Chlorure (mg/l)	104.72	81.65	46.15	81	72	38	Accept <200 Adms <500
Bicarbonate (mg/l)	372.5	277.5	207.5	370	265	Non mentionnée	-
Sulfate (mg/l)	143	59	126	65	53	81	<250
Nitrate (mg/l)	29.6	22.9	4.5	15	15	2.59	<50
Nitrite (mg/l)	0.021	0.069	0.010	0	<0.02	0	<3
Residu sec (mg/l)	715	510	580	475	380	572	<1500

Résumé :

Avec le rythme de la vie moderne, la consommation des eaux minérales devient très populaire voire une obligation pour certaines personnes, et ceci évoque le sujet de la qualité de ces eaux disponibles sur le marché, surtout avec les conditions de stockage qui ne sont pas toujours favorables et surtout légales.

L'analyse physicochimique des trois marques d'eau minérale consiste à faire des analyses et des mesures physiques comme le pH et la densité, et des analyses chimiques comme le dosage des ions chlorure, sodium, potassium, calcium, magnésium, bicarbonate et les résidus à sec.

Dans notre mémoire on a étudié trois marques très répandues dans marché Algérien, surtout dans la région du nord qui sont : **Saida, Ifri et Guedila**.

Ces analyses ont pour but de démontrer la conformité de ces eaux aux critères de la potabilité, en comparant à chaque fois les résultats obtenus avec les normes internationales, ainsi avec les valeurs mentionnées sur les étiquetages et des trois marques entre elles.

Mots clés :

Eau minérale, analyse physicochimique, dosage, anions, cations.

- Rouis Mohamed, mohcrespo@live.fr
- Talbi Mohammed, drmed2014@yahoo.fr
- TERRENCE Shambira, tshambira@gmail.com

Résumé :

Avec le rythme de la vie moderne, la consommation des eaux minérales devient très populaire voire une obligation pour certaines personnes, et ceci évoque le sujet de la qualité de ces eaux disponibles sur le marché, surtout avec les conditions de stockage qui ne sont pas toujours favorables et surtout légales.

L'analyse physicochimique des trois marques d'eau minérale consiste à faire des analyses et des mesures physiques comme le pH et la densité, et des analyses chimiques comme le dosage des ions chlorure, sodium, potassium, calcium, magnésium, bicarbonate et les résidus à sec. Dans notre mémoire on a étudié trois marques très répandues dans marché Algérien, surtout dans la région du nord qui sont : **Saida, Ifri et Guedila.**

Ces analyses ont pour but de démontrer la conformité de ces eaux aux critères de la potabilité, en comparant à chaque fois les résultats obtenus avec les normes internationales, ainsi avec les valeurs mentionnées sur les étiquetages et des trois marques entre elles.

Mots clés :

Eau minérale, analyse physicochimique, dosage, anions, cations.

Abstract :

In our modern life, the consumption of mineral water is becoming very popular even an obligation for some people and this brings about the quality of the water available on the market, especially with the storage conditions which are not always favorable and legal. The physicochemical analysis of three brands of mineral water is to make analyzes and physical measurements such as pH and density, and chemical analyzes such as the determination of chloride, sodium, potassium, calcium, magnesium, bicarbonate and dry residues.

In our Dissertation we studied three brands very widespread in Algerian market, especially in the northern region which are: **Saida, Ifri and Guedila.**

These analyzes are intended to demonstrate compliance with the criteria of this water for potability, each time comparing the results with international standards and with the values indicated on the labels and the three brands together.

Keywords:

Mineral water, physicochemical analysis, dosage, anions, cations.

