

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Sciences Alimentaires
Filière : Sciences Alimentaires
Spécialité : Conservation des aliments et emballage



Réf:.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Analyses physico-chimique et microbiologique
de l'eau de source Ayris**

Présenté par :

AIT SAIDI Souad & AZOULA Ouissam

Soutenu le : **25 /06/2023**

Devant le jury composé de :

M^{me} MERZOUK H.MCA

M^{me} BOULEKBACHE L. Professeure

M^{me} BOUBCHIR K. MAA

Président

Encadreur

Examineur

Année universitaire : 2022 / 2023

Remerciements

Nous remercions le bon dieu, le tout puissant qui nous a donné la force et la patience de terminer ce travail.

A nos parents qui ont eu de la patience et du mérite pour nous avoir éduqués.

Nous tenons à remercier notre promotrice Mme BOULEKBACHE, I. pour ses précieux conseils et orientation à l'élaboration de ce travail.

Nous tenons aussi à remercier les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail et de participer à la soutenance.

Nos remerciements les plus vifs s'adressent aussi à l'ensemble du personnel de l'entreprise «Ayriss» en particulier, la directrice du laboratoire Mme TANSAOUI S. et Mme HIDJA S. pour leurs efforts et conseils durant la réalisation de notre stage pratique.

Dans l'impossibilité de citer tous les noms, nos sincères remerciements vont à tous ceux et celles, qui de près ou de loin, ont permis par leur conseil l'élaboration de ce mémoire.

Souad et Ouissam

Dédicaces

J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail :

A celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation, qui m'a tout donné, qui a toujours été là pour moi, à celle qui tient le paradis sous ses pieds, A mon ange « ma mère » que Dieu te donne santé et longue vie.

Au meilleur guide de ma vie et qui n'a jamais cessé de m'encourager, A ma fierté et mes honneurs « Mon père ».

Mes grands-parents auxquels je souhaite une longue vie.

Mes tantes, mes cousines, mes cousins, mes chers amis et toute ma famille.

Souad

Dédicaces

J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail

A celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation, qui m'a tout donné, qui a toujours été là pour moi, à celle qui tient le paradis sous ses pieds, A mon ange « ma mère » que Dieu te donne santé et longue vie.

Au meilleur guide de ma vie et qui n'a jamais cessé de m'encourager, A ma fierté et mes honneurs « Mon père ».

A mes chers frères Sofiane, Fayçal, Mouloud, Rayane, et chères sœurs Lydia, Céline, Ryma.

A mes collègues de promotion et mes meilleurs amis en particuliers Fatma, Samira, Lyza, Tahar, Meriem pour les moments forts et agréables que nous avons passé ensemble.

A tous les enseignants de notre département Sciences Alimentaires.

A toute la promotion CAE.

Ouissam

Liste des figures

Figure 1 : Photographie de la préforme	10
Figure 2 : Photographie de la souffleuse des préformes	10
Figure 3 : Photographie montrant la remplisseuse qui remplit les bouteilles	11
Figure 4 : Photographie du processus d'étiquetage des bouteilles	11
Figure 5 : Photographie du processus de fardelage	12
Figure 6 : Histogramme comparatif des pH de l'eau de source Ayris et l'eau de source Ovitale	23
Figure 7 : Histogramme comparatif des résultats de la conductivité de l'eau de source Ayris et Ovitale	24
Figure 8 : Histogramme comparatif des résultats de la TH de l'eau de source Ayris et Ovitale	25
Figure 9 : Histogramme comparatif des résultats du Tac de l'eau de source Ayris et Ovitale	25
Figure 10 : Histogramme comparatif des teneurs en ca^{2+} de l'eau de source Ayris et Ovitale	26
Figure 11 : Histogramme comparatif de la teneur en Magnésium de l'eau de source Ayris et Ovitale	27
Figure 12 : Histogramme comparatif des teneurs en chlorures de l'eau de source Ayris et Ovitale	27
Figure 13 : Histogramme comparatif des teneurs en bicarbonate de l'eau de source Ayris et ovitale	28
Figure 14 : Histogramme comparatif des teneurs en sulfates de l'eau de Ayris et Ovitale	29
Figure 15 : Histogramme comparatif des teneurs en nitrates de l'eau Ayris et Ovitale	29

Figure 16 : Histogramme présentant les concentrations en fer de l'eau de source Ayris et Ovitale 30

Figure 17 : Histogramme comparatif des teneurs en ortho phosphates de l'eau d'Ayris et Ovitale 31

Liste des abréviations

- ABS : Absence.
- EDTA : Acide Ethylène Diamine Tétra Acétique.
- °F : Degré français.
- HSN : Acide calcone carboxylique.
- ISO : International standardisation Organisation.
- NET : Noir ériochrome Toluène.
- NF : Norme française.
- OMS : Organisation Mondiale de la Santé.
- PET : Polyéthylène téréphtalate.
- TA: Titre Alcalimétrique Simple.
- TAC : Titre Alcalimétrique Complète.
- TH : Titre Hydrotimétrique.
- TH Ca⁺² : Titre calcique.
- TH Mg⁺² : Titre magnésienne.
- UCF : Unité de colonies formées.
- DLUO : Date limite d'utilisation optimale
- µs/cm: micro-siemens par centimètre

- JORA : journal officielle république algérienne

Sommaire

Introduction.....	1
-------------------	---

Partie théorique

Chapitre I : Généralités sur l'eau

I-1-Définition de l'eau.....	2
I-2- Cycle de l'eau.....	2
I-3-L'importance de l'eau.....	3
I-4-Les eaux naturelles.....	3
I-5- Eaux potable.....	5
I-6-Eau de source.....	6
I-7 -Traitement des eaux de sources.....	7
I-8 Présentation générale de la Sarl Ayris.....	7
I-9-Processus d'embouteillage de l'eau Ayris.....	9

Partie pratique

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II-1-Analyses organoleptique.....	13
II-2-Analyses physico-chimique.....	13
II-2-1- Méthode électrochimique.....	13
II-2-2-Méthode volumétrique.....	15
II-2-3- Méthode spectrophotométrique.....	18
II-3-Analyse microbiologique.....	20
II-2-1-Recherche et dénombrement des coliformes totaux et <i>E. coli</i>	20
II-2-2- Entérocoques.....	21
II-2-3- <i>Pseudomonasaéruginosa</i>	21
II-2-4-Clostridium sulfito-réducteurs.....	22

Chapitre III

Résultats et discussion

III-1-Analyse des paramètres organoleptiques.....	23
III-2-Analyses des paramètres physico-chimiques.....	23
III-3- Analyses microbiologiques.....	31
Conclusion.....	33

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

L'eau est une ressource vitale nécessaire au fonctionnement biologique des êtres vivants, considérée comme élément de stabilité sociale, sanitaire et économique quand elle est bien gérée, mais aussi un élément d'insécurité et d'instabilité si elle tend à se raréfier et sa qualité tend à se détériorer (Metahri, 2012).

Une eau destinée à la consommation humaine devrait respecter les directives de qualité de l'eau de boisson fixée par l'OMS. Ce sont des exigences raisonnables minimales, destinées à protéger la santé du consommateur (OMS, 2004).

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 son appellation n'implique pas obligatoirement sa forte teneur en minéraux. D'origine souterraine, elle est d'autant mieux protégée puisqu'elle provient des nappes très profondes et sa composition revient 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 de point de vue microbiologique et répondre à des critères de qualités physico-chimiques.

Le défi auquel nous devrions faire face aujourd'hui dans le domaine de l'eau, est de veiller à ce que l'ensemble de la population dispose en permanence de l'approvisionnement suffisant en eau de qualité, tout en protégeant les ressources naturelles de la surexploitation.

L'objectif de notre travail est d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau de source Ayris sise à Bouzaroual, ville d'Akbou, wilaya de Bejaia, et sa comparaison avec une autre eau de source qui est Ovitale. Il est présenté dans le document comme suit :

Après avoir donné, dans la partie théorique (chapitre I), quelques généralités sur l'eau, et présenté l'unité SARL Ayris, ainsi que le processus d'embouteillage de l'eau Ayris (Chapitre I), nous exposerons dans la deuxième partie relative au travail expérimental deux sections dont l'une est consacrée à la méthodologie adoptée pour l'analyse de la qualité de cette eau, ainsi que le matériel utilisé, et l'autre aux résultats obtenus et leur interprétation. Comme tout travail scientifique nous terminerons par une conclusion.

- ABS : Absence.
- ° C : Degré Celsius.
- EDTA : Acide Ethylène Diamine Tétracétique.
- °F : Degré français.
- g: Gramme
- HSN : Acide calcique 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.
- TH Ca⁺² : Titre calcique.
- TH Mg⁺² : Titre magnésienne.
- UV-VIS : Ultraviolet –Visible.
- µm : Micromètre.
- UFC : Unité de colonies formées.
- DLUO :Date limite d'utilisation optimale
- µs/cm: micro-siemens par centimètre
- JORA : journal officielle république algérienne

I-1- Définition de l'eau

L'eau connue comme source de vie, pas de vie sans eau, est la seule molécule présente sur la terre sous trois formes (solide, liquide et gazeuse). C'est un composé chimique simple, elle est liquide à température et à pression ambiante (01Atmosphère), elle est gazeuse au-dessus de 100°C et solide en dessous de 0°C. Ces changements d'état dépendent de la température et de la pression mais aussi des composés chimiques présents dans l'atmosphère. La formule chimique de l'eau est H₂O, cela signifie qu'elle est composée de deux atomes d'hydrogène et un seul atome d'oxygène (**Abdesselem, 1999 ; Mus et Higy, 2004**).

I- 2- Cycle de l'eau

L'eau est omniprésente autour de nous et constitue un des éléments fondamentaux de notre planète. Toute cette eau se transforme et circule en permanence dans l'atmosphère, la surface et dans le sous-sol de la terre: c'est le cycle de l'eau (**Vilagines, 2003**). Le moteur de ce cycle est le soleil, grâce à l'énergie thermique qu'il rayonne, il active et maintient constamment les masses d'eau en mouvement. Ce cycle est divisé en deux parties intimement liées, une partie atmosphérique qui concerne la circulation de l'eau dans l'atmosphère, sous sa forme de vapeur d'eau essentiellement et une partie terrestre qui concerne l'écoulement de l'eau sur les continents, qu'il soit superficiel ou souterrain (**Chelli et Djouhri, 2013**). Le cycle de l'eau est divisé en plusieurs étapes et peut être résumé comme suit :

I-2-1-Evaporation

Grâce à l'énergie solaire, l'eau de mer et des océans s'évapore dans l'atmosphère en se débarrassant de son sel et de ses impuretés (**Anonyme 1**).

I-2-2- Condensation

Au contact des couches d'air froid de l'atmosphère, la vapeur d'eau se condense en minuscules gouttelettes qui, poussées par le vent, se rassemblent et forment des nuages (**Anonyme 2**).

I-2-3- Précipitations

Les nuages déversent leur contenu sur la terre sous forme de pluie, neige ou de grêle (**Chelli et Djouhri, 2013**).

I-2-4- Ruissellement

La plus grande partie de l'eau tombe directement dans les océans. Le reste s'infiltré dans le sol pour former des nappes souterraines qui donnent naissance à des sources ou ruisselle pour aller remplir les rivières qui à leur tour, vont alimenter les océans, et le cycle recommence (Chelli et Djouhri, 2013).

I-3-Importance de l'eau

L'eau a une grande importance dans notre vie, le fonctionnement global de la planète terre et la subsistance de la vie reposent en grande partie sur l'eau, qui est un élément essentiel. L'eau est au cœur des écosystèmes naturels et de la régulation climatique. Le cycle hydrologique est le nom donné au mouvement continu de l'eau en dessus, au-dessous et à la surface de la terre, qui traverse les états liquide, gazeux et solide. Presque 98% de l'eau salée impropre à la consommation et moins de 1% de l'eau potable sont disponibles à l'utilisation, la majorité est enfermée dans les neiges et dans les polaires (Lassoued et Touhami, 2008).

L'importance de l'eau ne peut être surestimée car c'est une ressource indispensable non seulement pour l'humanité mais aussi pour le reste des êtres vivants. L'eau est le principal constituant du corps humain, la quantité moyenne d'eau contenue dans un organisme adulte est de 65%, ce qui correspond à environ 45 L pour une personne de 70Kg. L'eau n'est pas seulement un élément constitutif des cellules, mais remplit également les fonctions suivantes :

- ❖ participe à de nombreuses réactions chimiques dans le corps humain ;
- ❖ assure le transport d'un certain nombre de solutés indispensables aux cellules ;
- ❖ permet l'élimination des déchets métaboliques ;
- ❖ aide au maintien d'une température constante à l'intérieure du corps (Monod, 1989).

I- 4-Eaux naturelles

Elles sont constituées des eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux de surface stagnantes (lacs, retenues de barrages) ou en écoulement (rivières, fleuves) ou des eaux atmosphériques (pluies, neige, grêle.) et des eaux de mer (Grerad, 2003).

I-4-1- Eaux atmosphériques

L'eau atmosphérique est généralement précipitée sous forme de pluie, neige, grêle. Théoriquement, c'est une eau stérile mais en pratique c'est beaucoup plus complexe. On y trouve surtout des gaz dissous contrairement aux sels dissous qui sont pratiquement absents (Grerad, 2003).

I-4-2-Eaux souterraines

I-4-2-1-Origine

Les eaux souterraines sont localisées sous la surface du sol (Chelli et Djouhri, 2013). Elles sont contenues dans des nappes qui se trouvent dans des terrains réservoirs appelés aquifères, formés par la percolation des pluies et des ruissellements à travers les sols et les roches. La porosité et la structure, qui engendrent l'infiltration de cette eau, ainsi que le mode de circulation souterraine permettent de déterminer plusieurs types de nappes (Grerad, 2003) :

- ✓ **nappe libre (phréatique)** : elle est alimentée directement par l'infiltration des eaux de ruissellement; le niveau de cette nappe peut augmenter ou baisser par rapport à la quantité d'eau retenue.
- ✓ **nappe captive** : elle est emprisonnée entre deux couches de terrains imperméables, c'est le type le plus fréquent et généralement le plus profond ou règne une certaine pression d'où provient un jaillissement de l'eau lors d'un forage.
- ✓ **nappe alluviale** : dans les terrains alluvionnaires (dépôt de débris tels que le sable, la vase, l'argile, etc. transportés par de l'eau courante). La qualité de ces eaux est par conséquent directement influencée par la qualité de l'eau de la rivière.

I-4-2-2-Potabilité

Les eaux souterraines sont connues pour leur pureté et leur potabilité répondant naturellement aux normes physico-chimiques synonymes « d'eaux propres ». Mais ces eaux peuvent contenir des concentrations dépassant largement les concentrations de la norme de potabilité causée par la composition du terrain de stockage ou une nappe souterraine peut être polluée. Ce qui provoque la pollution des eaux et il est très difficile de récupérer sa pureté originale parce que les polluants ne se retrouvent pas seulement dans les eaux mais aussi sont adsorbés

et fixés par les roches et les minéraux des sous- sols. Cependant, une analyse physico-chimique et un traitement de cette eau sont obligatoires avant sa distribution (**Grerad, 2003**).

I-4-3-Eaux de surfaces

I-4-3-1-Origine

Les eaux de surface sont stockées soit naturellement dans des lacs ou artificiellement dans des barrages, elles proviennent des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source ou les eaux de ruissellement. Ces eaux se rassemblent en cours d'eau, caractérisés par une vitesse de circulation appréciable (**Grerad, 2003**).

La température de ces eaux varie selon le climat et les saisons ; la matière en suspension est variable selon la pluviométrie ainsi que la nature et le relief des terres à son voisinage. La teneur en sels minéraux de cette eau dépend de l'origine de son terrain (**Degremont, 2005**). Une eau de surface est ordinairement riche en oxygène et pauvre en dioxyde de carbone.

I-4-3-2-Potabilité

Les eaux de surfaces sont rarement potables avant leur traitement, elles sont généralement polluées par des agents bactériologiques et chimiques.

I-5-Eau potable

I-5-1-Définition de l'eau potable

La notion de potabilité est liée directement à l'alimentation humaine. Une eau naturelle est dite potable si elle présente les qualités suivantes :

- ✓ fraîcheur et limpidité ;
- ✓ absence d'odeur et de couleur ;
- ✓ goût agréable ;
- ✓ suffisamment douce et aérée ;
- ✓ Minéralisation raisonnable ;
- ✓ absence de matières organiques et de germes pathogènes (**Degremont, 2005**).

I-5-2-Normes de potabilité

Les normes de potabilités d'une eau sont fixées selon l'OMS et le code de l'Algérienne des eaux.

I-5-2-1-Selon l'OMS

Les critères les plus couramment utilisés et adoptés par l'OMS sont les critères physico-chimiques et toxicologiques, l'eau dite potable doit répondre à des normes et à des valeurs indicatives spécifiées. Ces critères sont définis par l'arrêté ministériel du 1^{er} novembre 2007.

I-5-2-2-Selon de code Algérien des eaux

Selon l'article de 1983, une eau est classée comme potable, si elle n'est pas susceptible de nuire à la santé du consommateur. Elle ne doit contenir aucune odeur, goût ou substances chimiques nocifs à la santé humaine.

I-6-Eau de source

I-6-1- Définition

Selon le décret exécutif N°04-195 du 15 juillet 2004, une eau de source est une eau exclusivement souterraine et microbiologiquement saine propre à la consommation, et protégée contre la pollution. 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).

I-6-2-Différentes types de sources

Selon Vilagines (2003) il existe 3 types de sources :

I-6-2-1-source d'affleurement

Une source d'affleurement a un fond imperméable dans une vallée, l'eau apparaît à la surface sous forme d'un chaplet de sources, elle apparaît surtout dans les terrains calcaires ou cristallins.

I-6-2-2-Source d'émergence

Cette source contient une couche perméable fissurée en direction du sol, ce qui donne un débit qui alimente un trou d'eau souvent envahi de végétations. Son débit est important et uniforme Durant toute l'année.

I-6-2-3-source de déversement

Ce type de source prend naissance sur les pentes et les grandes hauteurs, dans les terrains fissurés en surface, calcaires et granites. Généralement leurs débits sont faibles et pratiquement constant.

I-7 -Traitement des eaux de sources

Les eaux de source sont naturellement propres à la consommation humaine et ne subissent aucun traitement. Cependant, des procédés qui permettent d'éliminer les éléments instables (les gaz, le fer ...) sont appliqués: l'aération, la décantation et la filtration (**Lunc et Lagradette, 2004**).

I-8 Présentation générale de la Sarl Ayris

I -8-1 Rédactions du statu

Fondée en 1998, la SARL NOMADE a débuté dans le secteur des boissons avec la production de limonades, puis d'eau gazeuse, mais s'est aussitôt spécialisée dans la production de l'eau de source.

Sa situation géographique lui a permis d'exploiter la nappe phréatique supérieure de la vallée de la Soummam réputée pour la qualité de son eau.

En 2006, la SARL NOMADE comportait 36 ouvriers, et s'étendait sur une superficie de 1200m², le matériel de production était beaucoup manuel qu'automatique.

En 2015, l'entreprise s'est élargie, le nombre d'ouvriers a augmenté pour atteindre 45 ouvriers, le matériel de production est passé du manuel à l'automatique dans le but d'améliorer la qualité et la quantité du produit final.

I -8-2-Situation géographique

L'entreprise est située à Bouzeroual à la sortie de la commune d'Akbou, à 02 Km de l'agglomération de la ville, située à 70 Km du chef-lieu de la ville de Bejaia.

I -8-2-Situation géographique

La SARL NOMADE Ayris, appartenant à Mr CHALABI Hamid, est une usine de conditionnement d'eau en bouteilles, équipée de 03 grandes citernes d'une capacité de 25000L, chacune dotée d'un filtre, d'un puit et d'un forage de 103 m de profondeur avec une puissance de 7L/S et 02 pompes pour acheminer l'eau de la citerne vers l'intérieur pour le remplissage des bouteilles.

Dans le cadre de l'extension du champ de production, l'entreprise envisage l'exploitation d'un nouveau forage d'une profondeur de 110 m avec une puissance de 16L/S, elle envisage également la construction d'une nouvelle usine équipée par des machines automatiques, ce qui va influencer le plan du marché de travail et qui engendrera une demande d'embouche élevée.

I-8-4 Présentation du laboratoire

Le laboratoire a pour objectif de mettre en mains le matériel ainsi que les produits nécessaires, afin de réaliser les différentes analyses physico chimique et microbiologique dans le cadre du contrôle de la qualité du produit. On distingue deux laboratoires:

I-8-4-1-Laboratoire d'analyse physico-chimique

Dans lequel s'effectue l'étude des divers paramètres physico-chimiques qui ont une influence sur la qualité organoleptique ou hygiénique de l'eau, ce laboratoire est équipé de :

- un pH mètre qui assure la mesure du pH de l'eau ;
- un spectrophotomètre qui permet de mesurer l'absorbance des différents dosages ;
- un conductimètre qui permet la mesure de la conductivité de l'eau ;
- un four pasteur pour le séchage de la verrerie ;
- une balance électronique de précision est un instrument de pesage à haute sensibilité conçu avec précision pour mesurer la masse avec un haut degré de précision ;
- une plaque chauffante avec un agitateur ;
- une étuve pour stériliser et désinfecter le matériel ;
- une verrerie : fioles jaugées, flacons, erlenmeyers, béchers, pipettes, éprouvettes graduées, et burettes.

I-8-4-2-Laboratoire de Microbiologie

Dans lequel sont réalisées les analyses bactériologiques, il est réparti en :

- salle de préparation et stockage des milieux de culture ;
- salle de laverie ;
- salle de manipulation bien éclairée à l'abri du courant d'air ;
- salle d'incubation.

L'eau de source ne doit pas être exposée à des risques susceptibles de diminuer sa qualité d'origine, elle doit respecter toutes les normes chimiques, microbiologiques et physiques établies par l'autorité officielle.

I-9-Processus d'embouteillage de l'eau Ayris

I-9-1-Captage et acheminement ou extraction

L'extraction à partir des sources, de puits ordinaires ou forés doit être selon les conditions hydrogéologiques. L'eau est d'abord puisée à la source par un tube en acier inoxydable à l'aide d'une pompe très puissante, conservant sa pureté et sa minéralité et ne *p* aucun contact avec l'extérieur selon le code d'usage en matière d'hygiène pour le captage, l'exploitation et la commercialisation des eaux minérale naturelle (CAC /RCP) .

I-9-2-Traitement de l'eau de source

Une fois l'eau extraite du forage, un processus de filtration physique est effectué. L'eau passe à travers un filtre à sable pour éliminer les particules en suspension puis stockée dans des réservoirs en acier inoxydable avant d'être distribuée à travers différentes lignes de remplissage (Constant et Hawilin, 2011). Les étapes du traitement sont :

I-9-2-1- filtration

L'eau est filtrée avec un filtre de 0,9 mm de diamètre, cette dernière a pour but de retenir tous les débris qui peuvent être présents dans l'eau lors de son captage. L'eau subit trois types de filtration:

- ❖ **première filtration** : l'eau passe à travers des filtres ayant un diamètre de 0,5 mm ;
- ❖ **deuxième filtration** : l'eau passe à travers des filtres ayant un diamètre de 0,3 mm ;
- ❖ **troisième filtration** : L'eau passe à travers des filtres ayant un diamètre de 0,2 mm.

I-9-2-2-La mise en cuve

L'eau est acheminée vers des cuves de stockage, dites cuves tampon, en acier inoxydable qui servent à alimenter l'usine de la mise en bouteille de l'eau après avoir subi une filtration finale.

I-9-3- Mise en bouteille de l'eau

II-9-3-1- Soufflage

La matière de la préforme utilisée pour le conditionnement de l'eau de source est en plastique qui est le polyéthylène Téréphtalate (PET) (Figure 1 et 2).

Cette matière recyclable,est étirée et soufflée dans des moules pour prendre la forme de bouteilles (**Abderrahmani et al., 2019**).



Figure 1: Photographie de la préforme **Figure 2 :** Photographie de la souffleuse

I-9-3-2- Insoufflage

Avant le remplissage, chaque bouteille est nettoyée par injection d'air stérile puis transportée dans un environnement contrôlé pour le remplissage et le bouchage.

I-9-3-3-Remplissage et bouchage

Les bouteilles sont d'abord rincées à l'eau de source, puis l'eau passe à travers une tuyauterie en acier inoxydable afin d'atteindre une machine qui s'appelle la soutireuse (Figure 03) qui va remplir ces bouteilles. Les bouteilles remplies passent vers la bouchonneuse (Figure 04) pour être visées avec un bouchon en polyéthylène haute densité (PHD).



Figure 3: Photographie montrant la remplisseuse



Figure 4 : Photographie du processus d'étiquetage

I-9-3-4- Contrôle du niveau d'eau des bouteilles

Le niveau d'eau contenue dans les bouteilles est vérifié car le volume doit être respecté et conforme. Cette opération est effectuée à l'aide d'un système de cellule optique, dans le cas où le niveau d'eau est inadéquat ou le bouchonnage est raté, les bouteilles seront automatiquement éjectées.

I-9-3-5- Séchage

Cette opération consiste à faire passer la bouteille dans un sécheur à pression, afin d'éliminer toute trace d'humidité qui peut être éventuellement présente sur les bouteilles.

I-9-3-6- Etiquetage

Les bouteilles sont transportées sur une raille jusqu'à l'étiqueteuse (Figure 5), où une brosse applique de la colle chaude, une bobine déroule les étiquettes. L'étiqueteuse applique une étiquette sur chaque bouteille bouchée et séchée.

La réglementation Algérienne fixe des prescriptions, en vigueur de l'étiquette opposée sur les bouteilles d'eau de source, qui doivent comporter les mentions suivantes :

- La dénomination de la vente (eau de source) ;
- Les proportions en calcium, magnésium, sodium, potassium, nitrate, sulfate, bicarbonate, chlorure, pH, résidu sec à 180°C.

I-9-3-7- Contrôle finale des bouteilles

L'équipement électronique installé autorise d'éliminer les bouteilles ratées (non conforme et mal étiqueté).

I-9-3-8-Datage

La date de limite d'utilisation optimale (DLUO) et le numéro du lot sont marqués au laser à l'aide d'une machine appelée dateuse, afin d'assurer la traçabilité des produits.

I-9-3-9-Fardelage et palettisation

Après sa sortie de l'étiqueteuse, les bouteilles sont regroupées en pack de 6 bouteilles format (1,5L) et 12 bouteilles (0,5 L et 0,33 L), ensuite il est enroulé dans un film plastique et rétréci par la chaleur (260 °C pendant quelques secondes) puis il subit un refroidissement (Figure 5). Enfin, les packs sont transférés via un tapis roulant jusqu'au palettiseur qui récupère les fardeaux et les stocke dans un endroit aéré et expédier sur pale.



Figure 5 : Photographie du processus de fardelage

I-9-3-10-Stockage et commercialisation

Les palettes sont transportées et stockées dans un local sec et clos à l'écart de toute source de chaleur. Après avoir subi les analyses nécessaires (physico-chimique et microbiologique) qui confirment leur conformité à la réglementation, le produit sera mis en vente.

Chapitre II Matériel et Méthodes

Ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire de SARL Ayris sise à Akbou son objectif était de déterminer les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques de l'eau de source de l'unité Ayris.

II-1-Analyses organoleptique

❖ Couleur

La coloration de l'eau peut être un phénomène naturel par présence de substances telles que le fer et le manganèse ou un phénomène d'eutrophisation qui est un développement excessif d'algues et de planctons. Elle peut être aussi d'origine industrielle et chimique comme la présence de colorants et de teintures rejetés par les industries (**Mokeddem et Ouddane, 2005**).

❖ Odeur et saveur

L'eau doit être inodore, toute odeur est un signe de pollution ou de présence des matières organiques en décomposition, en quantité minime (**Rodier et al., 2009**).

L'odeur et la saveur qui ne sont pas familiers sont dues à la présence de molécules organiques et inorganiques en très faibles quantités (**Vilagines, 2003**).

II-2-Analyses physico-chimiques

Les analyses sont réalisées en se référant au journal officiel 2017. Trois méthodes essentielles sont utilisées : La méthode électrochimique (pH et conductivité), la méthode volumétrique (titre hydrométrique (TA), titre alcalimétrique complet (TAC), bicarbonate, magnésium, dureté totale, dureté calcique et les chlorures), et enfin la méthode spectrophotométrique (nitrate, fer, sulfate, potassium, ortho phosphate).

II-2-1- Méthode électrochimique

Cette méthode est utilisée pour la mesure du pH à l'aide d'un pH mètre, et la conductivité à l'aide d'un conductimètre.

II-2-1- 1-Mesure du pH : Elle est réalisée selon le mode opératoire suivant :

Chapitre II Matériel et Méthodes

- étalonner le pH mètre avec des solutions tampons de pH variant de 4 à 7 à 20°C, ensuite rincer l'électrode avec l'eau distillée ;
- plonger l'électrode dans l'eau à analyser, faire la lecture directe après stabilisation de l'affichage.

II-2-1- 2-Mesure de la conductivité

La mesure de la conductivité donne une indication sur la concentration des minéraux dissous. (Mayet,1994), elle est réalisée selon le mode opératoire suivant :

- étalonner l'appareil, puis rincer la cellule plusieurs fois avec l'eau distillée ;
- 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 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

II-2-1- 3-Mesure de la turbidité

La turbidité est un paramètre qui renseigne sur l'opacité d'un milieu trouble. Autrement dit c'est la réduction de la limpidité de l'eau due à la présence de matières non dissoutes, notamment colloïdales, argiles, limons, matières organiques et microorganismes (Rejsek,2002).

II-2-1- 4-Mesure de l'extrait sec

L'évaluation de la teneur en matières dissoutes et en suspension, non volatiles est déterminée grâce aux résidus secs de l'eau obtenue après évaporation (Rodier, 2005). La potabilité des eaux en fonction des résidus secs recommandée par l'OMS est de 1000 mg/L, quand elle est extraite à 180 °C, elle peut être classée en fonction de la présence de résidus secs.

Le principe consiste à chauffer un échantillon d'eau dans une étuve réglée à une température de 180°C jusqu'à évaporation totale de l'eau, ensuite peser le résidu sec obtenu jusqu'à l'obtention d'un poids constant. Le mode opératoire est le suivant:

- placer un bécher de 100 mL vide dans l'étuve pendant 30 min à 180 °C ;
- mettre le bécher dans un dessiccateur pendant 15 min afin d'éliminer l'humidité, peser et noter **p0** ;

Chapitre II Matériel et Méthodes

- verser 50 mL de l'échantillon d'eau dans un bécher, puis le mettre dans une étuve à 180 °C jusqu'à évaporation complète de l'eau ;
- placer le bécher dans un dessiccateur pendant 15 min, peser ensuite le bécher et noter le **pi**, continuer ainsi jusqu'à l'obtention d'un résidu sec de poids constant.

II-2-2-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).

II-2-2- 1-Mesure de la dureté totale

La dureté totale détermine la teneur de l'eau en calcium (Ca^{2+}) et en magnésium (Mg^{2+}) dissous. Elle est mesurée par la somme des concentrations en degré de calcium et de magnésium et s'exprime par le titre hydrométrique (TH), son unité est le milliéquivalent (meq/L) ou le degré Français (F°) (**Who, 1994**).

Le principe du titrage des ions calcium et magnésium consiste à utiliser une solution de sel sodique d'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA). L'indicateur utilisé est le noir Eriochrome (Net) qui donne une couleur bleue en présence d'ions calcium et magnésium. Le mode opératoire de cetitrage est comme suit:

- introduire 50 mL d'eau à analyser dans un erlenmeyer, puis ajouter 4 mL de la solution tampon et 3 gouttes d'indicateur coloré Net (noir Eriochrome T) ;
- le titrage se fait à l'EDTA en continuant d'agiter jusqu'au virage du violet au bleu ;
- noter le volume de l'EDTA obtenu et faire le calcul selon la formule ci-dessous :

$$T = \frac{C \times N \times f}{p}$$

Cb : chute de burette ; **F** : Facteur de correction de l'EDTA; **N** : normalité de l'EDTA ; **pe** : prise d'essai 50 g.

Chapitre II Matériel et Méthodes

II-2-2- 2-Mesure de la dureté calcique

Le principe est le suivant : Le titrage des ions calcium est effectué avec une solution aqueuse de l'EDTA à un pH entre 12 et 13.

L'indicateur utilisé est le murexide qui forme un complexe rose avec le calcium. Lors du titrage, l'EDTA réagit avec les ions calcium, l'indicateur vire alors de la couleur rose à la couleur violet mauve. Le mode opératoire de ce dosage est le suivant :

- introduire 50 mL de l'échantillon, puis ajouter 3mL de la solution d'hydroxyde à 2 N et une pincée d'indicateur (Murexide), mélanger le tout ;
- titrer immédiatement avec la solution d'EDTA, en versant lentement et avec agitation ;
- le virage est atteint lorsque la couleur rose devient violet mauve.

II-2-2- 3-Mesure de la dureté magnésium Mg^{2+}

Le magnésium est l'un des éléments les plus répandus dans la nature, il constitue environ 2,1% de l'écorce terrestre. La plupart de ses sels sont très solubles dans l'eau. Il constitue un élément significatif de la dureté de l'eau (**Rodier, 1996**). Les principales sources de magnésium contenu dans ces eaux sont les minéraux ferromagnésiens des roches ignées et les carbonates de magnésium des roches sédimentaires (**Reggam, 2015**). Le magnésium est estimé par la différence entre la dureté et le calcium exprimés en mg/L (**Rodier, 2005**).

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

$$[Mg^{2+}] = [TH] - [Ca^{2+}]$$

Le dosage du magnésium a été effectué par la méthode de complexométrie (**Cardot et Gilles, 2013**). Le titrage molaire des ions calcium et magnésium avec une solution aqueuse d'EDTA à un pH=10. Le Noir Eriochrome T qui donne une couleur rouge foncé au violet en présence des ions calcium et magnésium, est utilisé comme indicateur (**Benfettoume, 2015**). Le résultat est exprimé en mg/L (**Rodier, 1984**).

II-2-2- 4-Dosage des chlorures

Le dosage des chlorures a été effectué par la méthode de MOHR dont le principe est le suivant :

Chapitre II Matériel et Méthodes

- les ions chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent (AgNO_3 en présence de chromate de potassium K_2CrO_4 ($10^{\circ}/^{\circ}$);
- la fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la couleur rouge brique caractéristique du chromate d'argent.

Le mode opératoire utilisé est le suivant :

- introduire 100 mL d'échantillon dans un erlenmeyer de 250 mL;
- ajouter 1 mL de K_2CrO_4 à 5 %, agiter jusqu'à apparition de la couleur jaune ;
- titrer avec la solution de AgNO_3 (0,02N) jusqu'au virage de la couleur au rouge brique ;
- les résultats sont exprimés comme suit :

$$[c^-] = \frac{V \times N \times f \times M(c^-) \times 1000}{p}$$

[Cl⁻]: Concentration du chlorure en mg/L ; /V: Volume en mL de la solution de AgNO_3 utilisée pour le titrage de l'échantillon ; f: facteur de conversion ($f=35453$ mg/L) /; N: normalité ; Meq Cl⁻ = 35,5 g/l ; /p e : prise d'essai.

II-2-2- 5-Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC)

Le principe de cette détermination est basé sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide dilué (HCl) à 0,02 N, en présence de méthylorange. Le but est de déterminer la teneur en hydrogencarbonates (HCO_3^-), du carbonate et de l'hydroxyde dans l'eau selon le mode opératoire suivant :

- introduire 50mL de l'échantillon à analyser et ajuster à 100mL ;
- ajouter 2 à 3 gouttes de méthyle orange à 0,5 % ;
- apparition de la couleur orange ;
- titrer avec HCl jusqu'au virage de la couleur vers le rose orangé avec un pH 4.5 ;
- la valeur est calculée comme suit :

$$T \left(\frac{m}{l} \right) = \frac{C \times N \times f \times 1}{p}$$

Cb : Chute de la burette en m; N: Normalité de HCl (0,02 N); f: Facteur de correction de HCL; pe: prise d'essai (50 ml).

II-2-2- 6-Détermination du titre alcalimétrique simple TA

Le titre alcalimétrique simple exprime la teneur en carbonate, il correspond à la somme des concentrations des ions carbonates (CO_3^{2-}) et les ions hydroxydes (OH^-) (Rodier *et al.*, 2009).

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

II-2-3- Méthode 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.

II-2-3- 1-Dosage des nitrates (NO_3^-)

La détermination des nitrates se fait selon le principe suivant : Les nitrates présents dans l'échantillon sont réduits en nitrites en présence du cadmium, ces derniers réagissent dans un milieu acide avec l'acide sulfonique pour former un intermédiaire qui est diazonium.

Le mode opératoire est le suivant :

- après avoir allumé le spectrophotomètre, sélectionner le programme et remplir une cuvette avec 10mL de l'échantillon ;
- ajouter le contenu d'une gélule de réactif à la cuvette ;
- agiter pour bien mélanger pour une période de réaction de 5min ;
- entre temps remplir une autre cuvette avec 10mL de l'échantillon (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 ;
- la valeur qui s'affiche correspond à la teneur en nitrate contenu dans l'eau, elle est exprimée en mg/L.

II-2-3-2-Dosage des sulfates

Le principe de ce dosage est basé sur la réaction des ions sulfate de l'échantillon avec le baryum du sulfate de baryum pour former un précipité de sulfate de baryum.

Chapitre II Matériel et Méthodes

L'intensité de la turbidité est proportionnelle à la concentration en sulfate. La lecture est obtenue à 420nm. Le mode opératoire de ce dosage est comme suit :

- après avoir allumé le spectrophotomètre, sélectionner le programme à la longueur d'onde spécifique qui est de 420nm ;
- verser 25mL de l'échantillon dans la cuvette ;
- ajouter le contenu d'une gélule de réactif à la cuvette ;
- agiter pendant 5 min pour bien mélanger ;
- entre temps remplir une autre cuvette avec 10mL de l'échantillon (le blanc) ;
- ensuite placer l'échantillon contenant le réactif ;
- le résultat est exprimé en mg/L.

II-2-3- 3-Dosage de fer

Le fer réagit avec la phénanthroline pour développer une coloration orange proportionnelle à la concentration du fer. Le mode opératoire de ce dosage est :

- verser 50 mL de l'eau à analyser dans une fiole de 100 mL (en réalisant un blanc) ;
- ajouter 1 mL de la solution de chlorhydrate hydroxylamine à 10% et mélanger soigneusement ;
- ajouter 2 mL de tampon acétate et 2 mL de la solution phénanthroline puis garder pendant 15 min à l'obscurité ;
- mesurer la concentration à l'aide d'un spectrophotomètre UV visible à 510 nm. Les résultats sont exprimés en mg/L.

II-2-3- 4-Dosage des ortho phosphates

Les ions ortho phosphates réagissent avec le molybdate d'ammonium pour donner de l'acide molybdophosphorique. Cet acide donne lieu à diverses réactions colorées, la réaction à l'acide ascorbique donne du molybdène qui donne une coloration bleu mesurable par spectrophotométrie. Le mode opératoire de ce dosage est :

- introduire 100 mL d'eau à analyser dans un flacon, ajouter 4 mL de réactif molybdique et 1 mL de chlorure de stanneux, bien agiter le mélange ;
- faire la lecture à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de $\lambda = 690$ nm. Les résultats sont exprimés en mg/L.

II-3-Analyse microbiologique

Le prélèvement des échantillons est l'une des étapes les plus importantes pour l'évaluation de la qualité de l'eau. Il est donc essentiel que l'échantillonnage soit effectué avec plus de précautions et suivant les techniques préconisées afin d'éviter toutes sources possibles de contamination. Le mode de prélèvement variera suivant l'origine de l'eau. Le prélèvement se fait deux fois par semaine. Pour chaque lot, 5 échantillons sont prélevés à des heures différentes (8h ; 10h;13h ; et 15h et 30 min).

II-2-1-Recherche et dénombrement des coliformes totaux et *E. coli*

Les analyses sont réalisées dans une zone aseptique près du bec Benzène. Avant de procéder aux analyses des échantillons, tous les milieux de cultures et le matériel nécessaire ont été préalablement préparés. Les analyses ont été réalisées par la filtration sur une membrane, cette dernière est incubée sur un milieu sélectif suivie d'une caractérisation biochimique des colonies typiques lactose positives. La recherche et le dénombrement des bactéries coliformes et des *E. coli* se fait en deux à trois jours.

II-2-1-1-Coliformes

Les coliformes ont une forme bacille à Gram négatif, non sporulés, oxydase négatif, sont aérobies et anaérobies facultatif. Ils peuvent être d'origine animale et humaine, leur présence dans l'eau indique une contamination récente par les matières fécales (**Chevalier,2003**).

II-2-1-2-*Escherchilla. coli*

Les *E. coli* ont un Gram négatif, non sporulé, facultatif anaérobique en forme de bâtonnet. Les analyses se font sur un milieu de culture chromocult (CCT).

Le mode opératoire est le suivant :

- flamber la rampe à filtration après avoir mis de l'alcool ;
- rincer deux fois à l'aide de l'eau distillée ;
- déposer le filtre de 0,45um sur la grille ;
- filtrer 250mL d'eau à analyser ;
- placer la membrane dans les boîtes de Pétri contenant le milieu CCT ;
- incuber à 37°C pendant 24h.

Chapitre II Matériel et Méthodes

II-2-2- Entérocoques

Bactérie qui ont une forme Cocci à Gram positif en longue chênnette, facultatif, anaérobie, non sporulé, la réglementation Algérienne exclue impérativement la présence des Streptocoques fécaux dans 100 mL (JORA, 2011).

Le dénombrement des entérocoques est fondé sur la filtration d'un volume spécifique d'un échantillon à travers une membrane filtrante ayant une grandeur, pore de 0,45 µm de diamètre, suffisant pour retenir les bactéries concernées.

Le filtre est ensuite placé sur un milieu de cultures sélectif solide (Slantez et Bertely) contenant de l'azoture de sodium (pour empêcher la croissance des bactéries Gram négative) et du chlorure de 2, 3,5-triphényltétrazolium, un réactif incolore qui est réduit en 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.

Le mode opératoire est le suivant:

- flamber l'ensemble du système de filtration avec l'alcool puis rincer avec l'eau distillée ;
- homogénéiser la bouteille d'eau pour mettre les bactéries en suspension ;
- déposer les filtres de 0,45µm sur la grille ;
- filtrer 250mL d'eau à analyser ;
- après filtration, déposer la membrane sur la boîte de Pétri contenant le milieu slantez et Bartley ;
- incuber à 37°c pendant 48h ;
- 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.

II-2-3-*Pseudomonasaéru ginosa*

C'est une bactérie à Gram négative, non sporulée, oxydase positive et catalase positive, sa forme est Bacillus aérobique, elle présente un métabolisme oxydatif tel indiqué par l'essai Hogg et Leifson, elle réduit généralement les nitrates ou les nitrites et produit de l'ammoniac à partir de la dégradation de l'acétamide (JORA2013).

Chapitre II Matériel et Méthodes

Elles sont isolées et dénombrer dans l'échantillon d'eau, par la filtration sur membrane de diamètre 0,45 µm. Les micro-organismes se développent sur des milieux sélectifs (*Pseudomonas C*) contenant du cétrimide et produisent de la pyocyanine. Les micro-organismes se développant aussi sur des milieux sélectifs contenant le cétrimide, oxydase positive, donnant lieu à une fluorescence sous rayonnement ultraviolet (360±20) nm, ils sont également capables de produire de l'ammoniac à partir d'acétamide.

Le mode opératoire est le suivant:

- flamber le système de filtration avec l'alcool, puis rincer avec l'eau distillée ;
- homogénéiser la bouteille d'eau ;
- déposer le filtre de 0,45µm sur la grille ;
- après filtration de 250 mL de l'échantillon, placer les membranes sur la gélose de *Pseudomonas CN* ;
- incuber à 37°C pendant 48h ;
- compter toutes les colonies produisant une pigmentation bleu-vert comme *Pseudomonas aeruginosa* confirmés.

II-2-4-Clostridium sulfito-réducteurs

Des bactéries à Gram positif, anaérobiques à la forme bacille, sporulées. Les clostridiums sont aussi des microorganismes de contamination fécale, qui représente les spores et sont largement répandus dans l'environnement. Elles sont présentes dans les matières fécales humaines et les eaux usées (**Rodier, 2009**).

Le mode opératoire est le suivant:

- répartir stérilement dans 5 flacons de 50mL l'échantillon d'eau à analyser ;
- chauffer les flacons dans un bain marin à 80°C pendant 10 min ;
- refroidir immédiatement dans un bain d'eau froide, pour réduire la forme végétative ;
- incorporer 50 mL de milieu de viande de foie prêt à l'emploi dans 5 flacons ;
- homogénéiser et laisser solidifier sur la paillasse ;
- incuber à 45°C pendant 48h.

III-1-Analyse des paramètres organoleptiques

III-2-Analyses des paramètres physico-chimiques

Paramètre organoleptique	Résultats obtenus
Couleur	Incolore ,absence de fer
Odeur	Inodore, absence de produit chimique
Gout	Meilleur gout , absence des molécules organique

III-2-1-Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés.D'après la figure 6, le pH de l'eau de source « Ayris » et Ovitale, sont relativement stables, ils varient de 7, 22 à 7,55. Ces valeurs sont conformes à la norme Algérienne (pH : 6,5 à 8,5)(JORA, N°03, 2015).

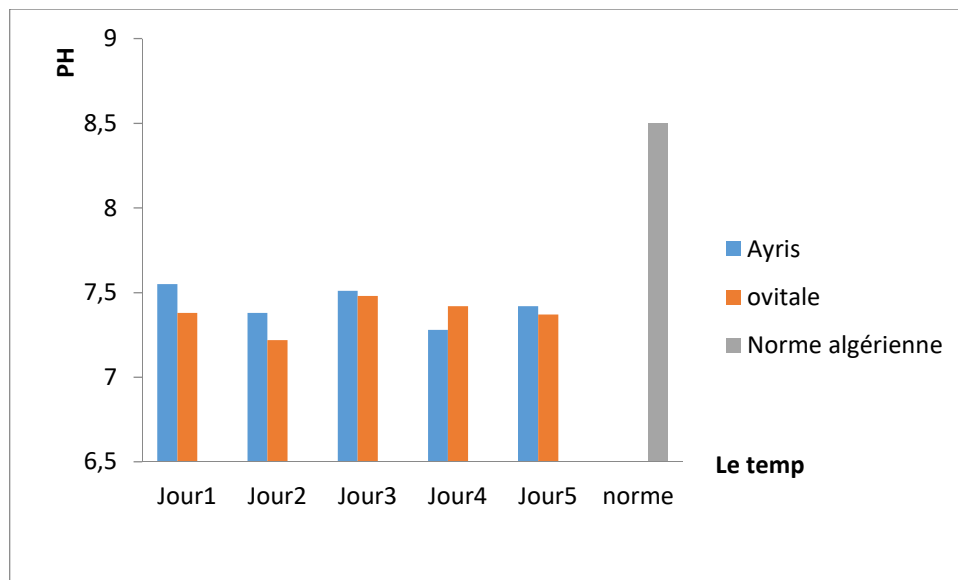


Figure 6 : Histogramme comparatif des pH de l'eau de source Ayris et Ovitale

III-2-2- Conductivité

Chapitre III Résultats et Discussion

D'après la figure 7, la conductivité varie entre 607-622 $\mu\text{s}/\text{cm}$, ce qui correspond à une minéralisation moyenne. Les valeurs enregistrées répondent à la norme Algérienne fixée à 2800 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

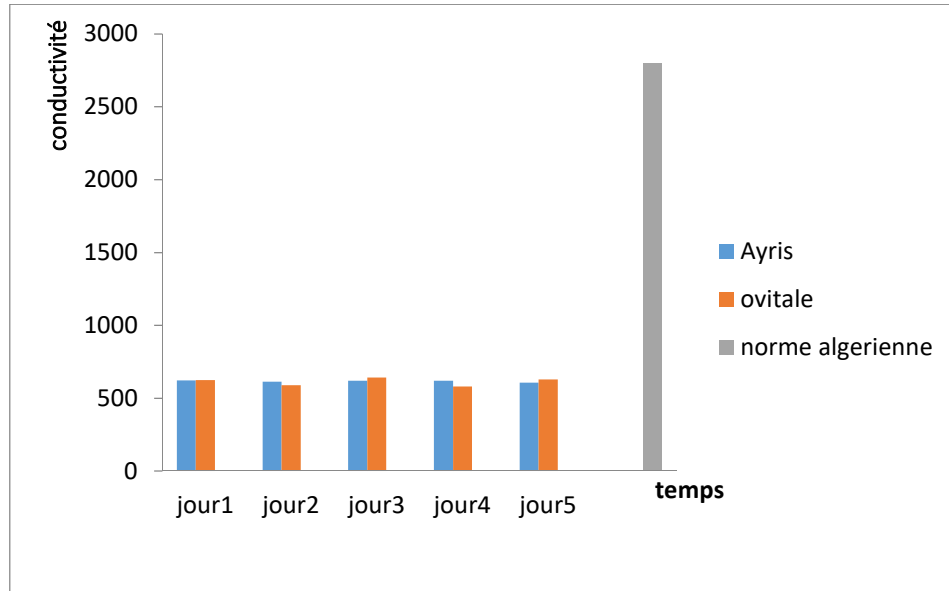


Figure 7 : Histogramme comparatif de la conductivité de l'eau de source Ayriss et Ovitale

III-2-3 – Dureté totale (TH)

La figure ci-dessous montre la variation de la dureté totale de l'eau étudiée et celle de Ovitale. Les TH ($^{\circ}\text{F}$) obtenus présentent une légère différence, elles sont comprises entre 25,2-27,94 $^{\circ}\text{F}$. D'après **Rodier (2009)** cette légère variation de la TH peut être expliquée par la nature des terrains traversés et sa teneur en magnésium et calcium.

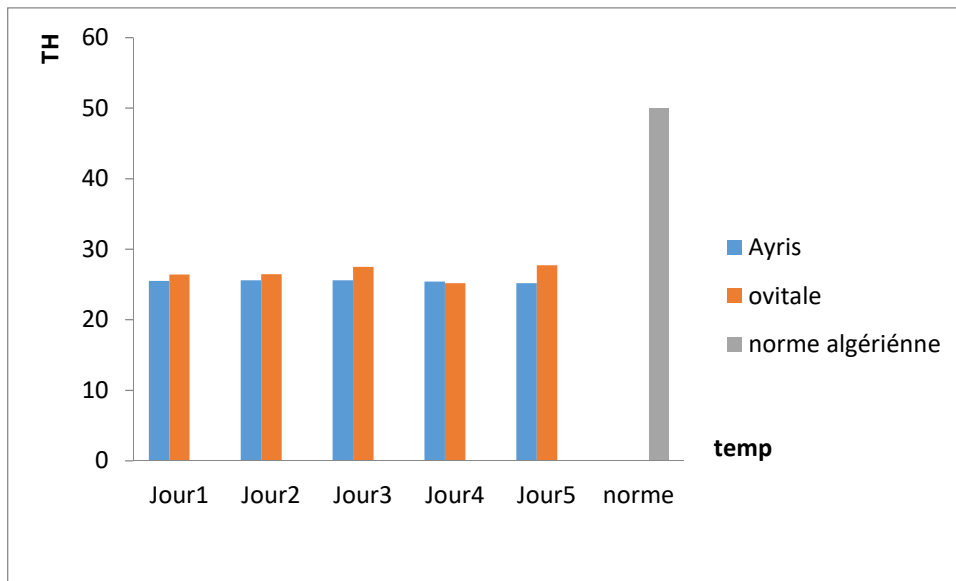


Figure 8 : Histogramme comparatif des résultats de la TH de l'eau de source Ayris et ovitale

III-2-4- Titre alcalimétrique complet (TAC)

Le TAC indique la teneur en bicarbonate et carbonate. La figure ci-dessous illustre les résultats du TAC de l'eau de source Ayris et Ovital et la norme de l'entreprise.

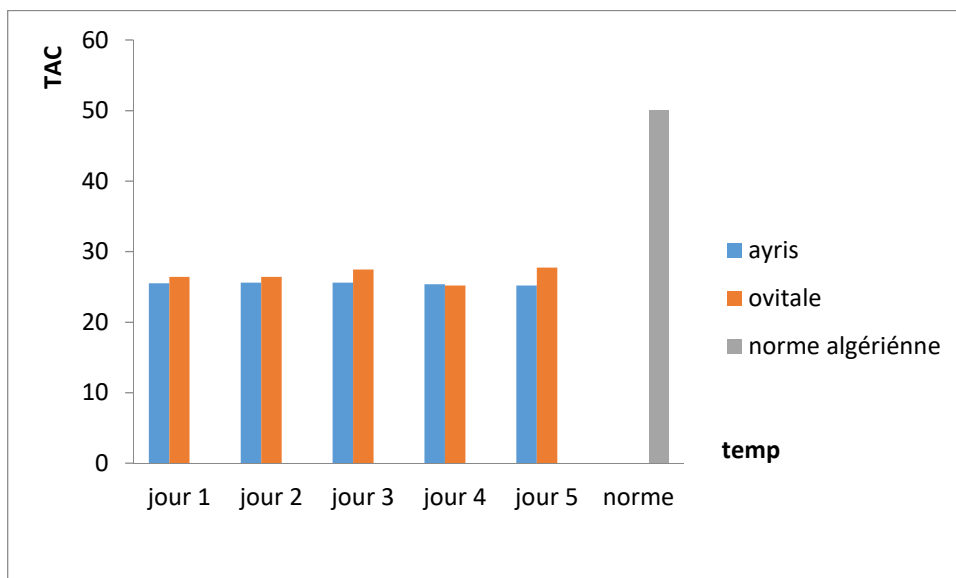


Figure 9 : Histogramme comparatif des teneurs en Tac de l'eau de source Ayris et ovitale

Chapitre III Résultats et Discussion

Les teneurs en TAC de l'eau de source Ayris sont comprises entre 3,5-3,7 (l'unité) par ailleurs celles de l'eau de source Ovitale sont comprises entre 3,14-4,17. On remarque que les Tac des deux eaux sont voisins, avec une légère augmentation pour l'eau ovitale.

III- 2-5- Calcium « Ca^{2+} »

La figure ci-dessous montre les résultats de la teneur en calcium de l'eau Ayris et Ovitale.

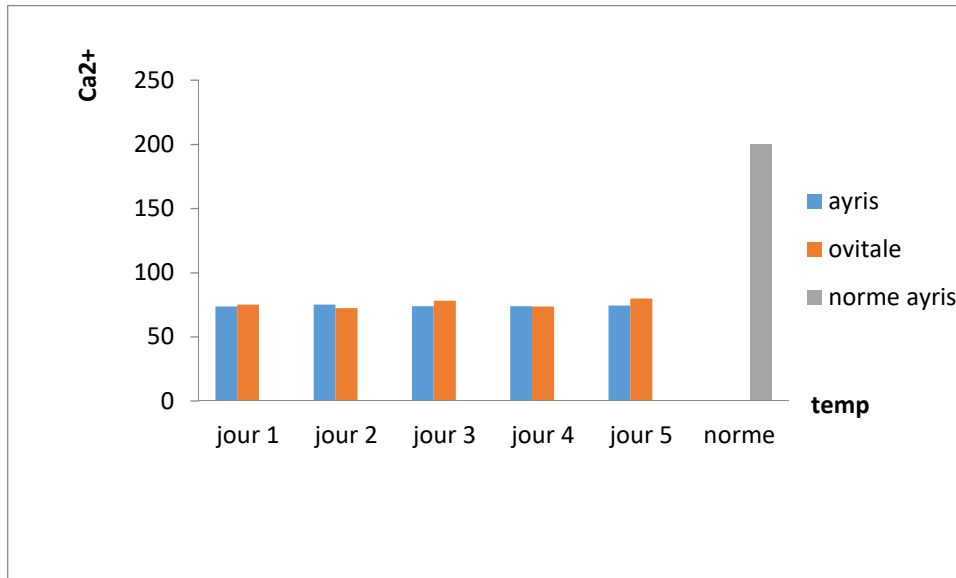


Figure 10: Histogramme comparatif de la teneur en Ca^{2+} de l'eau de source Ayris et ovitale

La teneur en calcium de l'eau Ayris est stable durant les 5 jours d'analyse. Elle varie de 67,3 à 75,2 mg/L. Ainsi, on confirme sa conformité à la norme Algérienne qui est limitée à 200mg/L.

III-2-6- Magnésium

La figure ci-dessous montre la concentration en magnésium et sa norme pour l'eau Ayris et ovitale

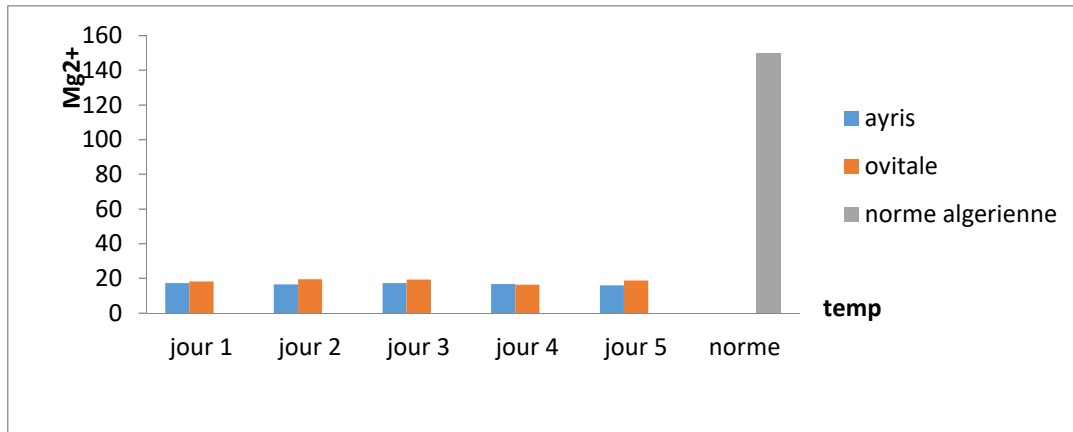


Figure 11: Histogramme comparatif de la teneur en magnésium de l'eau de source Ayris et Ovitale

D'après ces résultats la teneur en magnésium de l'eau Ayris et Ovitale est comprise entre 16,03 et 19,42, cette teneur est légèrement supérieure dans l'eau Ovitale. Les valeurs enregistrées pour les deux eaux sont conformes à la norme Algérienne qui est fixée à 150 mg/L.

III-2-7- Chlorures

La teneur en chlorures de l'eau Ayris est présentée dans la figure 12, elle est comprise entre 55,01 et 58,13 mg/L, par ailleurs celle de l'eau Ovitale elle comprise entre 62,8 et 79,91 mg/L, cette dernière est légèrement supérieure à celle de l'eau Ayris. La présence de chlorure dans l'eau est principalement liée à la nature des terrains traversés et à la dissolution des sels naturels. Les résultats obtenus sont conformes à la norme Algérienne qui est <500 mg/L.

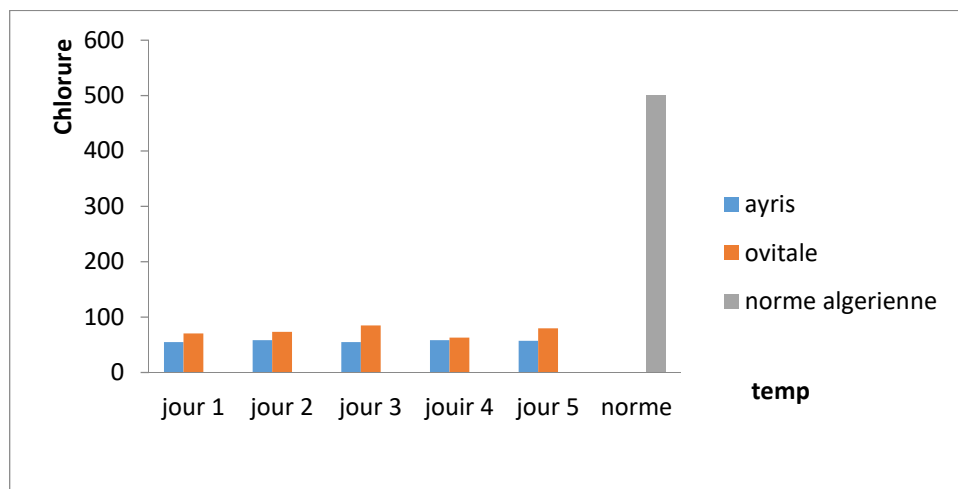


Figure 12: Histogramme comparatif des teneurs en chlorures de l'eau Ayris et Ovitale

III-2-8 Bicarbonate

Les teneurs en bicarbonates de l'eau Ayris sont comprises entre 213,5 et 225,7 mg/L, ces dernières sont 192 et 254,37 mg/L pour l'eau Ovitale (Figure 13). Ces deux eaux peuvent être considérées comme des eaux bicarbonatées, cet élément chimique provient de la dissolution des minéraux.

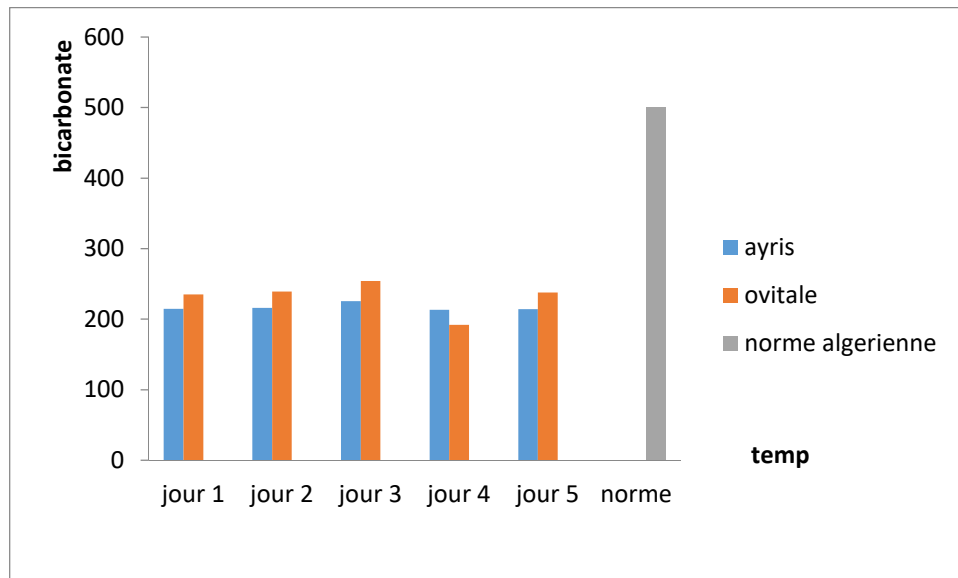


Figure 13 : Histogramme comparatif des teneurs en bicarbonate de l'eau Ayris et Ovitale

III-2-9-Sulfates

La concentration des sulfates dans l'eau analysée et celle de l'eau Ovitale varie entre 58,25 et 66 mg/L, les valeurs notées restent inférieures à la concentration maximale décrétée par les normes et qui est de 400 mg/L.

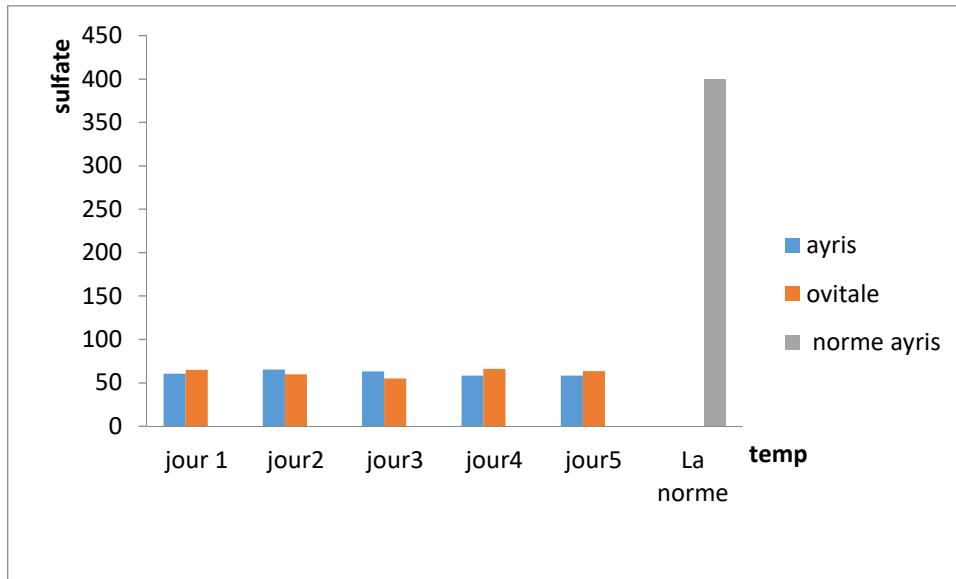


Figure 14: Histogramme comparatif des teneurs en sulfates de l'eau Ayris et Ovitale

III-2-10- Nitrates

Les valeurs des nitrates varient entre 4,50 et 6,13 mg/L (Figure 15), ces valeurs sont inférieures à la valeur maximale exigée qui est 50 mg/L. La concentration en nitrates de l'eau Ovitale est légèrement supérieure à celle obtenue dans la présente étude, mais les deux eaux restent toujours conformes à la norme Algérienne 2017, la présence des nitrates dans l'eau provient de la décomposition des matières organique et minérale.

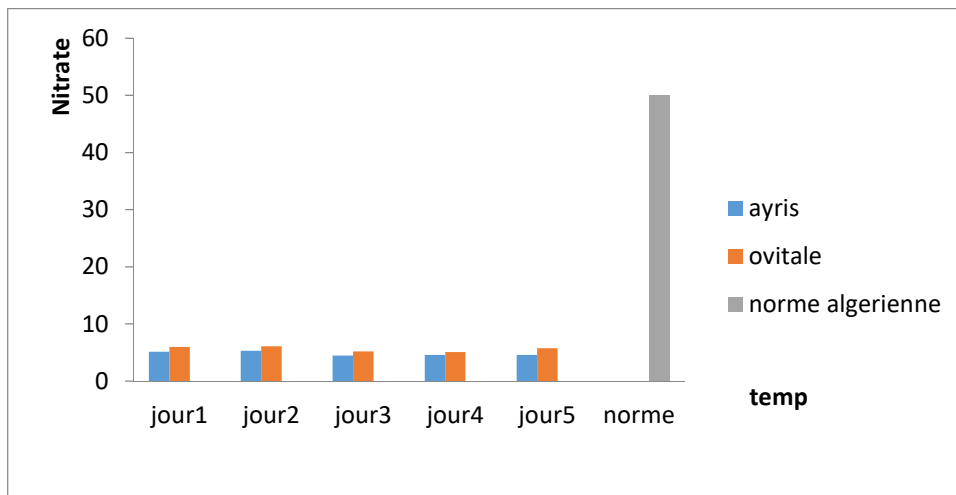


Figure 15 : Histogramme comparatif des teneurs en nitrates de l'eau Ayris et Ovitale

III-2-11- Fer

La concentration en fer des deux eaux est inférieure à 0,05 mg/L (Figure 16), sachant que la norme exige une concentration inférieure à 0,3 mg/L. L'absence ou les faibles teneurs enregistrées indique la pauvreté en fer des terrains traversés.

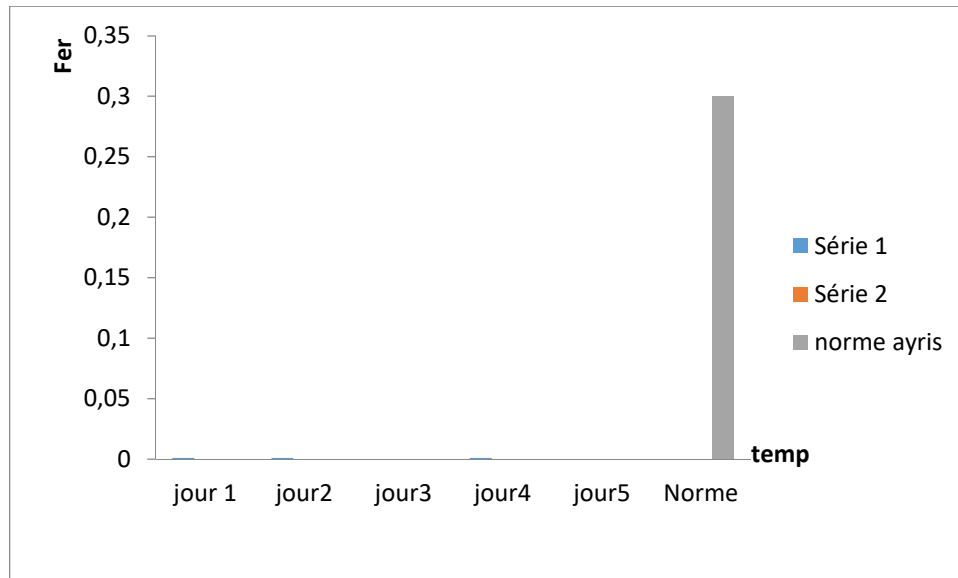


Figure 16: Histogramme des concentrations en fer de l'eau de source Ayris et Ovitale

III-2-12- Ortho phosphate

D'après la figure ci-dessous, la teneur en ortho phosphates de l'eau de source Ayris est inférieure à 0,05 mg/L et celle de Ovitale varie de 0,06 à 0,22cette teneur est conforme à la norme Algérienne<0,03 (JORA,2013).

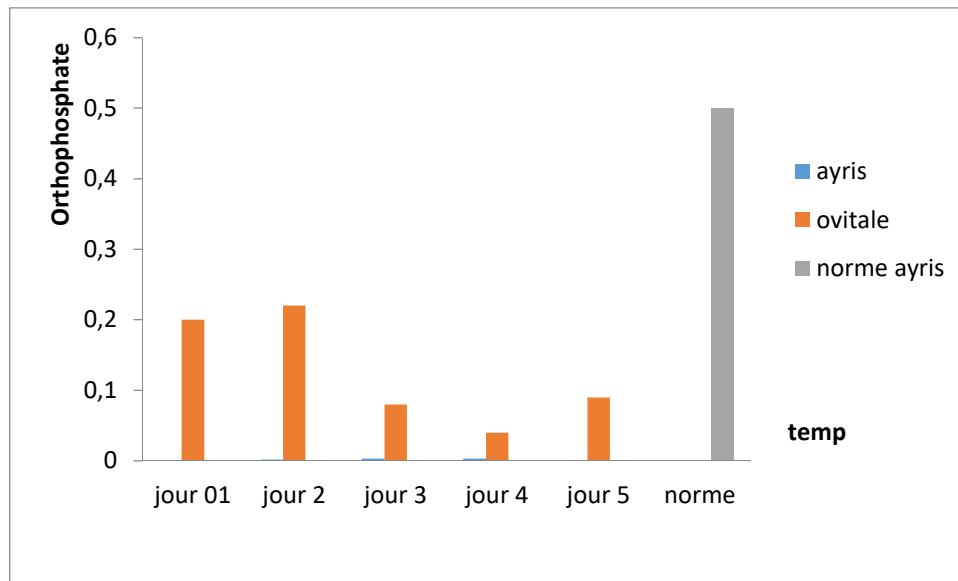


Figure 17 : Histogramme comparatif des teneurs en ortho phosphates de l'eau de Ayris et Ovitalle

III-3- Analyses microbiologiques

Les analyses bactériologiques jouent un rôle important dans la détermination de la qualité de l'eau, elles consistent en la recherche des *Pseudomonas aérogénosa*, Coliformes totaux, des Entérocoques, des *Clostridium sulfitoréducteurs*.

Tableau I : Les résultats de l'analyse microbiologique de l'eau Ayris

Germe	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour5
<i>Escherichia coli</i>	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Entérocoque	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
<i>Clostridium sulfitoréducteur</i>	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS

Chapitre III Résultats et Discussion

Les bactéries du groupe coliformes sont choisies comme des bactéries de référence de contamination fécale. Le principal représentant de ce groupe de bactéries est *Escherichia coli*, une eau bien traitée est convenablement protégée ne doit pas contenir ce germe, sa présence dans l'eau constitue un risque immédiat pour la santé, dans le cas de notre étude nous avons noté une absence totale de ces coliformes.

Les clostridium sulfite réducteur sont aussi des microorganismes de contamination fécale qui sont largement répandus dans l'environnement. Ils sont présents dans les matières fécales humaines et les eaux usées à la différence des coliformes. Dans le cas de notre étude nous avons noté une absence totale de ces microorganismes.

Les streptocoques sont considérés comme indicateur de pollution fécale. Nos résultats montrent une absence totale de ce germe dans l'eau analysée.

Pseudomonas aeruginosa est une bactérie ubiquiste, saprophyte des eaux douces et marines, dans l'air, dans les sols humides ou sur les végétaux. Nous avons constaté une absence totale de cette bactérie dans l'eau analysée.

D'après les résultats obtenus, nous pouvons confirmer que la qualité microbiologique de l'eau de source Ayris est satisfaisante, conformément aux normes Algériennes, elle est dépourvue de toute forme de contamination.

Le stage que nous avons effectué au sein de l'unité SARL NOMADE Ayris, nous a permis d'acquérir des connaissances pratiques sur l'industrie de traitement de l'eau de source, ainsi de mettre en considération la nécessité du respect des conditions d'hygiène et des normes afin de vérifier la stabilité, l'hygiène, et la conformité de cette eau.

Au terme de notre étude nous pouvons conclure, d'après les résultats obtenus, que les paramètres de la qualité organoleptique de l'eau Ayris (couleur, le goût et l'odeur) et physico-chimique (pH, la conductivité, TAC, TH, Ca^{2+} , chlorures, magnésium, fer, nitrates, calcium, les bicarbonates et sulfates) sont conformes aux normes Algériennes.

Concernant la qualité microbiologique, par rapport aux bactéries recherchées (coliformes totaux, clostridium sulfite réducteur, les entérocoques et les *Pseudomonas aeruginosa*) les résultats obtenus sont conformes à la réglementation Algérienne. En effet, l'eau de source Ayris ne contient aucun germe pathogène.

La conformité des résultats aux normes exigées traduit la stabilité des paramètres du processus ainsi que la bonne qualité du produit fini, et ceci dans le but de préserver la santé du consommateur.

Annexe 1

Le milieu TTC (Chapman Agar)

Préparation :

-Suspendre 56,15 g de milieu de base déshydraté (BK 123) dans 1 litre d'eau distillé ou déminéralisée.

-Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution.

-Répartir en flacons, à raison de 100 mL par flacon.

- Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 min.

Milieu	Composition	Quantité en g
TTC	Peptone	10,0 g
	Extrait de viande	5,0 g
	Lactose	6,0 g
	Tergéto 7	20,0 g
	TTC(triphenyl Tetrazolium Chloride : nom anglais du chlorure de Triphényl Tétrazolium)	25 g
	Bleu de bromothymol	50 g
	Agar	13,0g

pH= 7.2

-Le milieu chromocult

✓ Préparation:

-Dissoudre 26,5 g dans 1L d'eau déminéralisée.

-Faire chauffer dans l'eau bouillante

-Agiter légèrement jusqu'à dissolution complète.

-Ne pas autoclave, ne pas surchauffer.

-Refroidir le milieu jusqu'à 45-50°C.

-Verser sur des plaques.

Le milieu	Composition	Quantité en g
CCT	Enzymatic degest of casein	1,0 g
	Yeast extract	2,0 g
	Sodium chloride	5,0 g
	Tergitol	70,15g
	Sodium hydrogène phosphate dehydrate	2,2 g
	Sodium hydrogène phosphate	2,7g
	Tryptophan	1,0 g

-Le milieu Slanetz et bertley : La gélose de Slanetz est un milieu de culture utilisé pour le dénombrement des entérocoques (Norme AFNOR NF I90-416) en microbiologie alimentaire son emploi est surtout réservé aux eaux, après filtration.

Le milieu	Composition	Quantité en g
Slanetz et Bertley	Peptone	20 g
	Azide de sodium	0,4 g
	Glucose	2 g
	TTC (chlorure de 2-3-5 triphényl-tétrazolium)	0,1g

Le milieu BEA:

✓ Préparation

-Suspendre 63,5g de milieu déshydraté (BK158) dans 1 litre d'eau distillée ou déminéralisée.

-Porter logement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution.

-Répartir en tubes ou en flacons

-Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 min.

pH : 6.4

Le milieu	Composition	Quantité en g
BEA	Beef extract	3,0 g
	Peptone	3,0 g
	Esculine	1,0 g
	Oxgall	40,0 g
	Agar	14,0 g

Annexe 2

Etalonnage du conductimètre

Verser suffisamment de solution d'étalonnage dans un bécher en plastique à 25°C

Plonger la sonde de conductivité en vous assurant que les orifices soient immergés,

Tapotez légèrement la sonde pour évacuer les éventuelle bulles d'air.

Réglez le bouton « coefficient de température sur 2% C »

Sélectionner la gamme en fonction de la solution utilisé 1999 µs

Attendez la stabilisation de la lecture puis à l'aide du bouton « calibration » ajustez à la valeur nominale de la solution à 25°C.

Annexe 3

Etalonnage du pH mètre

-) Brancher l'adaptateur au dos de l'appareil
-) Allumer l'instrument par l'interrupteur on/ off au dos
-) Verser de petites quantités de solution d'étalonnage dans des récipients propres
-) Plonger l'électrode et la sonde de température dans la solution tampon de votre choix et agiter doucement

-) Appuyez sur CAL, le symbole clignotera sur l'afficheur jusqu'à stabilisation de la lecture
-) Déstabilisation les symboles « READY » et CFM clignoteront, appuyer sur CFM pour confirmer le 1er point
-) Lorsque le 1er point est confirmé, plongez l'électrode pH dans la 2ème solution tampon et agiter doucement
-) Lorsque la lecture est stable « readi » et « CFM » clignoteront, appuyer sur CFM pour

Résumé

L'eau de source représente une ressource importante pour l'alimentation en eau potable. A cet effet, le présent travail consiste à effectuer des analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau de source Ayris et de comparer les résultats obtenus avec ceux d'une eau de source (Ovitale) de la même région (Akbou, wilaya de Bejaia), ces derniers seront ensuite comparés à la norme Algérienne. Les résultats obtenus pendant la période de notre stage (étalée sur un mois) ont montré que cette eau est conforme aux normes Algériennes, et elle est classée dans la catégorie moyennement minéralisée. Concernant les analyses microbiologiques, les résultats ont révélé l'absence totale des indicateurs de contamination Humaine.

Mots clé : Eau de source Ayris, analyse physico-chimique, analyse microbiologique, normes Algérienne

Abstract

Spring water is an important resource for drinking water supply. To this end, the present work consists in carrying out physico-chemical and microbiological analyzes of Ayris spring water and comparing the results obtained with those of spring water (Ovitale) from the same region (Akbou, Bejaia), then they will be compared to the Algerian standard. The results obtained during the period of our internship (spread over a month) showed that this water complies with Algerian standards, and it is classified in the moderately mineralized category. Regarding the microbiological analyses, the results revealed the total absence of indicators of human contamination.

Key words: Ayris spring water, physico-chemical analysis, microbiological analysis, Algerian standards