

REPUBLIQUE ALGERINNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

Mémoire de fin d'études De MASTER ACADEMIQUE

Spécialité : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Filière : Sciences Alimentaires

Thème

**Etude comparative de l'effet du traitement
magnétique sur l'eau de source et l'eau minérale**

Réalisé par :

CHELLI Bahia et REKIS Fatima

Présidente : M^{me} REMANE Yakout

Maitre de conférences (UMMTO)

Promoteur : M^r AMROUCHE Tahar

Professeur (UMMTO)

Examinatrice : M^{me} CHENAH May

Maitre de conférences (UMMTO)

Examinatrice : M^{me} BOUDAUD Sonia

Maitre de conférences (UMMTO)

ANNEE UNIVERSITAIRE 2022/2023

Remerciements

Nous avons exprimé notre gratitude premièrement à **DIEU**, qui nous a accordé la santé, la patience et le courage nécessaires pour mener à bien ce travail dans les meilleures conditions.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à notre promoteur **M^r AMROUCHE Tahar** professeur au département agronomie pour son soutien précieux et son encadrement tout au long de ce projet. Sa guidance éclairée, ses conseils avisés et son expertise ont bénéficié à la réussite de ce travail ainsi que l'unité de production de l'eau de source **SARL SAEMO SIDI RACHED** et le groupe **CEVITAL LALLA KHEDIDJA** pour leur soutien précieux tout au long de ce projet. La collaboration avec le groupe CEVITAL et SARL SAEMO a été une source d'inspiration et une opportunité exceptionnelle pour mettre en pratique nos connaissances et compétences. Nous sommes reconnaissantes de leur confiance en notre équipe et de leur engagement envers notre réussite. Leur soutien financier, logistique et stratégique a été d'une importance capitale pour mener ce projet à bien.

Merci d'avance aux membres du jury pour leur participation et leur évaluation bienveillante de notre travail :

- Le prétendant de jury : **M^{me} REMANE BENMALLEM Yakout**
- Examinatrices : **M^{me} CHENAH May & M^{me} BOUDAUD Sonia**

Nous avons exprimé notre gratitude envers le président-directeur général de SAKORA Groupe, **M^r BELLAID Saïd**, pour sa généreuse contribution consistante en plusieurs appareils d'hydro-magnétiseur offerts à notre université. Nous sommes reconnaissants de l'opportunité qui nous est ainsi donnée d'utiliser ces appareils et d'approfondir notre compréhension de leur fonctionnement.

Nous ne saurons finir sans remercier tous les enseignants (es) du Département des sciences biologiques et sciences agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou qui ont contribué à notre formation.

Enfin nous remercierons tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce projet de fin d'étude et leur exprimer notre gratitude pour l'intérêt et le soutien qu'ils nous ont généreusement apporté.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

*Mes chers parents, qui m'ont donné la vie, **Maman** qui a été toujours là pour moi, qui m'a encouragé tout au long de mes études.*

*À **mon papa** adoré, ton départ a créé un vide immense dans ma vie, mais je garde précieusement les moments heureux passés ensemble. Tu seras toujours mon héros. Repose en paix cher papa*

*A **mon grand-père maternel**, tu restes à jamais gravé dans nos cœurs et ta présence nous manquera terriblement. Repose en paix, cher grand-père, et sache que ton amour a permis de briller dans nos vies.*

*Ma chère sœur **TOUNSIA***

*Mes frères **MOH-SAID** et **SADDI***

*A mon cher **SMAIL***

A mes amis et tous ceux qui me sont chères

*A **FATIMA** mon amie et binôme nous avons vécu une aventure incroyable ensemble.*

A toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ce travail

BAHLA

Dédicaces

Je dédie ce projet :

*A mon cher **grand-père paternel Salem***

*A ma chère **grand-mère paternelle Malha***

Qui n'ont jamais cessé de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

*A mes oncles et tantes **Saïd, Amer, Arezki, Yamina et Djamila***

Mes mentors et mes soutiens inconditionnels. Votre amour et vos encouragements ont été essentiels pour ma réussite. Merci du fond du cœur.

*A mon cher mari **Nassim***

Mon meilleur ami, mon compagnon de vie et mon soutien inconditionnel. À travers les hauts et les bas, tu as toujours été là pour moi, apportant amour, réconfort et stabilité.

*A mes beaux-parents **Rachid et Ourida***

Votre sagesse et vos conseils précieux ont été un soutien inestimable. Je suis honoré(e) de faire partie de votre famille et apprendre de vous.

*A mon binôme et amie **Bahia***

Qui a su allier travail acharné et complicité.

A mes amies

Nedjma et Dihia

Pour leur soutien inestimable et leur amitié indéfectible

FATIMA

Liste des abréviations

°F : Degré Français.

$\mu\text{S/cm}$: Microsiemens/Centimètre.

μm : Micromètre.

CE : Conductivité Electrique.

CSR : Clostridium Sulfito-Réducteurs.

EDTA : Acide Ethylène Diamine Tétra-Acétique.

G : Unité Gauss.

GN : Gaz Naturel.

ISO : Organisation Internationale de Standardisation.

K : Unité Kelvin.

MES : Matières en Suspension.

N : Normalité.

Net : Noir ériochrome T.

NTU : Unité Néphélométrie de Turbidité.

OI : Osmose Inverse.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

PET : Poly Téréphtalate d'Ethylène

pH : Potentiel Hydrogène.

Ppm : Partie Par Million.

RMN : Résonance Magnétique Nucléaire.

SPA : Société Par Action.

T : Unité Tesla.

TA : Titre Alcalimétrique Simple.

TAC : Titre Alcalimétrique Complet.

TH_t : Titre Hydrométrique Total.

TH_{Ca} : Titre Hydrométrique Calcique.

TH_{Mg} : Titre Hydrométrique Magnésique.

UFC : Unité Format Colon.

Liste des figures

Figure 1. La molécule de l'eau (Benoît, 2021).....	3
Figure 2. L'importance de l'eau dans la vie du vivant (Anonyme1,2021).....	13
Figure 3. Schéma type d'une station de traitement d'eau (Anonyme 2, 2021)	14
Figure 4. Schéma d'un décanteur industriel (Amrouche, 2010).....	15
Figure 5. Principe de coagulation/ floculation (Maref, 2019)	17
Figure 6. Schéma indiquant la direction d'écoulement d'eau au cours du traitement par un champ magnétique (Maref, 2019)	18
Figure 7. Principe d'anticalcaire avec l'effet d'un champ magnétique (Elyotherm, 2009)	20
Figure 8. L'installation du magnétiseur au niveau de l'unité LALLA KHEDIDJA.....	33
Figure 9. L'installation du magnétiseur au niveau de l'unité SAEMO SIDI RACHED.	34
Figure 10. Mesure de pH et Température.....	35
Figure 11. Détermination de C.E	35
Figure 12. Détermination de la turbidité	36
Figure 13. Détermination de la dureté.....	36
Figure 14. Détermination de l'alcalinité.....	37
Figure 15. Dosage de calcium.....	37
Figure 16. Diagramme de résultats d'analyse du magnésium et calcium avant et après la magnétisation dans l'eau de source Sidi Rached	38
Figure 17. Diagramme de résultats d'analyse du calcium et magnésium avant et après la magnétisation dans l'eau minérale lalla khedidja.	39
Figure 18. Diagramme des mesures de la dureté et de TAC issues de l'eau SIDI Rached avant et après la magnétisation.	40
Figure 19. Diagramme des mesures de TH et TAC issues de l'eau LALLA KHEDIDJA avant et après la magnétisation.	40

Liste des tableaux

Tableau 1. La classification des eaux selon le pH.....	5
Tableau 2. Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique	6
Tableau 3. Classes de turbidité de l'eau	6
Tableau 4. Classification des catégories de dureté de l'eau.	7
Tableau 5. La composition de l'eau SIDI RACHED en mg/l.....	23
Tableau 6. La composition de l'eau Lalla Khedidja en mg/l.....	25
Tableau 7. Résultats d'analyse des paramètres électrochimiques de l'eau de source SIDI Rached.....	41
Tableau 8. Résultats des analyses électrochimiques de l'eau minérale LALLA KHEDIDJA.	42

Glossaire

Aragonite : variété de carbonate de calcium CaCO_3 , orthorhombique, que l'on trouve dans des roches métamorphiques carbonatées.

Calcite : la calcite fait référence au carbonate de calcium cristallisé, principal constituant de roches sédimentaires telles que le marbre, le calcaire.

Entartrage : c'est le dépôt de tartre sur un objet ou à l'intérieur d'une canalisation.

Magnétisation : la magnétisation peut désigner à la fois l'action d'aimanter quelque chose ou l'état d'un sujet aimanté. Ainsi deux objets qui ne peuvent être réunis car séparés par une force aimantée se trouvent dans une situation de magnétisation.

Vatérite : minéral composé de carbonate de calcium CaCO_3 , c'est donc un polymorphe de la calcite et de l'aragonite.

Table des matières

Introduction générale	1
Partie bibliographique	3
Chapitre I : Eau et son importance.....	3
1. Définition de l'eau	3
2. Propriétés de l'eau	3
2.1. Propriétés organoleptiques.....	4
2.2. Propriétés physicochimiques	4
2.3. Qualité microbiologique de l'eau.....	8
3. Différents types d'eaux	10
4. Importance de l'eau	11
Chapitre II : Traitement de l'eau.....	14
1. Eau traitée.....	14
2. Objectif du traitement	14
3. Techniques de traitement de l'eau	15
3.1. Techniques physiques du traitement de l'eau	15
3.2. Techniques chimiques du traitement de l'eau.....	16
3.3. Techniques physico-chimiques	17
□ Coagulation / Flocculation	17
Chapitres III : Magnétisation de l'eau : Technique innovante	18
1. Magnétisation de l'eau	18
2. Mode d'emploi	19
3. Effet anticalcaire magnétique sur l'eau de process	19
3.1. Eau de process.....	19
4. Avantages de la technologie.....	20
5. Domaines d'application	21
Chapitre IV : Présentation des unités de production de l'eau embouteillée	24
Partie expérimentale.....	23
Chapitre IV. Présentation des unités de production de l'eau embouteillée	23
1. Sarl SAEMO	23
2. CeVital LALLA KHEDIDJA	24
Chapitre V : processus de production de l'eau embouteillée.....	26

1. Traitement de l'eau	26
2. Soufflage des préformes	26
3.Mise en bouteille	27
4. Etiquetage et datation	27
5.Mise en fardeau.....	27
6.Mise en palette	27
Chapitre VI. Matériel et méthodes.....	28
1. Matériel.....	28
2. Méthodes d'analyses selon la norme européenne ISO N° 6058.....	28
Chapitre VII : Mise en place du système magnétique	33
1.Installation du magnétiseur.....	33
2. Prélèvement des échantillons.....	34
3.Analyses physicochimiques des échantillons :	35
Chapitre VIII : Résultats et discussion	38
CONCLUSION.....	43
Références bibliographiques.....	44
Résumé	48

Introduction générale

Introduction générale

L'eau joue un rôle fondamental dans la vie et les activités humaines, étant une composante essentielle du monde minéral que du monde organique. Elle est impliquée dans toutes les tâches quotidiennes, qu'elles soient domestiques, industrielles ou agricoles. Une bonne gestion et un contrôle régulier de la qualité de l'eau est nécessaire, pour éviter tout risque sanitaire.

Il est essentiel que l'eau présente des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de bonne qualité afin d'être acceptée et consommée en toute sécurité. Cela permet de protéger à la fois la santé du consommateur et l'intégrité du réseau de distribution. Par conséquent, avant d'être distribuée, l'eau doit être soumise à un processus de traitement.

Au cours des dernières décennies, de nombreuses avancées technologiques ont permis le développement de nouvelles méthodes de traitement des eaux. Plusieurs types de procédés se sont révélés particulièrement efficaces et bénéfiques. A titre d'exemple la magnétisation

La magnétisation est une technologie récente utilisée dans le traitement de l'eau. Elle consiste à soumettre l'eau à un champ magnétique créé par des aimants, ce qui lui confère les propriétés dite "eau magnétisée" ou "eau aimantée". L'action combinée des aimants et du champ magnétique terrestre modifie l'assemblage moléculaire de l'eau, lui procurant une meilleure énergie, vitalité et pureté.

Cette technologie est utilisée dans divers domaines liés à l'eau, tels que le traitement de l'eau potable, l'agriculture, l'aquaculture et d'autres applications industrielles. Dans le traitement de l'eau potable, la magnétisation est souvent présentée comme une méthode alternative pour améliorer la qualité de l'eau. On prétend qu'elle peut aider à réduire les dépôts de calcaire, améliorer le goût de l'eau, favoriser l'hydratation et stimuler la croissance des plantes.

Dans notre approche, nous examinerons l'effet de la magnétisation sur deux types d'eau. Nous analyserons les modifications physico-chimiques qui se produisent, lors du traitement. Cela nous permettra d'évaluer l'influence de la magnétisation sur les caractéristiques et comportement de l'eau et de comparer les résultats obtenus.

Le travail est concentré sur les différentes utilisations de cette technologie, son efficacité et les avantages qu'elle offre par rapport aux autres méthodes récentes du traitement de l'eau de process.

Notre démarche se résume en deux parties :

La première partie consiste à étudier les caractéristiques des eaux et les techniques de traitement couramment utilisées. Nous examinons également une nouvelle technologie innovante appelée magnétisation pour le traitement des eaux. Cette méthode est prometteuse et innovante, et elle vise à améliorer la qualité de l'eau.

Introduction générale

Dans la deuxième partie expérimentale, nous présenterons les résultats de notre expérience et les analyserons. Nous étudierons les changements physico-chimiques observés dans les échantillons d'eau soumis à la magnétisation et évaluerons les éventuels avantages ou améliorations apportés par cette technique. Nous discuterons également des implications et des limites éventuelles de nos résultats

En conclusion, nous apporterons une synthèse générale mettant en évidence les principaux résultats qui ressortent de nos travaux réalisés.

Partie bibliographique

Chapitre I : Eau et son importance

Partie bibliographique

Chapitre I : Eau et son importance

1. Définition de l'eau

L'eau est l'élément vital pour la vie, c'est la boisson naturelle par excellence. C'est un liquide, inodore, incolore, sans goût, transparent et de pH neutre (Perry, 1984). Un solvant essentiel présent dans la plupart des organismes vivants est largement reconnue pour son excellence (Bernard, 2007). Dans la nature, elle se présente sous trois états différents : liquide (comme les rivières et les fleuves), gazeux (sous forme de vapeur d'eau) et solide (comme la glace et la neige). Résultante de la combinaison d'une molécule d'oxygène et deux molécules d'hydrogène (Figure 01) et qui peut dissimuler un certain nombre de corps (Kettab, 1992).



Figure 1. La molécule de l'eau (Benoît, 2021)

2. Propriétés de l'eau

La qualité de l'eau est un élément essentiel qui a un impact sur de nombreux aspects liés au bien-être des écosystèmes et de l'humanité. Elle influence la santé des communautés, la production alimentaire, les activités économiques, l'état de santé des écosystèmes et la diversité des espèces vivantes. La qualité de l'eau est évaluée en fonction de l'utilisation finale souhaitée. Par conséquent, des niveaux de pureté plus élevés sont requis pour l'eau utilisée dans les loisirs, la pêche, la consommation humaine et l'habitat des organismes aquatiques, tandis que les normes de qualité sont moins contraignantes pour l'eau utilisée dans la production d'énergie hydraulique. Ainsi, la définition courante de la qualité de l'eau englobe les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques qui sont nécessaires pour les utilisations prévues (Christophe, 2022).

2.1. Propriétés organoleptiques**2.1.1. La coloration**

La présence de substances colorées dans l'eau est principalement causée par la décomposition des matières végétales, les algues, les substances minérales telles que le fer et le manganèse, ainsi que les rejets industriels tels que les teintures. Une coloration de l'eau est considérée comme indésirable car elle soulève généralement des doutes quant à la potabilité de l'eau. Afin de rendre l'eau agréable à boire, il est nécessaire d'éliminer cette coloration (Degremont, 1989).

2.1.2. L'odeur

Si une eau destinée à la consommation présente une odeur, cela indique la présence de polluants ou de matières organiques en décomposition. En d'autres termes, la présence d'une odeur dans l'eau destinée à la consommation est un signe de contamination ou de la présence de substances organiques en dégradation (Rodier et *al.*, 2009).

2.1.3. La saveur

Selon Rodier (2005) la saveur d'une eau est le résultat de divers facteurs qui interagissent ensemble.

La saveur est l'ensemble des sensations perçues lorsque des substances solubles stimulent les bourgeons gustatifs. La minéralisation de l'eau, c'est-à-dire la présence de sels minéraux, contribue à donner des goûts spécifiques à l'eau. De plus, les matières organiques dissoutes provenant de la décomposition des matières végétales et des résidus agricoles, ainsi que les métabolites produits par certains micro-organismes vivants dans l'eau (Rejsek, 2002).

2.2. Propriétés physicochimiques**2.2.1. Température**

La température (T) est un facteur important dans la vie aquatique. Un changement de la température affecte les diverses propriétés de l'eau. Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et des gaz. Elle influe sur la solubilité de l'oxygène dans l'eau. La température a une influence aussi sur le pouvoir auto-épurateur des cours d'eaux (Degremont, 2005).

En rapport avec les normes de potabilité de l'eau fixées par l'OMS, l'eau est : excellente lorsque la température varie entre 20 et 22°C ; passable lorsque la température oscille dans l'intervalle de 22 à 25°C ; médiocre lorsqu'elle est comprise entre 25 et 30°C (Kahoul & Touhami, 2014).

2.2.2. Potentiel hydrogène (pH)

Il mesure la valeur de dissociation en ions des acides et des bases (produits alcalins) en solution dans l'eau (Grasclaud, 1999).

L'échelle du pH s'étend généralement de 0 à 14 en pratique. Une valeur de pH de 0 correspond à une solution très acide, tandis qu'une valeur de pH de 14 correspond à une solution très alcaline. La valeur médiane de 7 sur l'échelle du pH est considérée comme neutre à 25°C (Rodier, 1984).

Tableau 1. La classification des eaux selon le pH

pH<5	Acidité forte : présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH=7	pH neutre
7<pH<8	Neutralité approchée : majorité des eaux de surface
5.5<pH<8	Majorité des eaux souterraines
pH=8	Alcalinité forte : évaporation intense

(Rodier, 1984)

2.2.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique, exprimée en $\mu\text{S}/\text{cm}$, est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (Metahri, 2012).

La conductivité d'une solution dépend de plusieurs facteurs, tels que la concentration et la nature des ions présents, la température et la viscosité de la solution. Pour une eau naturelle, la conductivité se situe généralement dans la plage de 50 à 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Rodier, 2005).

La mesure de la conductivité offre une évaluation de la minéralisation totale de l'eau et permet de surveiller son évolution. Le tableau (2) présente la corrélation entre la conductivité et le niveau de minéralisation des eaux naturelles (Rodier et al., 2009).

Tableau 2. Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique

Conductivité électrique	Taux de minéralisation
CE<100µs/cm	Minéralisation très faible
100<CE<200µs/cm	Minéralisation faible
200<CE<333µs/cm	Minéralisation moyenne
333<CE<666µs/cm	Minéralisation moyenne accentuée
666<CE<1000µs/cm	Minéralisation importante
CE>1000µs/cm	Minéralisation élevée

(Rodier et al., 2009)

2.2.4. Turbidité

La turbidité de l'eau est causée par la présence de matières en suspension, ce qui lui donne un aspect trouble (tableau3). En d'autres termes, il s'agit de la diminution de la transparence d'un liquide due à la présence de particules non dissoutes. Ces particules en suspension peuvent être des argiles, des limons, des grains de silice et des micro-organismes.

Dans le but de garantir la sécurité des consommateurs, l'eau destinée à la consommation doit présenter une turbidité inférieure à 5 NTU (Rodier et al., 2009).

Tableau 3. Classes de turbidité de l'eau

NTU<5	Eau claire
5<NTU<30	Eau légèrement trouble
NTU>30	Eau trouble

(Rodier et al, 2009)

2.2.5. Dureté

La dureté ou le titre hydrotimétrique d'une eau est la mesure de la concentration totale des cations métalliques présents, à l'exception des métaux alcalins et de l'ion hydrogène (Rodier et *al.*, 2009).

La dureté totale d'une eau est causée par la présence des sels de calcium et de magnésium qu'elle contient. Il existe deux types de dureté :

- La dureté carbonatée, qui est due à la présence de carbonates et de bicarbonates de calcium et de magnésium.
- La dureté non carbonatée, qui est causée par les autres sels (sulfates et chlorures de calcium et de magnésium).

La mesure de la dureté s'exprime en titre hydrotimétrique, en degrés français (°F). Un degré français correspond à 10 milligrammes de carbonate de calcium dans un litre d'eau (Beauchamp, 2006)

Selon Rejsek (2002) le caractère de dureté de l'eau peut être déterminé en se basant sur la valeur du titre hydrotimétrique (THt).

Tableau 4. Classification des catégories de dureté de l'eau.

Valeur THt	Catégorie de l'eau
Entre 0 et 10°F	Eau douce
Entre 10 et 20 °F	Eau moyennement douce
Entre 20 et 30 °F	Eau dure
Supérieur à 30°F	Eau très dure

(Rejsek, 2002)

2.2.6. Alcalinité

Selon Nicole (2016) l'alcalinité dans l'eau est due principalement à la présence d'ions carbonate de formule CO_3^{2-} et d'ions hydrogénocarbonate (appelés très souvent ion bicarbonate) de formule HCO_3^- .

L'alcalinité d'une eau est causée par la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité est principalement due à la présence d'hydrogénocarbonates HCO_3^- de carbonates CO_3^{2-} et d'hydroxyde OH^- (Rodier et *al.*, 2009).

La norme ISO 9963 (1994) définit différents types d'alcalinité :

- Titre Alcalimétrique Complet (TAC) : correspondant à l'alcalinité totale au pH de 4,5, ce qui revient à déterminer les ions HCO_3^- , CO_3^{2-} , OH^- .
- Titre Alcalimétrique simple (TA) : elle correspond à l'alcalinité entraînée par les ions OH^- à la moitié des ions CO_3^{2-} . Cette alcalinité est nulle pour une eau dont le pH est inférieur ou égale à 8,3

2.3. Qualité microbiologique de l'eau

La qualité de l'eau de consommation doit être garantie en termes d'absence de microorganismes pathogènes et de toute bactérie indiquant une contamination par des excréments. Le paramètre bactérien principal recommandé pour surveiller la contamination d'origine humaine est représentée par la totalité des micro-organismes appartenant au groupe des coliformes (Lounnas, 2009).

2.3.1. Les principaux germes recherchés dans l'eau

➤ Coliformes

Le terme « Coliforme » englobe diverses souches bactériennes faisant partie de la famille de Enterobacteriaceae (Rodier, 2005).

Selon la définition adoptée par l'Organisation internationale de standardisation (ISO) le terme « Coliformes » correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogènes, à Gram négatif, oxydase négatif, facultativement anaérobies, capables de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance et capables de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37 °C (Rodier et al, 2009).

Quant à l'expression "*Escherichia coli* présumé", elle est utilisée pour désigner les coliformes thermotolérants qui produisent de l'indole à 44°C en utilisant le tryptophane comme substrat. La production d'indole est une propriété spécifique à *Escherichia coli* et permet de présumer la présence de cette bactérie en se basant sur les caractéristiques des coliformes thermotolérants (Haslay & Leclerc 1993).

➤ **Streptocoques fécaux**

Les Streptocoques fécaux sont considérés en général comme des indicateurs de pollution fécale. Ils sont des bactéries Gram positive, qui se regroupent en chaînettes, ont la capacité de survivre en milieu anaérobie à 44°C et sont immobiles (Bourgrois & Leveau, 1991).

Selon le centre d'expertise et d'analyse environnementale du Québec (2005): Les streptocoques fécaux se reproduisent peu fréquemment dans l'eau.

➤ **Clostridium sulfito-réducteur**

Selon la Norme Afnor (1986): les Clostridium sulfito-réducteurs (CSR) sont des bactéries à Gram positif qui se développent à une température de $36 \pm 2^\circ\text{C}$ en 24 à 48 heures sur des milieux gélosés tels que la gélose Tryptose Sulfite Cyclosérine ou la gélose Viande Foie. Lors de leur croissance, ces bactéries forment des colonies caractéristiques de couleur blanche accompagnées d'une auréole noire. Cette auréole noire est due à la réduction du sulfite de sodium Na_2SO_3 présent dans le milieu, qui se transforme en sulfure. En présence de Fe^{2+} , le sulfure réagit pour former du FeS de couleur noire. Les CSR sont souvent considérés comme des indicateurs de pollution fécale.

La forme sporulée, beaucoup plus résistante que les formes végétatives des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux, permet de détecter une ancienne contamination fécale (Rodier et *al.*, 2009).

➤ **Salmonelles**

Les différentes souches de Salmonella sont des bactéries à Gram négatif, flagellées et anaérobies facultatives. Elles se distinguent par la présence des antigènes O, H et Vi. Après avoir été ingérées dans les aliments, les souches pathogènes de Salmonella ont la capacité de survivre à l'environnement acide de l'estomac. Elles pénètrent ensuite la muqueuse de l'intestin grêle et du gros intestin, où elles provoquent des infections. Au cours de cette invasion, les salmonelles produisent des toxines nuisibles. La salmonellose, est une maladie due par la bactérie Salmonella. Elle se manifeste principalement sous forme de gastro-entérites, qui se caractérisent par des symptômes tels que des crampes abdominales et de la fièvre (Giannella, 1996).

➤ **Germes aérobies revivifiables**

Les germes mésophiles, également appelés germes aérobies revivifiables, sont un groupe de micro-organismes comprenant des bactéries aérobies, des levures et des moisissures. Ils sont capables de former des colonies dans un milieu de culture gélosé.

Selon Sabrina & Wahiba (2019) On distingue généralement deux catégories de germes mésophiles :

1. Les micro-organismes se développent à 22°C :

Ce sont des saprophytes, ce qui signifie qu'ils se nourrissent de matière organique morte. Ils sont naturellement présents dans l'eau et leur présence est courante et attendue. Ils peuvent provenir de diverses sources, telles que le sol, la végétation environnante ou d'autres matières organiques en décomposition.

2. Les micro-organismes se développent à 37°C :

Ceux-ci se révèlent généralement de l'Homme ou des animaux à sang chaud. Il est important de noter que leur présence ne signifie pas nécessairement qu'ils sont pathogènes. Cependant, leur présence indique une contamination fécale de l'eau, ce qui peut potentiellement entraîner la présence d'autres micro-organismes pathogènes d'origine fécale. Par conséquent, leur détection dans l'eau peut être utilisée comme un indicateur de la qualité microbiologique de l'eau et peut nécessiter une investigation plus approfondie pour évaluer les risques potentiels pour la santé.

➤ Vibriion cholérique

Le vibriion cholérique est un membre de la famille des Vibrionaceae. Ces bactéries sont présentes dans l'environnement fécal. On peut identifier deux variantes responsables du choléra, à savoir le vibriion cholerae et le vibriion cholerae el Tor (Rodier, 2005).

3. Différents types d'eaux**3.1. Eaux conventionnelles****➤ Eaux superficielles**

Ces masses d'eau bien définies, qu'elles soient solides ou liquides, peuvent être stationnaires ou en mouvement. Elles sont en contact direct avec le sol d'un côté et avec l'atmosphère de l'autre côté. Elles entraînent des précipitations et comprennent les eaux de ruisseaux, les rivières, les fleuves, les étangs, les lacs, les réservoirs formés par les barrages et les glaces (Vilagines, 2010).

➤ Eaux souterraines

Les eaux souterraines se forment lorsque les eaux de pluie s'infiltrent dans le sol en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Ces infiltrations se produisent de manière naturelle et continue. Les eaux souterraines sont généralement de très bonne qualité du point de vue physique, chimique et bactériologique (Cardot, 1999). Les eaux souterraines sont souvent de qualité suffisamment élevée pour être consommées sans nécessiter de traitement supplémentaire.

3.2. Eaux non conventionnelles

➤ Eaux de mer

Les eaux de mer sont des sources d'eau brute qu'on n'utilise lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Les eaux de mer sont caractérisées par leur concentration en sels dissous, il s'agit de la salinité qui varie de 33000 à 73000 mg/l (Desjardins , 1997)

Le dessalement de l'eau de mer est devenu une option de plus en plus courante dans les régions où l'eau douce est rare ou incapable de répondre aux besoins croissants de la population.

➤ Eaux usées

Se composent généralement d'un mélange de substances polluantes qui sont dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels (Grasclaud, 1999).

Selon Rodier (2005) les eaux usées traitées peuvent être classées en tant qu'eaux d'origine urbaine, comprenant les eaux domestiques provenant des activités telles que le lavage du corps, du linge, des locaux et de la cuisine, ainsi que les eaux vannes contenant des matières fécales et de l'urine. Ces effluents peuvent être plus ou moins dilués par les eaux de lavage des routes et les eaux de pluie. Selon les circonstances, des eaux d'origine industrielle et agricole peuvent également s'ajouter à cette masse d'effluents.

3.3. Eau potable

L'eau potable est définie comme une eau dont la consommation ne présente aucun danger pour la santé. Pour qu'une eau soit qualifiée de potable, elle doit respecter des normes concernant ses caractéristiques sensorielles, physico-chimiques, microbiologiques, ainsi que la présence de substances indésirables et toxiques. Des valeurs limites sont établies pour chaque paramètre, qui ne doit pas être dépassées. Bien qu'une eau potable puisse contenir des agents pathogènes, leur concentration est considérée comme insuffisante pour provoquer une maladie (OMS, 2008).

4. Importance de l'eau

L'eau est essentielle à la santé humaine, à la survie de tous les êtres vivants et au bon fonctionnement des écosystèmes et de la planète dans son ensemble.

Les premières civilisations humaines ont commencé près des rivières et l'eau a joué un rôle crucial dans l'histoire humaine (Blandine, 2022).

4.1. Importance de l'eau pour l'homme

Selon Blandine (2022) L'eau est essentielle pour tout être humain. Cet élément fait partie de ceux qui sont nécessaires au fonctionnement normal de notre organisme. En effet, elle est absolument indispensable à la survie des cellules du corps humain.

Comme si cela ne suffisait pas, l'importance de l'eau pour les êtres humains ne se limite pas à une raison de survie totale, mais couvre également une multitude d'aspects de la vie. En voici quelques-unes :

- Elle est essentielle pour l'élevage du bétail.
- Indispensable pour l'agriculture.
- Elle est utilisée pour maintenir notre hygiène.
- Elle a été un élément de transport, que ce soit par voie fluviale ou maritime.
- C'est une source d'énergie.

L'eau est l'un des composés les plus abondants dans notre organisme ; en fait, on estime qu'environ 60 % de notre masse est constituée d'eau, présente aussi bien dans les fluides que dans les tissus et les cellules. L'eau a plusieurs fonctions dans notre corps : d'une part, elle agit comme un solvant, et d'autre part, elle transporte les vitamines et autres nutriments. Elle est par ailleurs utilisée par notre corps pour réguler notre température corporelle et ainsi se débarrasser de toutes les toxines présentes.

4.2. Importance de l'eau pour la plante

L'eau est essentielle pour que la plante puisse capter du gaz carbonique (CO₂) pour le transformer en oxygène que nous respirons : ce que l'on appelle la photosynthèse. D'autre part, cette eau transporte des éléments minéraux dissous (azote, phosphore, potassium, absorbés au niveau du sol) essentiels pour le bon fonctionnement de la feuille. Cependant, cette eau ne représente qu'une part quasi négligeable de toute celle absorbée par la plante. Plus de 98 % de l'eau s'évapore au niveau des feuilles pour refroidir la température de la plante : on parle de transpiration. Le principal rôle de la transpiration est de réguler la température pour éviter que la plante ne grille (Tela, 2020).

L'eau est indispensable dans divers domaines tels que l'agriculture, l'industrie et les transports. Elle joue un rôle crucial dans la régulation du climat et le maintien des écosystèmes. De plus, elle est essentielle à la survie des plantes et des animaux. Sans elle, toute forme de vie serait condamnée à disparaître (figure2).



Figure 2. L'importance de l'eau dans la vie du vivant (Anonyme1,2021)

Chapitre II : Traitement de l'eau

Chapitre II : Traitement de l'eau

1. Eau traitée

En général, l'eau prélevée dans la nature n'est pas directement appropriée à la consommation. Elle contient souvent des particules de sable, de limon, des débris de matières organiques ou minérales, ainsi que des substances colorantes dissoutes.

Afin de rendre l'eau potable, divers traitements sont appliqués, qui peuvent varier en fonction de l'origine et de la qualité de l'eau. Ces traitements visent à éliminer progressivement les impuretés contenues dans l'eau, y compris les organismes microscopiques tels que les virus et les microbes (Maref, 2019). Les étapes de ces procédés peuvent être résumées dans la figure ci-dessous.

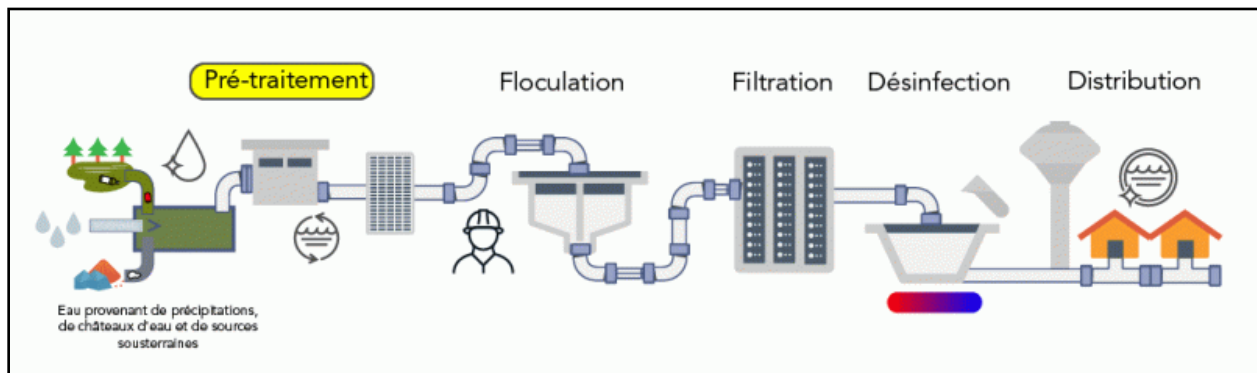


Figure 3. Schéma type d'une station de traitement d'eau (Anonyme 2, 2021)

2. Objectif du traitement

Les objectifs du traitement des eaux peuvent être définis de manière triple selon Sabrina & Wahiba (2019) :

- ✓ Assurer la qualité sanitaire : La préservation de la santé publique nécessite que l'eau distribuée aux consommateurs ne contient ni substances toxiques d'origine organique ou minérale, ni organismes pathogènes. Par conséquent, l'eau doit répondre aux normes en vigueur en termes de composition physique, chimique et bactériologique.
- ✓ Garantir la qualité organoleptique : L'eau destinée à la consommation doit être agréable à boire. Cela signifie qu'elle doit être perçue favorablement par les sens humains, notamment en ce qui concerne sa couleur, son odeur et son goût. La qualité organoleptique joue un rôle important dans l'acceptabilité et la satisfaction des consommateurs.
- ✓ Protéger le réseau de distribution et les équipements des utilisateurs : Le traitement des eaux vise également à prévenir l'entartrage et/ou la corrosion des canalisations et des installations domestiques, tels que les robinetteries et les chauffe-eaux. Cela contribue à maintenir la durabilité et le bon fonctionnement de l'ensemble du système de distribution d'eau.

3. Techniques de traitement de l'eau

3.1. Techniques physiques du traitement de l'eau

➤ Décantation

L'objectif de la décantation est de séparer et éliminer les particules en suspension dans l'eau qui ont une densité supérieure à celle de l'eau. Ces particules sont généralement des floccs ou des particules formées pendant les processus de traitement tels que l'adoucissement de l'eau ou l'élimination du fer et du manganèse. Ces particules se déposent au fond du bassin de décantation et sont extraites périodiquement. L'eau clarifiée, qui se trouve près de la surface, est ensuite dirigée vers l'unité de filtration (Desjardins ., 1997).

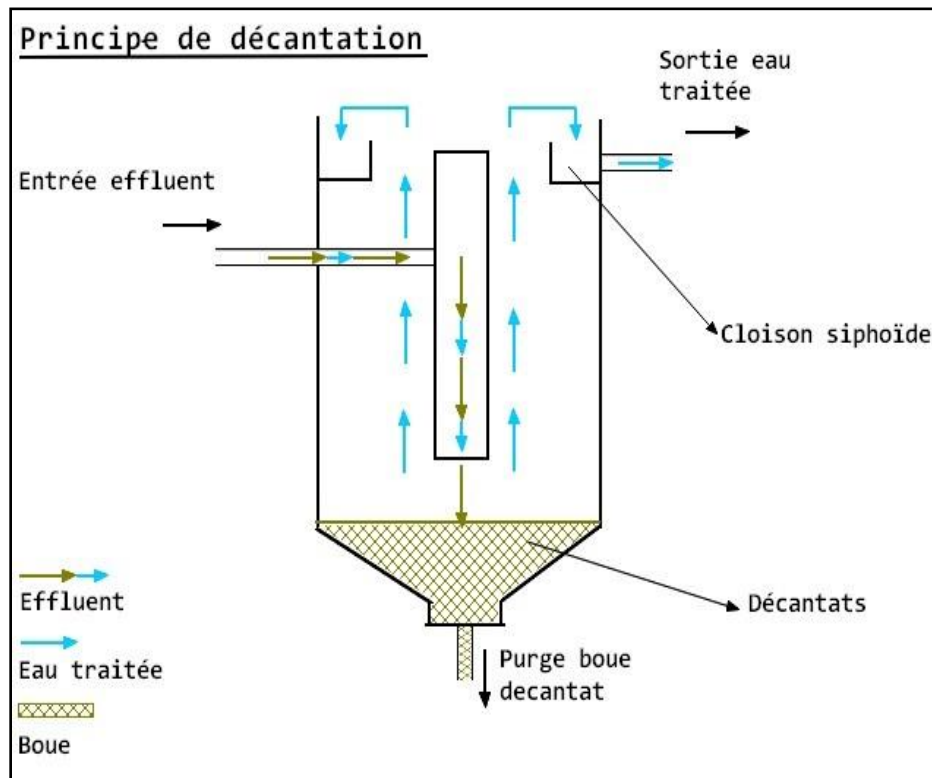


Figure 4. Schéma d'un décanteur industriel (Amrouche, 2010)

➤ Flottation

La flottation est un processus de séparation solide-liquide qui repose sur la création d'un assemblage appelé "attelage". Cet attelage est formé de particules à éliminer, de bulles d'air et de réactifs qui ont une densité inférieure à celle de l'eau. La flottation est particulièrement adaptée pour éliminer les particules dont le diamètre se situe entre 1 et 400 μm . (Sabrina & Wahiba, 2019)

➤ Filtration

La filtration est une méthode physique utilisée pour purifier un liquide contenant des matières en suspension (MES), en le faisant passer à travers un matériau poreux. Ce processus permet d'effectuer une élimination efficace des bactéries, de la couleur, de la turbidité, ainsi que, de manière indirecte, de certains goûts et odeurs (Maref, 2019).

Les filtres les plus utilisés peuvent être : des tissus de fibres, des toiles métalliques ou des pierres poreuses à interstices très fins.

La principale méthode utilisée pour le traitement des eaux potables est la filtration. Deux types de filtration couramment utilisés sont la filtration sur sable (lente ou rapide) et la filtration membranaire. Cependant, la filtration sur sable est généralement préférée et plus largement utilisée. La filtration lente sur sable est une méthode de construction et de fonctionnement simples, mais elle nécessite de vastes superficies (Maref, 2019).

3.2. Techniques chimiques du traitement de l'eau

➤ Désinfection

La Désinfection est un procédé utilisé pour éliminer les micro-organismes pathogènes tels que les bactéries, les virus et les parasites, ainsi que la plupart des germes courants qui sont les moins résistants (Cardot, 2010)

Il existe diverses méthodes de désinfection : les plus répandues sont la chloration, l'ozonation

- Chloration

Le procédé le plus utilisé pour améliorer la qualité de l'eau en termes de goût consiste à ajouter de l'eau de Javel ou du chlore (Cl_2) gazeux dans l'eau, en respectant un dosage précis. Cela permet de désinfecter l'eau en éliminant les bactéries et les micro-organismes nuisibles. Cependant, il est important de noter que l'utilisation de chlore peut parfois altérer le goût de l'eau et laisser une légère odeur de chlore. Le bioxyde de chlore (ClO_2) est parfois utilisé à la place du chlore. Il permet d'obtenir une eau de meilleure qualité gustative (Maref, 2019).

- Désinfection par l'ozone (O_3) :

Est une technique la plus coûteuse. Des bulles d'air ozonées (20g d'ozone par m^3 d'air) sont mises au contact de l'eau dans laquelle l'ozone se dissout. Une dissolution de 1 à 4mg de ce gaz dans un litre d'eau garantit la destruction de tous les germes pathogènes. Il ne donne aucune saveur particulière à l'eau et supprime les couleurs (Maref, 2019).

➤ **Echange d'ions sur résine**

Les résines échangeuses d'ions sont utilisées pour capturer les ions présents dans l'eau brute tels que le radium, le baryum, le cuivre, le calcium, le zinc, le fer, le magnésium, le potassium et le manganèse, afin de les remplacer par des ions de sodium. Le procédé d'échange d'ions est utilisé pour adoucir l'eau (Maref, 2019).

3.3. Techniques physico-chimiques

➤ **Coagulation / Flocculation**

Ce processus vise à purifier l'eau en éliminant les matières en suspension appelées particules colloïdales, qui ont un diamètre compris entre 0,1 et 10 μm . Il se déroule en deux étapes distinctes. Tout d'abord, des réactifs chimiques tels que des sels d'aluminium sont ajoutés à l'eau, ce qui provoque la coagulation des particules. Ces produits chimiques sont appelés coagulants. La charge positive du coagulant neutralise la charge négative des particules dissoutes et en suspension dans l'eau. Les particules se regroupent et forment des "flocons" lors d'un processus appelé flocculation. Ces flocons, qui sont plus lourds que l'eau, se déposent au fond d'un bassin de décantation et sont régulièrement évacués sous forme de boues (Maref, 2019).

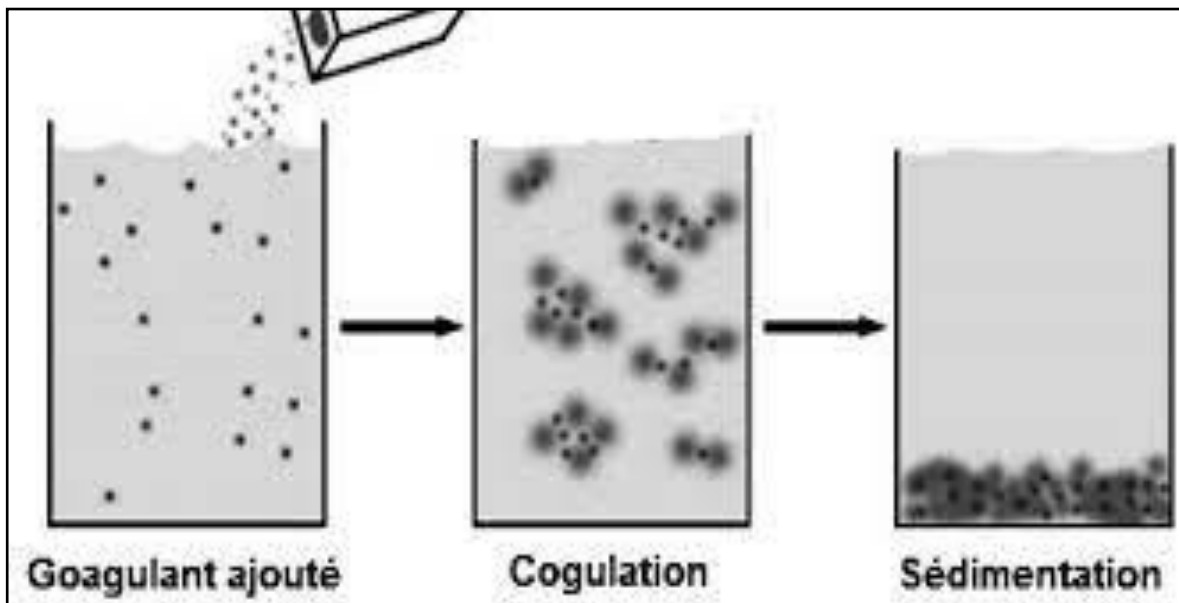


Figure 5. Principe de coagulation/ flocculation (Maref, 2019)

Chapitres III : Magnétisation de l'eau : Technique innovante

Chapitres III : Magnétisation de l'eau : Technique innovante

1. Magnétisation de l'eau

Le traitement de l'eau à l'aide d'un champ magnétique est une technique connue depuis de nombreuses années, et son efficacité a été démontrée dans de nombreux cas. La technologie magnétique offre un procédé de traitement prometteur qui peut améliorer la séparation des particules en suspension dans l'eau (Sabrina & Wahiba, 2019).

Ce procédé magnétique peut être utilisé pour diverses applications de traitement de l'eau telles que la clarification de l'eau potable, le traitement des eaux usées, la filtration des particules fines et la décontamination des métaux lourds. Il présente plusieurs avantages potentiels par rapport aux méthodes traditionnelles de traitement de l'eau, notamment une consommation d'énergie réduite, une empreinte environnementale plus faible et une meilleure efficacité de séparation. La magnétisation de l'eau est l'opération par laquelle on restitue à l'eau ses qualités énergétiques et vitales. Une eau restructurée est une eau qui a retrouvé sa vitalité, donc la puissance de son champ électro magnétique lui permettant de recréer des liens ou structures caractérisant l'eau vivante (Figure 6) (Marweni, 2015)

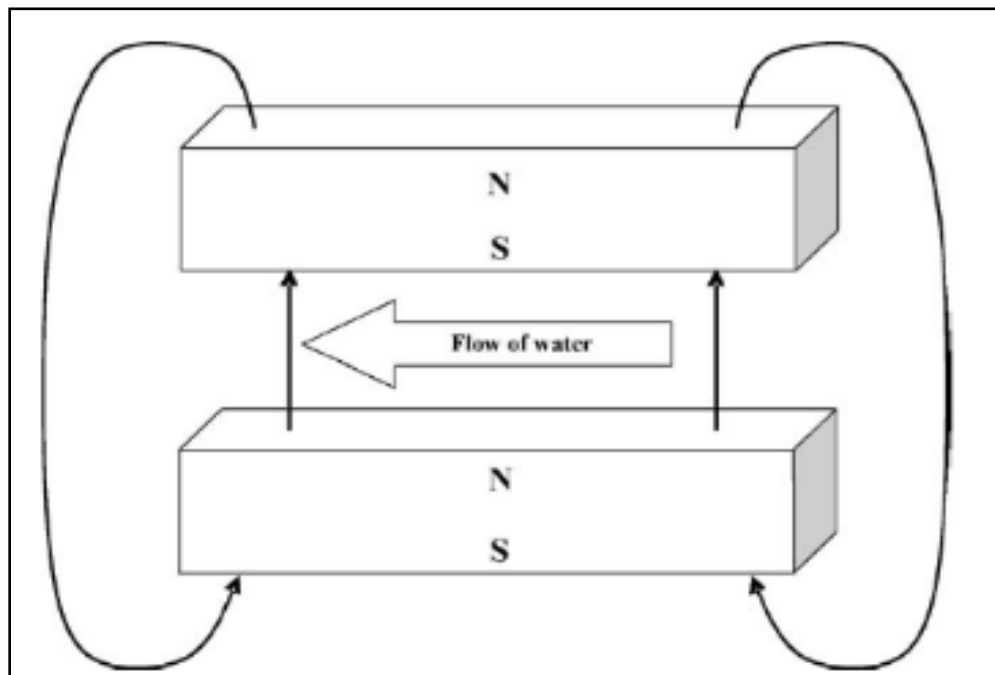


Figure 6. Schéma indiquant la direction d'écoulement d'eau au cours du traitement par un champ magnétique (Maref, 2019)

2. Mode d'emploi

La magnétisation de l'eau s'obtient en faisant passer l'eau à travers un aimant permanent installé sur une canalisation d'alimentation. Lorsque l'eau traverse un champ magnétique, elle est appelée eau magnétisée. Ce champ magnétique est créé par des aimants permanents positionnés de manière opposée dans la conduite d'alimentation, ce qui entraîne la magnétisation de l'eau. Il est important de noter que ce processus de magnétisation ne nécessite pas d'énergie supplémentaire et peut être utilisé à long terme sans nécessiter d'entretien particulier (Sabrina & Wahiba, 2019).

3. Effet anticalcaire magnétique sur l'eau de process

3.1. Eau de process

L'eau de process est impliquée dans la plupart des productions industrielles et doit répondre à des normes de potabilité bactériologique et physico-chimique. Principalement utilisées dans l'alimentation de chaudières ou d'eau de refroidissement, les eaux de process doivent être traitées afin d'être peu ou non dures et éviter ainsi tout entartrage des canalisations (Ocene, 2023).

3.2. Anticalcaire magnétique

Sous l'influence du champ magnétique, les ions minéraux, tels que le carbonate de calcium, sont poussés à s'agglomérer et à se neutraliser les uns les autres avant le chauffage de l'eau. En se regroupant de cette manière neutre, les minéraux perdent leur capacité à former des dépôts tenaces, ce qui se traduit par la formation d'une fine poudre blanche lorsqu'ils sont chauffés. En d'autres termes, il n'y a plus de précipitation ni de formation de tartre. Le calcaire devient ainsi pulvérulent (Elyotherm, 2009).

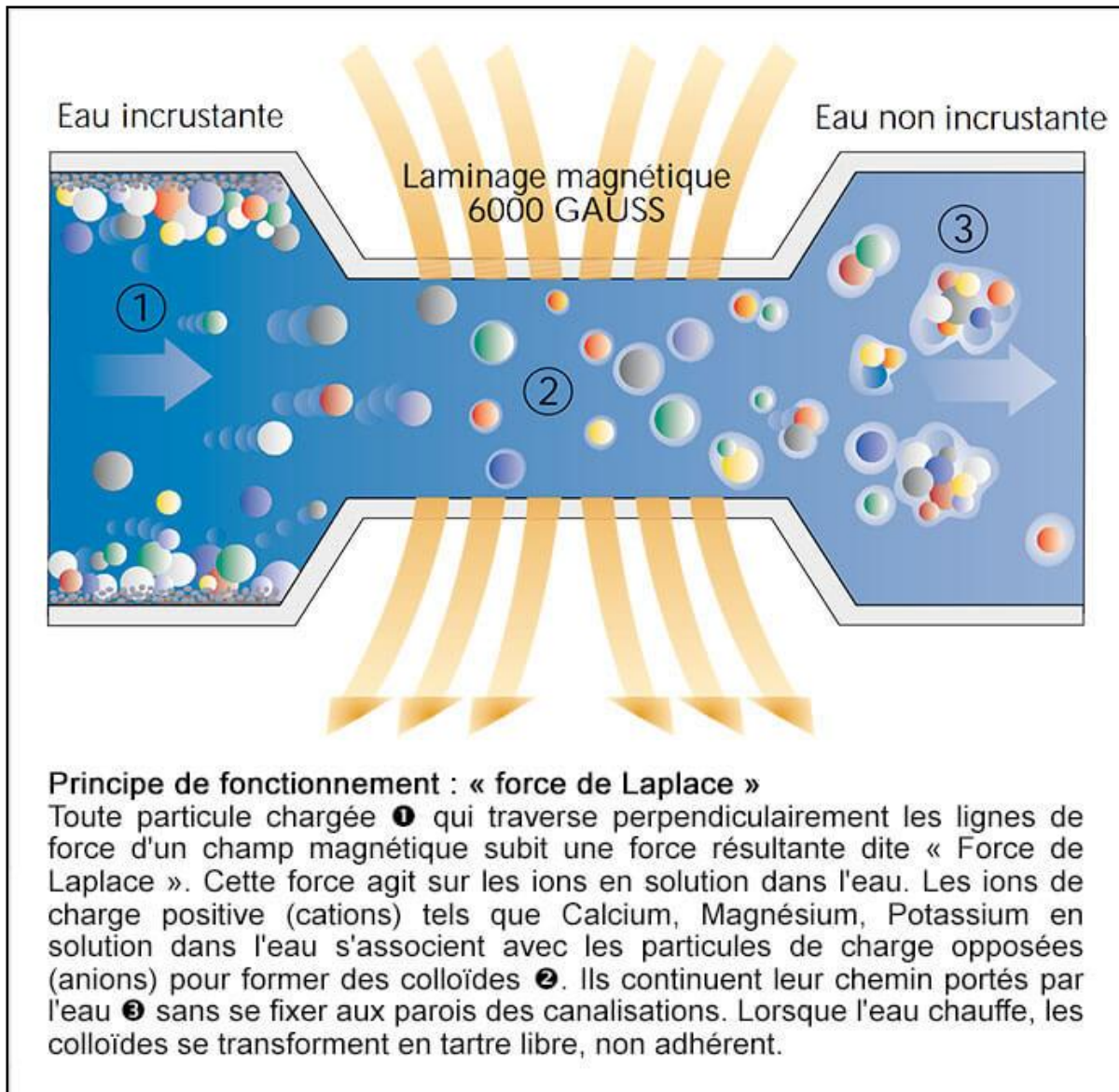


Figure 7. Principe d'anticalcaire avec l'effet d'un champ magnétique (Elyotherm, 2009)

Le champ magnétique de forte intensité modifie l'organisation du nuage d'électrons autour du noyau. Le carbonate de calcium (CaCO_3) (au microscope = forme d'aspérités) se transforme en aragonite (au microscope = formes arrondies) de structure 30 à 40 fois plus petite, non entartrant, qui ne cristallise pas lors de l'évaporation de l'eau.

4. Avantages de la technologie

Selon UTH Groupe (2019) La technologie de la magnétisation présente de nombreux avantages sur le plan technique, écologique et économique et même sur la qualité de l'eau.

4.1. Avantages techniques

- Il est facile à installer en claquant sur des tuyaux d'eau, attachés uniquement par des attaches en plastique (pas besoin d'utiliser d'outils ni d'y apporter de modifications).
- Élimine le besoin d'adoucissants à base de sel qui libère du sodium malsain dans votre eau.
- Élimine les dépôts de tartre existants, empêche la corrosion et les piqûres de métal et empêche la formation de nouveaux dépôts.

4.2. Avantages écologiques

- Fournit un environnement vert et sain en améliorant naturellement la qualité de l'eau, aucun sel ni produit chimique n'est nécessaire pour améliorer le comportement et le goût de l'eau.
- Réduit l'utilisation de détergents et des additifs chimique.

4.3. Avantages économiques

- Permet d'économiser des centaines de dollars en chauffage de l'eau, avec des factures de GN ou d'électricité réduites en raison du manque de perte de transfert de chaleur générant des pertes de calamine et un meilleur fonctionnement de la pompe, car l'eau magnétisée présente une tension superficielle réduite.
- Prolonge la vie des appareils tels que les réservoirs d'eau chaude, les chaudières
- Dans les équipements d'osmose inverse (OI), il réduit le temps de traitement et les efforts nécessaires pour forcer la molécule d'eau à travers une membrane, d'où une économie d'énergie et une protection de la membrane OI contre les grosses particules de saleté.

4.4. Avantages sur la qualité de l'eau

- L'eau contient des minéraux sains (Ca, Mg) qui se sont incrustés auparavant dans les tuyaux.
- Neutralise (stabilise) le pH de l'eau en la rendant plus agréable à utiliser.
- L'eau est « plus humide » et forme une meilleure mousse sans résidus glissants.
- L'eau a un meilleur goût et une meilleure odeur en raison de la suppression de l'odeur de soufre, de l'oxygénation totale et du pH stabilisé.

5. Domaines d'application

Les plantes sont généralement sensibles à l'eau salée en raison de la présence d'ions de sodium et de son potentiel osmotique élevé. Cela peut entraîner un stress pour les plantes, affectant leur croissance et leur production végétale. Au fil du temps, différentes méthodes ont été utilisées pour atténuer les effets néfastes de l'eau salée sur les plantes. Parmi les méthodes de gestion du stress améliorées par l'eau salée, l'utilisation du champ magnétique a été récemment explorée. Cette approche consiste à exposer les plantes à des champs magnétiques de différentes intensités. L'idée est que l'application d'un champ magnétique pourrait éventuellement aider les plantes à mieux tolérer le stress salin et à améliorer leur croissance (Sabrina & Wahiba, 2019).

Le traitement de l'eau d'irrigation avec des champs magnétiques :

- Améliore la germination des graines.
- Améliore la croissance des plantes.
- Augmente également l'humidité du sol dans la zone racinaire de la plante par rapport à l'eau non magnétisée.

Selon Ali et al.,(2014) L'eau magnétisée favorise la mobilité accrue des éléments nutritifs dans le sol et améliore l'absorption des nutriments tels que le phosphore (P), le potassium (K), l'azote (N) et le fer (Fe) par les plantes. De plus, l'eau traitée magnétiquement augmente l'efficacité des engrais appliqués. Des études ont démontré que l'eau magnétisée stimule la lixiviation des excès de sels solubles et la dissolution des sels légèrement solubles, tout en réduisant l'alcalinité du sol.

Partie expérimentale

Chapitre IV : Présentation des unités de production de l'eau embouteillée

Partie expérimentale

Chapitre IV. Présentation des unités de production de l'eau embouteillée

1. Sarl SAEMO

➤ Nom

EAU DE SOURCE SIDI RACHED

➤ Origine

Une entreprise familiale crée le 02 janvier 2007, sous la forme juridique de société algérienne d'eau minérale d'Ait Oumalou dont le promoteur est RADJEF.

➤ Localisation

Implantée dans le village de Sidi Yakoub Ikhantachen commune d'Ait Oumalou, à environ de 30 km du chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou ALGERIE.

➤ Méthode de production

L'eau de source sidi Rached est puisée au cœur du massif montagneux d'AIT OUMALOU. Elle est conditionnée à l'abri de toute pollution au niveau du site qui alimente le forage, on ne trouve ni agglomération ni culture intensive. Et remplie directement dans des bouteilles en poly téréphtalate d'éthylène (PET) de 1.5L et 0.5L.

1.1. Composition du produit SIDI RACHED

Tableau 5. La composition de l'eau SIDI RACHED en mg/l

Composition	Valeur en mg/l
pH	7.39
Résidus sec	610
Calcium	206
Magnésium	77
Sodium	29.21
Potassium	2.45
Sulfates	139

Chlorures	50
Nitrates	21.80
Nitrites	0.00
Fluorures	/

2. CeVital LALLA KHEDIDJA

➤ **Nom**

EAU MINERALE LALLA KHEDIDJA

➤ **Origine**

L'eau minérale Lalla Khedidja prend son origine dans les monts enneigés du Djurdjura.

➤ **Localisation**

L'unité est située à Agouni Gueghrane Daïra Ouadhias Wilaya Tizi-Ouzou ALGERIE.

➤ **Méthode de production**

En s'infiltrant lentement au travers des roches, elle se charge naturellement en minéraux essentiels à la vie, tout en restant d'une légèreté incomparable. Elle est pure par nature, car elle est directement captée à la source.

Lalla Khedidja est une eau de montagne, Oligo-minérale non gazeuse, dont le parcours géologique est protégé contre toute pollution.

L'usine contient 3 lignes de production : deux lignes de grandes bouteilles 1.5L et une ligne de production de 0.5L (figure 7) et de production de boisson gazeuse 1L et 0.33L.

- Lalla Khedidja et une entreprise **certifiée : ISO22000, FSSC22000 et ISO 45000 7**
- Statut juridique :
Eau lalla khedidja est une unité de production de CEVITAL qui est une **société** par action (SPA).

2.1. La composition de l'eau minérale Lalla Khedidja

Tableau 6. La composition de l'eau Lalla Khedidja en mg/l

Composition	Valeur mg/l
Potassium	0.54
Calcium	53
Sulfates	7
Magnésium	7
Sodium	5.5
Chlorures	11
Nitrates	0.42
Nitrites	0.00
Fluor	0.26
Résidus sec	187
Bicarbonates	160
pH	7.22

Chapitre V : processus de production de l'eau embouteillée

Chapitre V : Processus de production de l'eau embouteillée**1. Traitement de l'eau****1.1. Pré-filtration**

Chaque ligne subit une succession de filtrations assurées par des filtres en céramiques de porosité décroissante :

- 08 filtres à poche de 0.5 μ m
- 30 filtres à cartouche de 0.45 μ m
- 30 filtres à cartouche de 0.2 μ m

L'eau sera véhiculée grâce à une pompe hydraulique vers un tank de 20 m³ où elle sera stockée avant la filtration finale.

1.2. La filtration finale

Une fois sortie du tank, l'eau pré-filtrée subit une filtration finale par passage à travers 18 filtres de porosité 0.2 μ m. Ainsi, l'eau est prête pour la mise en bouteille.

Le traitement de l'eau permet :

- L'élimination des dangers physiques (sable, débris, impuretés...).
- Contrôle par analyse microbiologique.

Le renouvellement de filtres se fait en cas :

- Analyses physico-chimique et microbiologique non conformes.
- Après chaque déclenchement du système de nettoyage et désinfection (CIP).
- Diminution du débit à la sortie de filtre qui est considéré comme indicateur du colmatage des filtres.
- Par mesure de prévention.

2. Soufflage des préformes

Fabriquée à base de PET, la préforme constitue la matière première qui sert à fabriquer les bouteilles. Ces dernières constituent des emballages efficaces pour contenir et protéger l'eau contre les contaminations extérieures.

Avant qu'elle puisse devenir une bouteille, la préforme est stérilisée par les rayons ultraviolet (UV) puis chauffée dans un four à température comprise entre 90°C et 120°C. Cette température permet à la fois, d'éliminer les germes microbiologiques et de ramollir les parois de la préforme pour l'étape de soufflage.

A la sortie du four, une pince attrape la tête de la préforme et la conduit vers le moule, où elle sera soufflée à une pression de 40 bar par de l'air filtré et enfin acquiert sa forme finale comme bouteille.

Les bouteilles sortantes du moule subissent un dégazage à l'air libre. Une fois soufflées, elles sont acheminées par convoyeur vers la remplisseuse.

3. Mise en bouteille

Une fois que les bouteilles soufflées soient prêtes, elles seront véhiculées vers la remplisseuse, ou elles vont être remplies d'eau. Les bouteilles remplies sont ensuite fermées hermétiquement à l'aide d'une visseuse qui va leur fixer un bouchon. Ces derniers sont fabriqués à base PEHD (Poly Ethylène Haute Densité).

Les bouteilles ainsi remplies et hermétiquement fermées sont refroidies et contrôlées visuellement à l'aide de capteurs automatiques pour retirer les bouteilles mal remplies ou mal fermées.

4. Etiquetage et datation

Après l'inspection visuelle des bouteilles, ces dernières sont acheminées grâce à des chaînes mobiles vers l'étiqueteuse et dateur, d'où elles acquièrent les informations nécessaires à la commercialisation du produit. Un système électronique de contrôle visuel est mis en place afin de retirer les bouteilles sans étiquètes.

5. Mise en fardeau

La fardeuse permet, à l'aide d'un système automatique, de recouvrir six bouteilles d'eau avec film thermo-rétractable (plastique) chauffé à 180°C et les regroupées sous forme de fardeaux. Ces fardeaux passent par la poseuse de poignées qui leur colle dessus des poignées en plastique, afin de faciliter leur soulevage.

6. Mise en palette

Les fardeaux sont ensuite regroupés sur une palette en bois grâce à un mécanisme automatique appelé paletteuse.

Chaque palette contient 12 fardeaux de six bouteilles chacun, recouvert d'un film en plastique. Avant la mise au stockage, sur chaque palette, une étiquette contenant les informations nécessaires à la traçabilité du produit est collée (numéro du lot, numéro du chargement, destination, date...).

Chapitre VI : Matériels et méthodes

Chapitre VI. Matériel et méthodes**1. Matériel****1.1. Equipements**

- pH-mètre
- Conductimètre
- Turbidimètre
- Agitateur

1.2. Verreries

- Pipettes
- Béchers
- Burette
- Fiole jaugée

1.3. Produits chimiques

- Phénophtaléine
- Méthyle oronge
- Tampon ammoniacal
- Net à 0.04%
- EDTA
- HCL

2. Méthodes d'analyses selon la norme européenne ISO N° 6058**2.1. Dureté de l'eau : TH****Principe :**

Titration molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel disodique de l'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA) à pH10. Le noir ériochrome T qui donne une couleur rouge foncé ou violet en présence des ions calcium et magnésium, est utilisé comme indicateur.

2.1.1 TH totale**Mode opératoire :**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NH_4OH (10.1)
- Ajouter noir ériochrome.
- Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage (bleu)

2.1.2. TH Calcique

Mode opératoire :

- Prendre 50ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2ml de NaOH à 2 N.
- Ajouter du Murexide.
- Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage violet

Expression des résultats :

La détermination du mg/l de calcium est donnée par la formule suivante :

$$\text{Mg/l Ca}^2 = V_x 4$$

V : la chute de burette de l'EDTA.

Le 4 : équivalent gramme de $\text{Ca}^{2+} = M_{\text{Ca}}/10$ °F.

M : masse molaire de calcium = 40 g/ mol.

2.1.3. TH magnésique

La détermination du mg/l de magnésium est donnée par la formule suivante :

$$\text{TH}_t = \text{TH}_{\text{Mg}} + \text{TH}_{\text{Ca}}$$

$$\text{TH}_{\text{Mg}} = (\text{TH}_t - \text{TH}_{\text{Ca}}) \times 2.4$$

TH_t : la dureté totale.

TH_{Ca} : la dureté calcique.

TH_{Mg} : la dureté magnésique.

Le 2.4 : équivalent gramme de $\text{Mg}^{2+} : M_{\text{Mg}}/10$ °F.

M_{Mg} : masse molaire de magnésium= 24.3 g/mol.

2.2.2. Détermination de l'alcalinité selon la norme européenne ISO 7888**Principe**

Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide dilué, en présence d'un indicateur coloré.

Mode opératoire**2.2.2.1. Titre alcalimétrique simple : TA**

Prélever 100 ml d'eau à analyser dans une capsule en porcelaine blanche de 12 cm de diamètre. Ajoute 1 à 2 gouttes de solution alcoolique de phénolphtaléine (%). Une coloration rose doit alors se développer. Dans le cas contraire le TA est nul, ce qui se produit en général pour les eaux naturelles dont le pH est inférieur à 8.3. Verser 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). Soit V le volume en millilitres d'acide nécessaire pour l'obtention du virage.

2.2.2.2. Titre alcalimétrique complet : TAC

Utiliser échantillon traité précédemment ou le prélèvent primitif s'il n'y a pas eu de coloration. Ajouter 2 gouttes de méthylorange et titrer de nouveau avec le même acide jusqu'au virage jaune orangé (ph 4.3). S'assurer qu'une goutte d'acide en excès provoque le passage de la coloration du jaune au rose (ph 4). Soit V' le nombre de millilitres d'acide 0.02N versé depuis le début du Osage. Retrancher de ce volume 0.5ml, quantité d'acide nécessaire pour le virage de l'indicateur, qui est un peu plus fiable que le pH de neutralisation exacte de l'hydrogénocarbonate.

2.2.3. Conductivité électrique**Principe**

Mesure de la conductance électrique (CE) d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes de platine (Pt) (ou couvertes de noir de platine) maintenues parallèles.

Mode opératoire

D'une façon générale, opérer de la verrerie rigoureusement propre et rincées, avant usage, avec de l'eau distillée.

Rincer plusieurs fois la cellule a conductivité d'abord avec de l'eau distillé puis en la prolongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner ; faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées. Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes.

Expression des résultats

La mesure est donnée directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

2.2.4. Turbidité

Principe

Comparaison de la lumière diffusée et la lumière transmise par l'échantillon d'eau et par une gamme étalon constituée de solution de formazine.

La mesure de la lumière diffusée est significative pour les eaux de faible turbidité non visible à l'œil nu (par exemple les eaux de boisson). La mesure de la lumière transmise est significative pour les eaux de turbidité visible à l'œil nu (par exemple les eaux polluées) et pour les eaux de faible turbidité contenant des substances qui ne diffusent pas.

Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection de matières non dissoutes, absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée.

Mode opératoire

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéiser et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.

Expression des résultats : La mesure est obtenue directement en NTU

2.2.5. pH et la température

Principe

Le pH est en relation avec la concentration des ions d'hydrogènes $[\text{H}^+]$ présent dans l'eau.

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (celle-ci. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H^+ .

Mode opératoire

- Etalonnage d'appareil.
- Allumer le pH mètre.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Prend dans un petit bécher, la solution tampon pH=7.
- Régler l'agitation à faible vitesse.
- Tremper l'électrode de ph dans la solution tampon.
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à afficher du standard.
- Enlever l'électrode et rincer abondamment avec l'eau distillée.
- Ré-étalonner de même manière avec la solution tampon ph=8 où ph=4
- Puis rincer abondamment l'électrode avec l'eau distillée.
- Dosage de l'échantillon :
- Prendre environ 100 ml d'eau à analyse.
- Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- Tremper l'électrode dans un bécher.
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation.
- Puis noter le pH et la Température.

Chapitre VII : Mise en place du système magnétique

Chapitre VII : Mise en place du système magnétique

1. Installation du magnétiseur

Les manipulations sont réalisées en circuit ouvert au niveau des conduites qui alimentent les utilités tels que la chaudière et le refroidisseur. Cette installation a été effectuée en maintenant une pression de 4 bars dans les conduites.

L'équipement utilisé dans notre démarche : Magnétiseur AQUAPRO à 800 ppm.

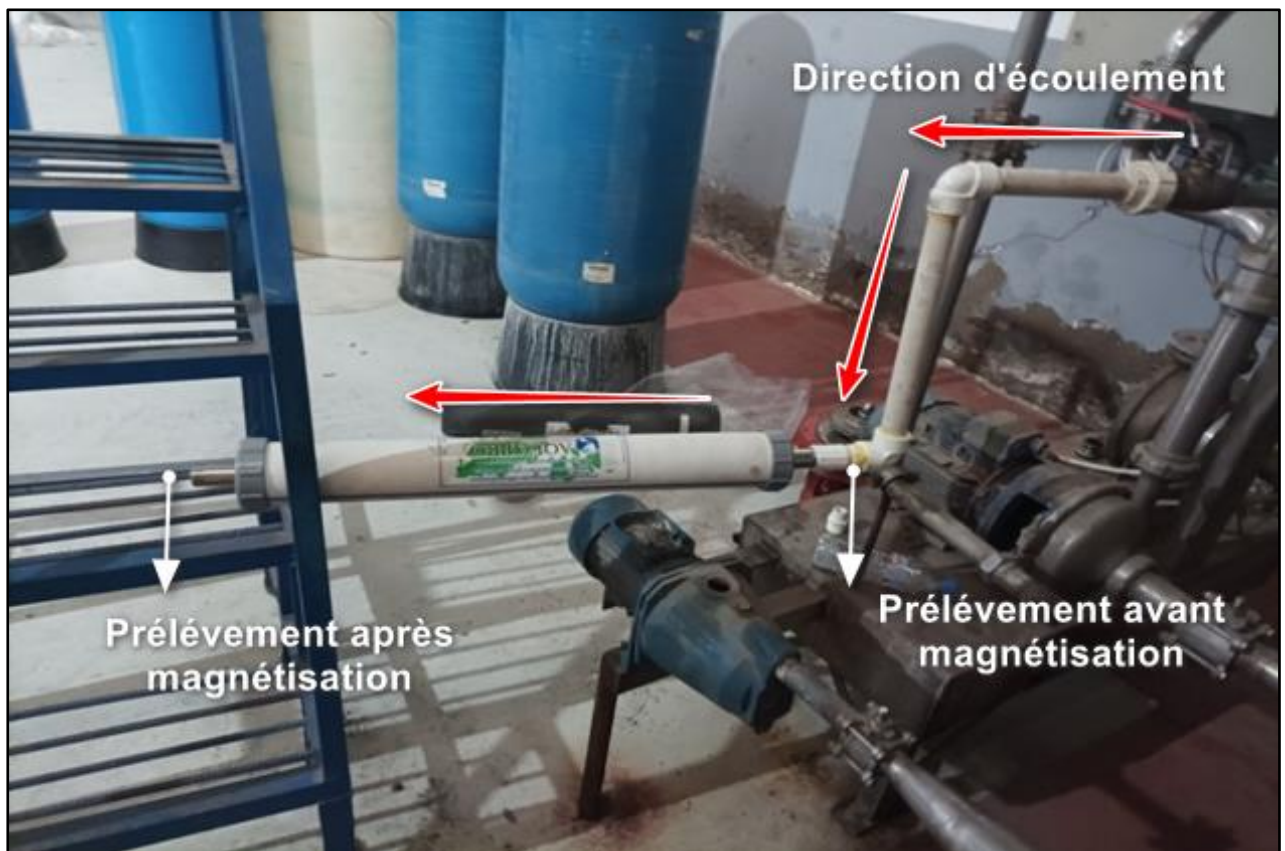


Figure 8. L'installation du magnétiseur au niveau de l'unité LALLA KHEDIDJA



Figure 9. L'installation du magnétiseur au niveau de l'unité SAEMO SIDI RACHED.

2. Prélèvement des échantillons

Un prélèvement effectué avant le passage de l'eau à travers le magnétiseur et l'autre prélèvement effectué après le traitement de l'eau par le magnétiseur.

Une étape à suivre après avoir effectué les prélèvements avant et après le passage de l'eau par le magnétiseur serait d'entreprendre des analyses pour comparer les caractéristiques de l'eau avant et après le traitement magnétique. Ces analyses sont essentielles pour déterminer s'il y a eu des changements significatifs dans les propriétés de l'eau suite à ce traitement.

3. Analyses physicochimiques des échantillons :

- ✓ pH et Température



Figure 10. Mesure de pH et Température.

- ✓ Conductivité électrique



Figure 11. Détermination de C.E

- ✓ Turbidité



Figure 12. Détermination de la turbidité

- ✓ Dureté



Figure 13. Détermination de la dureté

- ✓ L'alcalinité (TA et TAC)

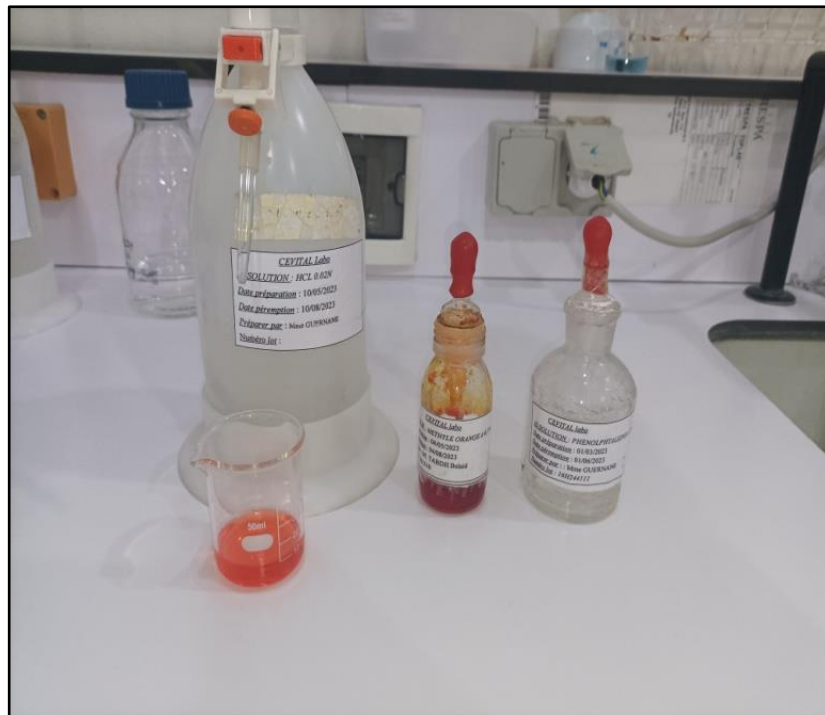


Figure 14. Détermination de l'alcalinité.

- ✓ Teneur en calcium



Figure 15. Dosage de calcium.

Chapitre VIII : Résultats et discussion

Chapitre VIII. Résultats et discussion :**1. La teneur en calcium et magnésium**

D'après les analyses effectuées, il a été constaté qu'après le traitement par la magnétisation, l'eau de source a montré une augmentation de la teneur en calcium (Ca) et en magnésium (Mg), ainsi qu'une augmentation du pH, la dureté, le TAC et une diminution de la conductivité électrique. Cependant, il n'a pas été constaté de changement dans la composition physicochimique de l'eau minérale.

Les minéraux présents dans l'eau de source peuvent varier en termes de leur susceptibilité magnétique. Certains minéraux peuvent être sensibles à l'effet de magnétisation, ce qui signifie que leurs mouvements ou leurs interactions peuvent être activées par un champ magnétique. En revanche, les minéraux présents dans une eau minérale spécifique peuvent avoir une susceptibilité magnétique, rendant l'effet de magnétisation moins prononcé ou inexistant.

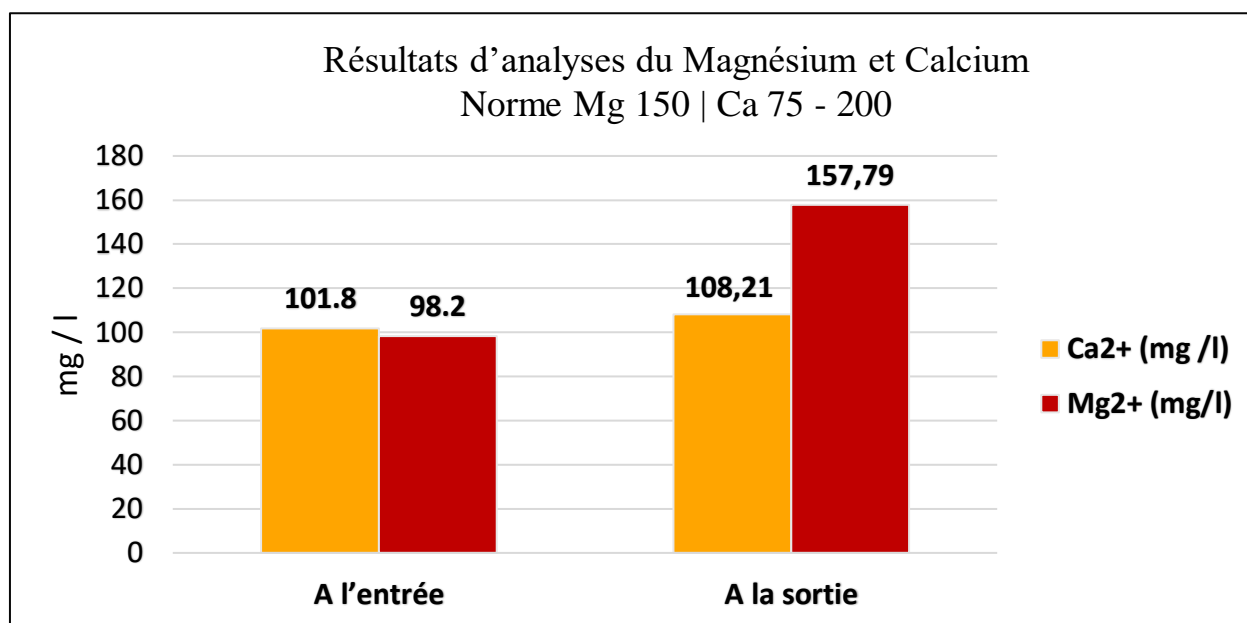


Figure 16. Diagramme de résultats d'analyse du magnésium et calcium avant et après la magnétisation dans l'eau de source Sidi Rached

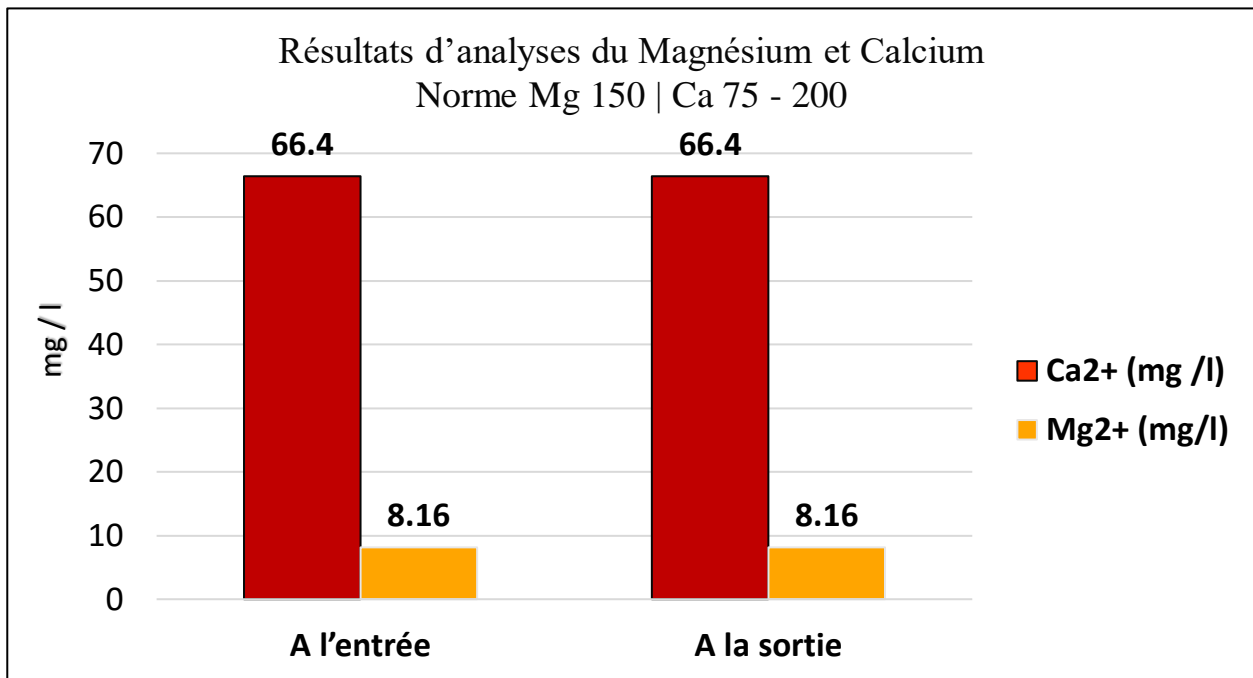


Figure 17. Diagramme de résultats d'analyse du calcium et magnésium avant et après la magnétisation dans l'eau minérale lalla khedidja.

D'après le résultat on remarque une augmentation de la teneur de Ca²⁺ après le traitement par un champ magnétique (de 101.80 à 108.21 mg/l) et Mg²⁺ (de 98.2 à 157.79 mg/l) dans l'eau de source et aucun changement dans l'eau minérale.

Augmentation de la teneur en Ca et Mg : L'effet de magnétisation appliqué à l'eau de source peut avoir permis la solubilisation du calcium et du magnésium présents dans l'eau, les rendant potentiellement plus solubles ou favorisant leur libération à partir des dépôts minéraux. Cela pourrait entraîner une augmentation de leur concentration mesurée dans l'eau.

Selon les études de Lilli et al., (2007) Les paramètres de fonctionnement comprenaient l'intensité du champ magnétique, la concentration initiale de Ca²⁺ et Mg²⁺, le temps de traitement magnétique, la température et la vitesse d'écoulement. Le taux d'inhibition du tartre, la dureté, la variation relative de la proportion de molécules d'eau libres, la conductivité électrique et la variation relative de l'énergie moléculaire ont été choisis comme objectifs. Une intensité de champ magnétique de 0,5 T, une température de 303 K, une durée de 54 h et une vitesse d'écoulement de 0,17 m/s. Les résultats de la résonance magnétique nucléaire ont démontré que le nombre de liaisons hydrogène augmentait entre les molécules d'eau et les ions hydratés. Le champ magnétique peut favoriser l'augmentation du nombre de liaisons hydrogène, ce qui peut inhiber la formation de précipitations de carbonate de calcium et de magnésium. De plus, le rapport de calcite, d'aragonite et vaterite sera modifié à différentes intensités de champ magnétique, et le rapport d'aragonite atteindra le pic dans les conditions optimales.

2. Augmentation de TH et le TAC

▪ La dureté (Th) de l'eau est principalement attribuée à la présence de minéraux tels que le calcium et le magnésium. Si la magnétisation a augmenté la teneur en ces minéraux dans l'eau, cela pourrait également conduire à une augmentation de la dureté.

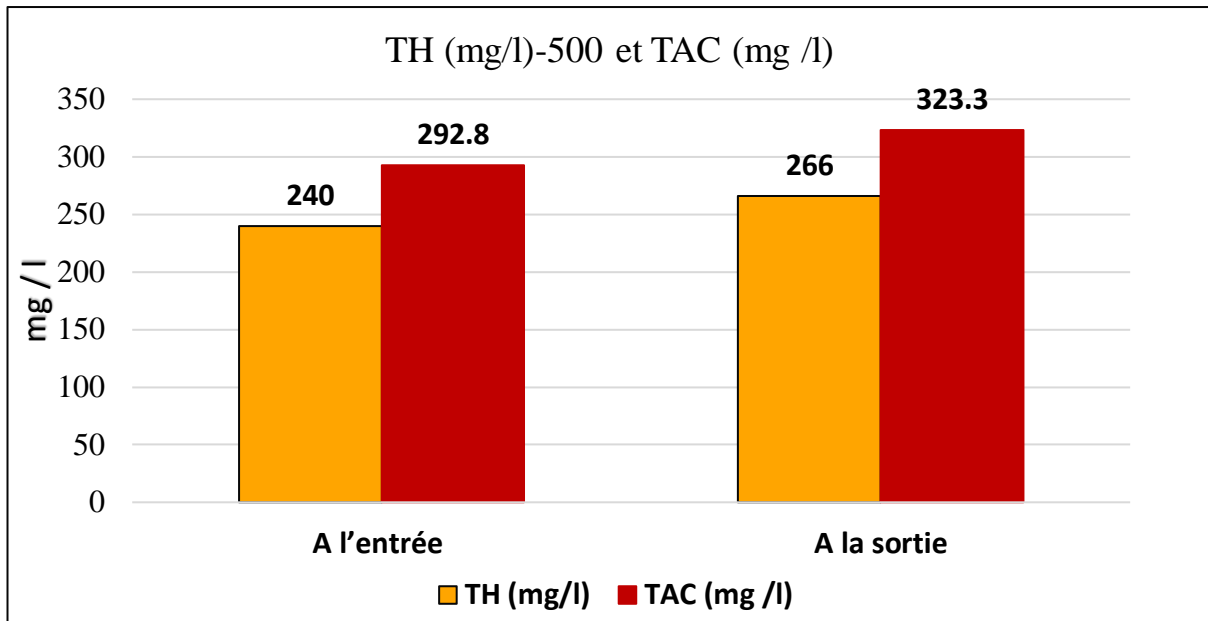


Figure 18. Diagramme des mesures de la dureté et de TAC issues de l'eau SIDI RACHED avant et après la magnétisation.

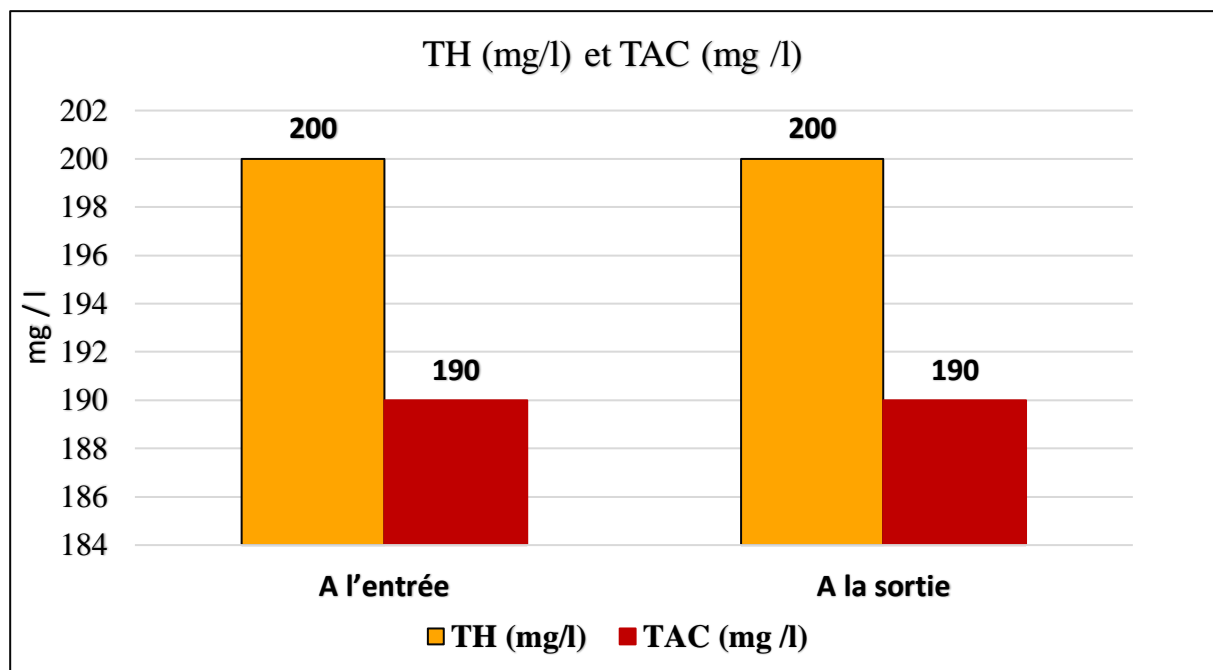


Figure 19. Diagramme des mesures de TH et TAC issues de l'eau LALLA KHEDIDJA avant et après la magnétisation.

3. Le titre alcalimétrique complet

La concentration de bicarbonate (HCO_3^-) dans l'eau est principalement déterminée par des processus géochimiques naturels, tels que la dissolution de minéraux carbonatés dans le sol et les roches environnantes. La présence de bicarbonate dans l'eau est également alimentée par les niveaux de dioxyde de carbone (CO_2) dissous et par l'équilibre chimique entre les formes carbonatées, bicarbonatées et acides du système.

Lorsque l'eau entre en contact avec des minéraux contenant des carbonates, tels que le calcaire (carbonate de calcium) ou la dolomite (carbonate de calcium et de magnésium), les carbonates se dissolvent dans l'eau, augmentant ainsi la concentration de bicarbonate.

Le TAC est principalement déterminé par la concentration d'ions carbonates (CO_3^{2-}) et bicarbonates (HCO_3^{2-}) dans l'eau, qui sont des espèces chimiques naturellement présentes ou formées à partir de réactions avec le dioxyde de carbone (CO_2) atmosphérique.

Augmentation du TAC après le traitement par la magnétisation peut suggérer une augmentation de la concentration d'ions alcalins, tels que les carbonates et les bicarbonates, dans l'eau. Cela peut être dû à l'augmentation de la teneur en minéraux dissous, y compris le calcium et le magnésium, qui sont généralement associés à des niveaux plus élevés de TAC.

Cela indique que l'effet de la magnétisation a eu un impact sur l'eau de source, modifiant sa teneur en minéraux, mais n'a pas eu d'effet notable sur la composition de l'eau minéral.

Selon Claude & Terry (2021)

La structure de l'eau n'est modifiée pendant ni après application d'un champ électrique ou magnétique. Il faut donc admettre que si le traitement physique de l'eau est réellement efficace contre l'entartrage, son mode d'action s'exerce non pas sur le solvant, mais sur le soluté, c'est-à-dire sur le carbonate de calcium en solution.

4. Résultats des paramètres électrochimiques

Tableau 7. Résultats d'analyse des paramètres électrochimiques de l'eau de source SIDI Rached

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	MESURES A L'ENTREE	MESURES A LA SORTIE
pH	7.16	7.47
Température (C°)	16.02	16.04
Conductivité E (μs)	828	827
Turbidité (ntu)	0	0

Tableau 8. Résultats des analyses électrochimiques de l'eau minérale LALLA KHEDIDJA.

PARAMETRES PYSICI- CHIMIQUES	MESURES A L'ENTREE	MESURES A LA SORTIE
pH	7.65	7.69
Température (C°)	18	18.4
Conductivité E (µs)	368	368
Turbidité (ntu)	0.065	0.090

5. Le pH et température

D'après les résultats les deux tableaux (7et8) on a constatés une augmentation de pH dans l'eau de source on n'a observé aucun changement dans l'eau minérale.

Selon les études de Hajer, (2015), sur l'effet d'irrigation par l'eau magnétisée sur la tomate Le suivi de l'évolution du pH des différentes catégories d'eaux utilisées a été effectué dans des intervalles de 30 min pendant 2h de magnétisation. D'après les résultats, ils ont signalé une légère augmentation progressive des valeurs du pH des eaux magnétisées par rapport à cellesnon magnétisées. Cette augmentation est de l'ordre de 0.2 unité.

Pour une meilleure compréhension de l'influence de la magnétisation sur les propriétés de l'eau de robine (Saba et al., 2022), ils ont exposé à plusieurs intensités de champ magnétique (2 000, 4 000, 6 000 et 8 000 G) dans les mêmes conditions de température et de pression. L'eau magnétisée a été testée et évaluée après avoir été soumise à un cycle de 6 heures. Les résultats ont montré une augmentation de pH.

Il est possible qu'une interaction entre un champ magnétique et un matériau puisse affecter la température en modifiant certaines propriétés physiques ou en générant de la chaleur

6. Conductivité électrique

L'interaction entre l'énergie magnétique émise par les aimants permanents et les molécules d'eau peut transférer de l'énergie à l'eau et modifier sa structure moléculaire. Le champ magnétique peut induire une structure métastable dans l'eau, qui persiste après le traitement physique.

La conductivité électrique de l'eau est liée à la présence d'ions, qui sont généralement le résultat de la dissociation de sels ou d'autres substances ioniques dans l'eau. La modification de la structure moléculaire de l'eau peut influencer sa conductivité électrique.

En présence d'un champ magnétique, les ions dans l'eau subissent une force magnétique qui peut perturber leur mouvement. Cela peut entraîner une diminution de la mobilité des ions et donc réduire la conductivité électrique de l'eau.

Une étude de Akopyan & Airapetyan, (2003) sur l'effet de la magnétisation sur conductivité électrique spécifique de l'eau a révélé que l'exposition à un champ magnétique constant diminuait la conductivité.

Conclusion

CONCLUSION

CONCLUSION

La magnétisation de l'eau est une technologie novatrice qui commence à être adoptée dans divers domaines qui utilisent l'eau, en raison de ses effets et des nombreux avantages prouvés sur le terrain par des recherches. Les scientifiques continuent à découvrir de nouveaux avantages afin de tirer le meilleur parti de cette technologie prometteuse.

Notre travail de recherche s'est concentré sur les effets de la magnétisation sur l'eau de source et l'eau minérale. Nous avons obtenu des résultats que nous permettons de conclure que la magnétisation entraîne un effet sur l'eau plus chargée en minéraux.

La magnétisation pourrait être une solution pour plusieurs problèmes notamment :

- ✓ La prévention de l'entartrage des conduites de distribution d'eau et des canalisations industrielles.

Selon d'autres études, la magnétisation est également utilisée pour

- Augmenter le rendement agricole.
- Améliorer les sols en réduisant leur salinité.
- Optimiser les performances zootechniques dans l'élevage.

Cependant, il est important de souligner que les effets de la magnétisation sur l'eau et ses applications nécessitent davantage de recherches pour une validation scientifique solide.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Akopyan et Airapetyan., (2003)**. A study of specific electrical conductivity of water by the action of constant magnetic field, electromagnetic field, and low-frequency mechanical vibrations
- **Ali A., Samaneh R., et Kavakebian F. (2014)**. Applications of magnetic water technology in farming and agriculture development : A review of recent advances. Current World Environment, 9(3), 695. article Downloaded 29 Jun 2011 to 194.146.150.132. Redistribution subject to ASCE license or copyright.
- **Amrouche, (2010)**. La décantation statique. Génie Alimentaire
- **Anonyme 1, (2021)**. Association sanitaire Porcine de Nouvelle-aquitaine une seule santé pour la Terre, les animaux et les Hommes-06janvier 2021. consulté 20 juin 2023, à l'adresse GDS Creuse.
- **Anonyme 2, (2021)** .Traitement de l'eau. Consulté 8 juin 2023, à l'adresse Parlons sciences.
- **Beauchamp J. (2006)**. Qualité des eaux souterraines.
- **Benoit. (2021)**. Au delà de l'eau H₂O et des préjugés scientifiques.
- **Bernard C. (2007)**. Introduction à l'étude de la médecine expérimentale. Edition Bibliobazaar. 316p.
- **Blandine V. (2022)**. L'importance de l'eau pour la planète et l'être humain. Consulté 20 juin 2023, à l'adresse <https://www.projetecolo.com/l-importance-de-l-eau-pour-la-planete-et-l-etre-humain-594.html>
- **Bourgeois C. et Levea J., (1991)**. Technique d'analyse et de contrôle dans l'industrie agroalimentaire. Volume 3 ; Edition Lavoisier, Paris. 3351p.
- **Cardot C. (1999)**. Les traitements de l'eau : Procédés physico-chimiques et biologiques, cours et problèmes résolus : Génie de l'environnement. Ed Ellipses. 247p.

Références bibliographiques

- **Cardot C. (2010).** Les traitements de l'eau. Procédés physico-chimiques et biologiques
Cours et problèmes résolus. Ellipses Edition.
- **Centre d'expertise et d'analyse environnementale du Québec. (2005).** Méthode
d'analyse : Recherche et dénombrement des entérocoques par filtration sur membrane
MA700-ENT ; (10 REV 2).- 23p.
- **Christophe M. (2022).** Qualité de l'eau. Consulté 27 juin 2023, à l'adresse
https://www.notre-planete.info/environnement/eau/eau_qualite.
- **Degremont. (1989).** Mémento technique de l'eau, Technique et documentation, tome I.
2503p.
- **Degremont. (2005).** Mémento technique de l'eau. Tome II. 10eme édition. Ed. Lavoisier,
Tec et Doc, Paris. 859 p.
- **Desjardins R. (1997).** Le traitement des eaux. 2ème Edition de l'école Polytechnique de
Montréal. 190p.
- **Elyotherm. (2009).** Principe de l'anticalcaire / antitartre magnétique | ELYOTHERM.
- **Giannella R. (1996).** Salmonella. In Medical Microbiology. 4th edition. University of Texas
Medical Branch at Galveston.
- **Grasclaud G. (1999).** L'eau. Tome 1. Milieu naturel et maîtrise. Edition INTRA. Paris.
204p.
- **Hajer M. (2015).** Effet de l'irrigation par l'eau magnétisée sur la tomate.
- **Haslay C. et Leclerc H. (1993).** Microbiologie des eaux d'alimentation. Ed. Tec et Doc
.Lavoisier, Paris, 132p.
- **I.S.O 9963-1:1994** Qualité de l'eau Détermination de l'alcalinité Partie 1 : Détermination
de l'alcalinité totale et composite.

Références bibliographiques

- **Kahoul M. et Touhami M. (2014).** Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la ville d'Annaba (Algérie). Larhyss Journal. ISSN 1112- 3680, N°19, pp. 129-138.
- **Kettab A. (1992).** Traitement des eaux : Les eaux potable. Ed. Office des Publications Universitaires.
- **Lilli J., Xiayan Y., Xingang H., Zongshu Z., Fengman S., et Chuantong L. (2007).** Effet du champ magnétique permanent sur la propriété d'inhibition du tartre de l'eau en circulation PubMed. Consulté à l'adresse <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29068329/>
- **Lounnas A. (2009).** Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi-Kroma de Skikda, thèse de Magister, Université de Skikda.
- **Maref Noureddine. (2019).** polycopié de cours sur le traitement et épuration des eaux dr, Maref Noureddine.
- **Marweni. (2015).** Effet de l'irrigation par l'eau magnétisée sur la tomate. Mémoire de fin d'étude.
- **Metahri M. (2012).** Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes : Cas de la STEP Est de la ville TO, Thèse de doctorat, option génie des procédés, département d'agronomie, UMMTO, Algérie.
- **Nicole C. (2016).** alcalinité nicole cortial de l'eau pdf
- **Norme Afnor. (1986).** NF T90-415 (1986)
- **Ocene. (2023).** Traitement de l'eau industrielle, eau de process | OCENE.
- **O.M.S. (2008).** Directives de Qualité pour l'Eau de Boisson.
- **Perry J. (1984).** Microbiologie. Cours et question de révision. Ed. Dunod. Paris. 916p.

Références bibliographiques

- **Rejsek F. (2002).** Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine.
- **Rodier J., LEGUBE B., MERLET N. et BRUNET R. (2009).** L'analyse de l'eau. 9eme edition, Ed. Dunod, Paris. 1526p.
- **Rodier J. (1984).** L'analyse de l'eau, eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer, Ed. Bordas, Paris. 228p.
- **Rodier J. (2005).** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mers 8ème édition. Editeur Dunod, Paris.
- **Saba I., Mahedi K., et Victor N. (2022).** Alteration of physicochemical properties of tap water passing through different intensities of magnetic field.
- **Sabrina S et Wahiba T. (2019).** Nouvelles technologies de traitement de l'eau : Magnétisation de l'eau potable (Etude bibliographique).
- **Tela B. (2020).** Pourquoi les plantes ont-elles besoin d'eau ? Par The Conversation. Consulté 27 juin 2023, à l'adresse Tela Botanica web site: <https://www.tela-botanica.org/2020/10/pourquoi-les-plantes-ont-elles-besoin-deau-par-the-conversation/>
- **UTH Groupe. (2019).** Le traitement magnétique de l'eau : Magnétiseur.
- **Vilagines R. (2010).** Eau, environnement et santé publique : Introduction à l'hydrologie. 2ème édition médical international, Paris.

Résumés

Résumé

Notre travail consistait en une étude comparative de l'effet de la technologie de magnétisation sur l'eau minérale et l'eau de source. Les objectifs étaient d'évaluer les différences dans les propriétés de ces deux types d'eau après magnétisation. Les résultats de notre étude ont révélé que la magnétisation de l'eau minérale et de l'eau de source avait un effet notable. Plus spécifiquement, nous avons observé une augmentation significative de la concentration en minéraux l'eau de source. Les études consultées ont apporté des preuves démontrant que la magnétisation de l'eau a plusieurs avantages. Elle prévient l'entartrage des conduites d'eau potable et des canalisations industrielles, favorise la croissance des plantes, résout les problèmes de salinité des sols et améliore les performances zootechniques des animaux d'élevage. Sur la base de ces résultats, on peut conclure que l'application de la magnétisation de l'eau offre une solution prometteuse pour favoriser un meilleur développement économique.

Mots clés : Technologie de la magnétisation, eau de source, eau minérale, entartrage.

Abstract

Our work consisted in a comparative study of the effect of magnetization technology on mineral water and spring water. The objectives were to evaluate the differences in the properties of these two types of water after magnetization. The results of our study revealed that magnetization of mineral and spring water had a noticeable effect. More specifically, we observed a significant increase in the mineral concentration of spring water. The studies consulted provided evidence that water magnetization has several benefits. It prevents the scaling of drinking water and industrial pipes, promotes plant growth, solves soil salinity problems and improves the zoo technical performance of livestock. Based on these results, it can be concluded that the application of water magnetization offers a promising solution for fostering better economic development.

Key words: Magnetization technology, spring water, mineral water, is scaling.

ملخص

يتكون عملنا من دراسة مقارنة لتأثير تقنية المغنطة على المياه المعدنية ومياه الينابيع. كانت الأهداف هي تقييم الاختلافات في خصائص هذين النوعين من الماء بعد المغنطة. أظهرت نتائج دراستنا أن مغنطة المياه المعدنية ومياه الينابيع كان لها تأثير ملحوظ وبشكل أكثر تحديداً، لاحظنا زيادة كبيرة في تركيز المعادن في مياه الينابيع. قدمت الدراسات التي تم الرجوع إليها أدلة تثبت أن مغنطة الماء لها العديد من المزايا. يمنع تحجيم أنابيب مياه الشرب والأنابيب الصناعية، ويعزز نمو النبات، ويحل مشاكل ملوحة التربة ويحسن أداء تربية الماشية. بناءً على هذه النتائج، يمكن الاستنتاج أن تطبيق مغنطة الماء يقدم حلاً واعدًا لتعزيز التنمية الاقتصادية بشكل أفضل.

الكلمات المفتاحية: تقنية المغنطة، مياه الينابيع، المياه المعدنية، التحجيم.

Agzul

leqdic-nney yella-d deg unadi amdan n uhric n tesnasit n tmagnit deg waman n usizdeg d waman n tefsut. Iswiyen n usemresllan-d akken ad d-ḥesben yemgaraden deg tesnilest n sin-a n telmas n waman deffir usemres. Tifratin n uyerbaz-nneyi d-yesskanen d akken amdan n waman n lmal d waman n tefsut yesea yiwen n wahil. Sumata ugar, nettwali-d tuyalin yesean azal deg temyart n waman n tefsut. Tiyrwin n wamani d-yettwayalen d tiyrwini d-yesseknen d akken amani d-yettwayalen s waṭas n lfayda. Yettēyyic asuddes n waman n tissit d iseflawen n tmetti, yettēyyic timyiwin, yettēyyic iyeblan n tialin n wakal, yerna yettēyyic afud n yiwersiwen Yeflsas n tmedyazt-a, yezmer ad d-yawi yiwen yer taggara d akken aseqdec n tnezzut n waman d tifrati d-yettaken asirem n usnerni n tdamsa.

Awalen imenza : Tameslayt n tmagnit, aman n tefsut, aman n tissit, asekkil.