

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة 20 اوت 1955- سكيكدة

UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Ecologie et environnement
Spécialité : Protection des écosystèmes
Intitulé :

**Evaluation de la qualité physico chimique des rejets de la
station de dessalement de l'unité GNL Skikda et de l'eau
potable de l'ADE Azzaba**

Présenté Par :

- Amari Rayene
- Ben manseri Abir
- Krim Basma
- Laifa Ikram

Membre de Jury :

| | | | |
|---------------------|-----|-----------|-----------------------------|
| Dr. Bouhayene Salah | MCA | Président | Univ. 20 Août 1955 – Skikda |
| Dr. Rouidi Sonia | MCA | Examineur | Univ. 20 Août 1955 – Skikda |
| Dr. Gueddah Doria | MCB | Promoteur | Univ. 20 Août 1955 – Skikda |

Année universitaire 2022/2023

Remerciements

Avant tout nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir donné la santé, la force et le courage pour accomplir ce modeste travail.

Nos vifs remerciements à Dr. Bouhayene Salah qui nous fait l'honneur de bien vouloir présider le jury de soutenance de notre modeste projet de fin de cycle.

Nous tenons également à remercier Dr. Rouidi Sonia pour l'intérêt qu'il a accordé à ce Travail en acceptant de l'examiner et de le juger.

Nous remercions Dr. Gueddah Doria qui a accepté de diriger nos travaux, et pour toute sa gentillesse, ses précieux conseils et sa patience avec nous.

Nous remercions également Mr A. Boucherkha le chef service du laboratoire GNL pour son accueil chaleureux. Ainsi que tout le personnel du complexe GLIK.

Sans oublier Mme K. Metallaoui la directrice de la station de traitement des eaux Azzaba

Enfin, nous remercions toutes les personnes, parents et amies, qui nous ont aidées d'un sourire, d'une critique ou d'un encouragement pour réaliser ce travail.

Que chacun trouve ici le cordial merci qui lui revient !

Dédicaces

Avec l'aide et la protection d'Allah

S'est réalisé ce modeste travail

*Pour chaque début il y a une fin, et ce qui est beau
dans toute fin c'est la réussite et l'atteinte du but.*

Je dédie ce modeste ouvrage, fruit de très longues années de travail à :

Ceux qui méritent le plus ma reconnaissance, ma gratitude,

*A celle qui a inséré le gout de la vie, à la plus chère personne au monde, le
soleil qui a éclairé ma vie et, qui m'entouré par ses beaux sentiments*

Merci MÈRE Saida

*A celui qui a été toujours la source de courage, le secret de ma fierté, le boguet
qui se brûle pour notre éclaircissement*

Merci PÈRE Hachmi

A celle qui a donné le courage et le soutien moral

Merci mes chère sœurs Manar et Sara

A qui sont la source de ma force dans la vie

Merci mes chers Frères Okba , Aymen et Amin

A mon Amie intime Hiba

A mes Amies Basma , Ikram, , Rayene et Maliha, Hadjer, Ibtihel.

A toutes les familles BEN MANSERI, MALLEM, MESSIKH et LAHADEK

A tous ceux qui m'aiment.

ABIR.B

Dédicaces

Grace à ALLAH le tout puissant, j'ai achevé la réalisation de ce modeste travail, je dédie le fruit de mes 17ans d'études à mes parents, qui m'ont encouragée à aller de l'avant et qui m'ont donnée tous leur amour pour prendre mes études. Auxquels je dois ce que je suis que dieu les protège.

*A mes très chère(s) frères et sœurs, **Nour Eddine, Badr Eddine, Karima, Hayat et Asma**, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'amour que je porte pour vous, je suis chanceuse de vous avoir à mes côtés je vous souhaite toute bonheur, santé et de réussite.*

*A ma plus belle nièce **Roukaya***

*Mes neveux : **Ishak, Anwar, Anas, Ziaid et Assil.***

*A mes très chères meilleures amies : **Aya, Ikram, Abir, Maliha et Rayene**, je vous remercie pour votre amitié chère à mon cœur et nos souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble, je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.*

*A tous les membres de ma famille et toutes personnes qui porte le nom **Krim et Guerriche.***

A tous mes collègues de promotion de 2^{ème} année Master en protection des écosystèmes

Je vous estime tous ... !

BASMA.K

Dédicaces

Avec l'aide et la protection d'Allah

S'est réalisé ce modeste travail

Et je le dédie :

A mon cher père Wahid :

Tu es et tu resteras mon inépuisable source d'affection de soutien et de force

A ma chère mère Nawel :

Qui n'a pas cessée de m'encourager et prier pour moi et qui représente pour moi la source de l'amour et la tendresse.

A mes chères sœurs :

Manel, Amani, et la petite de la famille Alaa Errahmene. Pour les efforts et l'attachement qu'elles m'ont fourni pour me supporter

A mes grands-parents

A mes chères cousines et mon petit cousin Mohamed Iyed

A ma grande famille

A mes chères amies :

Nour, Basma, Abir, Maliha et Rayene

Que dieu vous garde tous dans ma vie

IKRAM.L

Dédicaces

Avec l'aide et la protection d'ALLAH

S'est réalisé ce modeste travail.

Et je le dédie :

A mon cher père lakhel :

Pour ses encouragements son soutien surtout pour son amour et son sacrifice afin que rien n'entrave le déroulement de mes études.

A ma chère mère Yasmina :

Qui donne toujours l'espoir de vivre et qui n'a jamais cessé de prier pour moi.

A mes chères sœurs :

Dounia, Safaa, aya, pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

A mon amie intime : Sara.

A tous mes amies, Basma, Ikram, Abir, Maliha.

Et mon fiancé Djamel qui n'a pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir.

A toute personne qui éprouve les sentiments de joie en consultant mon travail.

A toute les familles Amari, Mallem

A tous ceux qui m'aiment.

RAYENE.A

Condoléances

A la suite de ce douloureux accident, qui a fait de nombreuses victimes parmi les travailleurs du complexe de liquéfaction de gaz à Skikda, alors qu'ils exerçaient leur devoir professionnel, laissant dans le cœur de leurs familles et amis une grande tristesse et un grand vide. Après notre visite au complexe, nous n'avions qu'à présenter nos condoléances aux familles des victimes, souhaitant que Dieu Tout-Puissant les habite dans son vaste paradis

اللهم ارحمهم واقبلهم عندك من الشهداء فانك انت الرحمان الرحيم وعلى الاجابة قدير، انا لله وانا اليه راجعون



Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Condoléances

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Résumé

Introduction

Introduction 1

Chapitre I : Recherche Bibliographique

1. Généralités sur les eaux 3

1.1. L'eau potable 3

1.2. Les eaux résiduaires 3

1.2.1. Les eaux résiduaires urbaines 3

1.2.2. Les eaux résiduaires industrielles 3

2. Pollution de l'eau 4

2.1. Les sources de la pollution de l'eau 4

2.1.1. Pollution d'origine domestique et urbaine 4

2.1.2. Pollution d'origine agricole 5

2.1.3. Pollution d'origine industrielle..... 5

2.1.4. Pollution naturelle 5

2.1.5. Les décharges sauvages 5

2.1.6. Pollution accidentelle 5

| | |
|---|----|
| 3. Les paramètres physico chimiques considérés lors d'études de pollution | 6 |
| 3.1. Température | 6 |
| 3.2. Potentiel d'hydrogène | 6 |
| 3.3. La conductivité | 6 |
| 3.4. Matière en suspension | 6 |
| 3.5. La demande biochimique en oxygène | 6 |
| 3.6. Demande Chimique en Oxygène | 7 |
| 3.7. Nitrates et Nitrites : | 7 |
| 3.8. Chlorures | 7 |
| 3.9. Turbidité..... | 7 |
| 3.10. Calcium | 8 |
| 3.11. Le magnésium | 8 |
| 4. Le dessalement de l'eau de mer | 8 |
| 4.1.Situation du dessalement dans le monde..... | 8 |
| 4.2.Le dessalement de l'eau en Algérie..... | 10 |
| 4.2.1.Structure générale d'une installation de dessalement | 11 |
| 4.2.2.Etapes du dessalement de l'eau de mer | 12 |

Chapitre II: Matériel et Méthodes

| | |
|---|----|
| 1. Présentation de la wilaya | 14 |
| 1.1. La zone industrielle de la wilaya de Skikda | 14 |
| 1.2. Présentation de GNL | 14 |
| 1.3. Rejets de GNL | 15 |
| 2. Procédé du dessalage appliqué dans la station de dessalement de l'unité GNL Skikda | 16 |
| 3. Techniques de prélèvement d'échantillons | 16 |
| 4. Analyses physico-chimiques | 17 |
| 4.1. Mesure de potentiel hydrogène pH | 17 |

| | |
|--|----|
| 4.2. Mesure de température | 17 |
| 4.3. Mesure de la turbidité | 18 |
| 4.4. Mesure de la conductivité | 18 |
| 4.5. Mesure des solides dissous totaux..... | 19 |
| 4.6. Détermination de l'alcalinité | 19 |
| 4.7. Détermination des chlorures | 20 |
| 4.8. Détermination de la dureté totale de l'eau THT | 21 |
| 4.9. Détermination de la dureté calcique THca | 22 |
| 4.10. Détermination de THmg | 23 |
| 4.11. Détermination des nitrites | 23 |
| 4.12. détermination de nitrate | 25 |
| 4.13. détermination de la demande biochimique en oxygène | 25 |
| 4.14. Détermination de la demande chimique en oxygène | 26 |
| 5. Processus de dessalement des eaux | 28 |
| 5.1. Distillation..... | 28 |
| 5.1.1. simple effet | 28 |
| 5.1.2. multiples effets | 28 |
| 5.1.3. Distillation par détente successives | 29 |
| 5.1.4. Distillation par compression de vapeur | 30 |
| 6. Procède membranaires | 30 |
| 6.1. L'ultrafiltration | 30 |
| 6.2. La microfiltration | 30 |
| 6.3. L'osmose inverse | 30 |
| 6.4. L'électrodialyse | 31 |

Chapitre III : Résultats et Discussions

| | |
|---|----|
| 1. Les résultats physico chimiques des eaux saumâtres | 33 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| 1.1. La température | 33 |
| 1.2. Le pH | 33 |
| 1.3. La conductivité | 34 |
| 1.4. La turbidité | 34 |
| 1.5. Le total de sel dissous | 35 |
| 1.6. Nitrite | 35 |
| 1.7. Le chlorure | 36 |
| 1.8. Calcium | 36 |
| 1.9. Magnésium | 37 |
| 1.10. L'alcalinité | 37 |
| 1.10.1. Titre alcalimétrique simple | 37 |
| 1.10.2. Titre alcalimétrique complet | 38 |
| 1.11. Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours | 38 |
| 1.12. Demande chimique en oxygène | 39 |
| 2. Résultats physico-chimique de l'eau potable | 40 |
| 2.1. Température | 40 |
| 2.2. pH | 40 |
| 2.3. Conductivité | 41 |
| 2.4. Turbidité | 41 |
| 2.5. Le total de sel dissous | 42 |
| 2.6. Chlorure | 43 |
| 2.7. La dureté totale de l'eau | 43 |
| 2.8. Alcalinité | 44 |
| 2.8.1. Titre alcalimétrique complet | 44 |
| 2.8.2. Titre alcalimétrique | 44 |
| 2.9. Calcium | 45 |
| 2.10. Magnésium | 46 |

3. Discussion : 46

Conclusion

Conclusion 49

Références Bibliographiques..... 50

Annexes 56

Listes des figures :

| | |
|--|----|
| Figure 01 : Situation de dessalement dans le monde | 9 |
| Figure 02 : Schéma général d'une installation de dessalement | 12 |
| Figure 03 : Situation du complexe GL1/K dans la zone industrielle. | 15 |
| Figure 04 : point de prélèvement d'échantillon | 16 |
| Figure 05 : pH mètre thermo scientifique. | 17 |
| Figure 06 : Turbidimètre Scientifique, Inc..... | 18 |
| Figure 07 : conductimètre thermo scientifique. | 18 |
| Figure 08 : détermination de l'Alcalinité | 20 |
| Figure 09 : détermination de chlorure. | 21 |
| Figure 10 : détermination de la dureté totale..... | 22 |
| Figure 11 : détermination du calcium. | 23 |
| Figure 12 : détermination de Nitrites | 24 |
| Figure 13 : détermination de DBO5 | 25 |
| Figure 14 : Détermination de DCO..... | 27 |
| Figure 15 : Procédés de dessalement..... | 28 |
| Figure 16 : Distillation à multiples effets | 28 |
| Figure 17 : Principe de fonctionnement d'un système par détentes successives | 29 |
| Figure 18: Compression mécanique de vapeur | 29 |
| Figure 19 : Principe de dessalement par l'électrodialyse | 31 |
| Figure 20 : variation de la température | 33 |
| Figure 21 : Variation de pH..... | 34 |
| Figure 22 : Variation de la conductivité..... | 34 |
| Figure 23 : Variation de la turbidité..... | 35 |
| Figure 24 : Variation de total des sels dissous | 35 |
| Figure 25 : Variation de Nitrite..... | 36 |
| Figure 26 : variation de la concentration de chlorure..... | 36 |

| | |
|---|----|
| Figure 27 : Variation la concentration de calcium. | 37 |
| Figure 28 : Variation de la concentration de magnésium..... | 37 |
| Figure 29 : Variation de titre alcalimétrique | 38 |
| Figure 30 : Variation de titre alcalimétrique complet. | 38 |
| Figure 31 : Variation de la DBO5. | 39 |
| Figure 32 : Variation de la DCO. | 39 |
| Figure 33 : Variation de la température | 40 |
| Figure 34 : Variation de pH..... | 41 |
| Figure 35 : Variation de la conductivité..... | 41 |
| Figure 36 : Variation de la turbidité | 42 |
| Figure 37 : Variation de la salinité | 42 |
| Figure 38 : Variation de la concentration de chlorure..... | 43 |
| Figure 39 : Variation de la dureté totale..... | 44 |
| Figure 40 : Variation de titre alcalimétrique complet | 44 |
| Figure 41 : Variation de titre alcalimétrique | 45 |
| Figure 42 : Variation de la concentration de calcium | 46 |
| Figure 43 : Variation de la concentration de magnésium..... | 46 |

Liste des tableaux :

| | |
|---|----|
| Tableau 01 : Les principales unités de dessalement en Algérie | 11 |
| Tableau 02 : présentation de complexe GNL..... | 15 |
| Tableau 03 : la prise d'échantillon pour déterminée le Nitrite..... | 24 |

Liste des abréviations :

- ADE** : Algérienne des eaux.
- CPI/K** : Le complexe de pétrochimie.
- CTE** : Le centre thermique électrique.
- ED** : Electro dialyse.
- EDTA** : Ethylène Diamine tétra –Acétique.
- ERI** : Eaux résiduaires industrielles.
- ETM** : Eléments traces métallique.
- F°** : Degré Français.
- GL1/K** : Le complexe de liquéfaction de gaz naturel.
- GNL** : gaz naturel liquéfié.
- GPL** : gaz pétrole liquéfié.
- MED** : La distillation à multiple effet.
- MF** : la microfiltration.
- MMS** : Quantité de pollution minérale.
- MSF** : Le multi stage flash.
- MVS** : Quantité de pollution organique.
- N** : normalité.
- NTU** : Nephelométric Turbidity Unit.
- OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.
- PE** : Prise d'échantillon.
- PNB** : Produit National brut.
- RA1/K** : Le complexe de raffinage de pétrole.
- RO** : Osmose Inverse.
- RTE** : Le complexe région terminale EST.
- T** : Titre de la solution.
- TA** : Titre Alcalimétrique.
- TAC** : Titre Alcalimétrique Complet.
- TDS** : Taux des sels dissous.
- TH ca** : la dureté calcique.
- TH** : Titre hydrotimétrique.
- THT** : dureté totale de l'eau.
- UF** : l'ultrafiltration.

Résumé :

Ces dernières années, l'Algérie s'efforce de repousser le spectre de la sécheresse et d'assurer sa sécurité hydrique, en raison de la rareté continue des pluies.

L'eau étant une ressource naturelle précieuse indispensable a de multiples usages, son utilisation nécessite une excellente qualité physico chimique.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité physico chimique de l'eau saumâtre de la station de dessalement GL₁K et de l'eau potable de la station de traitement des eaux Azzaba sur une période de 15 jours pendant le mois de Mars. Cette étude s'est appuyée sur la mesure de différents paramètres physico-chimiques (la température, potentiel d'hydrogène, nitrite, DCO...) et d'après les résultats obtenus, nous avons observé une conformité avec les normes de l'Organisation Mondiale de la Santé.

Mots clés : Station de dessalement GL1K- Physico chimie- Eau potable – Eau saumâtre.

Abstract :

In recent years, Algeria has been struggling to fend off the specter of drought and ensure its water security, due to the continued scarcity of rains.

Water being a precious natural resource essential for multiple uses, its use requires an excellent physico-chemical quality.

The objective of this study is to evaluate the physico-chemical quality of brackish water from the GL₁K desalination station and drinking water from the Azzaba water treatment station over a period of 15 days during the month of March 2023. This study was based on the measurement of various physico-chemical parameters (temperature, hydrogen potential, nitrite, COD, etc.) and according to the results obtained, we observed compliance with the standards of the World Organization of Health.

Keywords : Desalination plant GL1K - Physico chemistry - Drinking water - Brackish water.

المخلص

في السنوات الأخيرة، تكافح الجزائر لدرء شبح الجفاف وضمان أمنها المائي، بسبب ندرة الأمطار المستمرة. نظرًا لكون الماء موردًا طبيعيًا ثمينًا وضروريًا لاستخدامات متعددة، فإن استخدامه يتطلب جودة فيزيائية-كيميائية ممتازة. الهدف من هذه الدراسة هو تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية للمياه قليلة الملوحة من محطة تحلية GLIK ومياه الشرب من محطة معالجة المياه عصابة على مدى 15 يومًا خلال شهر مارس 2023. استندت هذه الدراسة إلى قياس المعلمات الفيزيائية والكيميائية المختلفة (درجة الحرارة، إمكانات الهيدروجين، النترت، الطلب الكيميائي للأكسجين.. إلخ) ووفقًا للنتائج التي تم الحصول عليها، لاحظنا الامتثال لمعايير منظمة الصحة العالمية.

كلمات مفتاحية: محطة تحلية GLIK - كيمياء فيزيائية - مياه شرب - مياه قليلة الملوحة

Introduction

Introduction :

L'eau est indispensable pour la vie mais sa disponibilité n'est pas assurée partout. La pénurie d'eau se pose dans de nombreux pays à travers le monde. La terre est souvent appelée la planète bleue parce que l'eau recouvre la majorité de la surface de la terre : environ 71 %. De plus, le volume d'eau sur la terre est estimé à environ 1,4 milliards de km³ (Musseau, 2007).

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

Pour faire face à la pénurie d'eau, de nouvelles techniques de production d'eau potable ont dû être mises en place pour satisfaire les besoins de la population croissante. Une des techniques prometteuses pour certains pays est le dessalement de l'eau de mer ou des eaux saumâtres. Les techniques de dessalement de l'eau de mer sont opérationnelles depuis de nombreuses années mais leur coût élevé a souvent limité leur utilisation aux pays riches. Cependant, ces dernières années, la capacité des usines de dessalement s'est fortement accrue et les coûts de production par m³ ont connu une forte diminution.

L'objectif de notre étude est d'étudier la qualité physico chimique des rejets de la station de dessalement et d'eau potable de l'unité GNL située dans la wilaya de Skikda et de la station d'eau potable d'Azzaba en se basant sur une série d'analyses physico-chimiques (Température, pH, conductivité, turbidité, salinité, chlorure, TA, TAC, THT, calcium, magnésium, DCO, DBO₅, nitrite).

Ce manuscrit s'articule autour de trois grandes parties :

La première partie : est consacrée à l'étude bibliographique, nous avons jugé utile de rappeler quelques généralités sur l'eau ainsi que des données sur les paramètres physico chimiques.

La deuxième partie : présente la méthodologie et le matériel utilisé ainsi que la présentation de la zone d'étude.

La troisième partie : la présentation et la discussion des résultats obtenus on se basant sur la bibliographie et les études antérieures.

Au terme de cette étude, une conclusion et des recommandations sont données

Chapitre I : Recherche Bibliographique

1. Généralités sur les eaux :

L'eau est banale, incolore et sans saveur, mais en même temps singulière, fantasque, exceptionnelle de valeur nutritive à peu près nulle, elle est cependant le constituant principal de tout être vivant. Lorsqu'elle gèle, elle augmente de volume, se gonfle au lieu de diminuer comme la plupart des autres substances, elle se solidifie et flotte en milieu liquide. (Mercier, 2000).

« L'eau c'est la vie, l'absence de l'eau c'est la mort »

1.1.L'eau potable :

Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) : une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé, afin de définir précisément une eau potable, des normes ont été établies qui fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocives et susceptibles d'être présentes dans l'eau.

1.2.Les eaux résiduaires :

Une eau résiduaire domestique est une eau mêlée de déchets résultant de l'usage de l'eau dans le fonctionnement d'un ménage, c'est-à-dire les eaux vannes et les eaux grises.

Ces eaux résiduaires sont complétées par les eaux résiduaires industrielles et les eaux résiduaires urbaines ([Www.aquaportail.com](http://www.aquaportail.com)).

1.2.1. Les eaux résiduaires urbaines :

L'eau résiduaire urbaine désigne l'eau qui provient des activités domestiques normales telles que les eaux fécales, de nettoyage, de cuisine, etc. Leur composition est assez uniforme et dépend des habitudes de vie de chaque maison. On compte les composés organiques, particules en suspension, substances nutritives (phosphore et azote) parmi les principaux éléments polluants ([Www.dictionnaire-environnement.com](http://www.dictionnaire-environnement.com)).

1.2.2. Les eaux résiduaires industrielles :

Les eaux résiduaires industrielles (ERI) ont généralement une composition plus spécifique et directement liées au type d'industrie considéré. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés. Etant donné la très grande variété des produits utilisés dans l'industrie, le travail de l'analyse sera toujours délicat et compliqué par la présence de matières organiques et minérales en quantité importante (Koller, 2009).

Tous les effluents ou rejets industriels obtenus lors de

L'extraction et de la transformation des matières premières en produits industriels, ainsi que les eaux de rejets des services généraux des industries (sanitaire et cuisine) sont considérées comme eaux résiduaires industrielles (Mizi, 2006).

2. Pollution de l'eau :

Le terme « pollution » désigne toute modification défavorable du milieu naturel, qui paraît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'activité humaine, au travers des effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou à travers des ressources agricoles, en eau et en produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède ou les possibilités réactives du milieu (1^{er} Rapport du Conseil sur la qualité de l'environnement de la Maison Blanche, 1965 in Ramade, 2002).

La pollution ou la contamination de l'eau peut être ainsi définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques par des déversements, rejets, dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques, les déchets industriels. Ces substances polluantes peuvent avoir différentes origines : urbaine (activités domestiques ; eaux d'égout ; eaux de cuisine), agricole (engrais ; pesticides) ou industrielle (chimie-pharmacie ; pétrochimie ; raffinage) (Mohamed Ben Ali, 2014).

La pollution est directement liée aux activités industrielles et agricoles. Et dans le cadre de notre recherche, nous nous intéressons aux rejets liquides transporté par l'eau, appelés communément les eaux résiduaires industrielles transportant en générale divers produits hautement toxiques avec des taux relativement élevés (Mohamed Ben Ali, 2014).

2.1. Les sources de la pollution de l'eau :

Nous pouvons classer les différentes sources de pollution de l'eau en trois grandes catégories ; la pollution domestique et urbaine ; pollution agricole et pollution industrielle (Dr-HDR-Touati, 2020).

2.1.1. Pollution d'origine domestique et urbaine :

Elle englobe les rejets liquides (eaux usées domestiques et urbaines), et les rejets solides des décharges publiques qui sont en majorité sauvages et non contrôlées. En effet, les décharges contiennent des matières organiques biodégradables, qui subissent un lessivage

vers les eaux superficielles, où elles s'infiltrent vers les nappes phréatiques. Pour les eaux usées qu'elles soient urbaines, domestiques ou des rejets industriels, elles sont directement évacuées dans les oueds sans aucun traitement (Dr-HDR-Touati, 2020).

2.1.2. Pollution d'origine agricole :

La pollution liée à l'agriculture est causée par l'utilisation anarchique d'engrais, de pesticides et d'herbicides ou de fongicides. Les méthodes modernes exigent parfois des labourages profonds et violents, ce qui favorise l'infiltration directe des polluants vers la nappe phréatique (Dr-HDR-Touati, 2020).

2.1.3. Pollution d'origine industrielle:

C'est la plus importante pollution, générée principalement par les industries minières au niveau des différentes étapes du traitement des minerais métalliques. Ces derniers libèrent une grande variété de substances métalliques, qui contribuent de façon cruciale à la mise en circulation des éléments traces métallique (ETM) et à leur distribution dans les sols, les sédiments, les nappes d'eaux et les végétaux. En effet, des niveaux élevés de composés d'azote et de cyanure (ammoniac, nitrate, nitrite) peuvent également être trouvés dans les eaux des sites miniers, en provenance de la lixiviation et des produits d'abattage par explosifs. Le drainage des acides et des contaminants de lixiviation est la plus importante source d'impacts sur la qualité de l'eau liés à l'extraction des minerais métalliques (Dr-HDR-Touati, 2020).

2.1.4. Pollution naturelle :

Ce type de pollution affecte rarement les ressources en eau, il s'agit de l'éruption volcanique, des épanchements sous-marins d'hydrocarbures ou encore lorsque l'eau entre en contact avec des gisements minéraux, en déclenchant des réactions de dissolution ou d'érosion, entraînant la libération de concentrations inhabituelles en métaux lourds (Dr-HDR-Touati, 2020).

2.1.5. Les décharges sauvages:

Les décharges sauvages (huile de vidange, batteries...) et tout ce que l'on jette dans la nature sans vraiment y prêter attention, représentent une source de pollution qui fait parfois beaucoup de dégâts (Dr-HDR-Touati, 2020).

2.1.6. Pollution accidentelle :

Leurs origines sont multiples. Certains déversements de produits polluants sont dus à des accidents (camions citernes, bacs endommagés, fuites sur canalisations...). D'autres surviennent dans des usines, lorsque des quantités importantes de gaz ou de liquides toxiques s'en échappent et sont disséminées en peu de temps dans la nature. Les stations elles-mêmes

peuvent tomber en panne et déverser leurs eaux usées ou leurs boues directement dans le milieu aquatique (Dr-HDR-Touati, 2020).

3. Les paramètres physico chimiques considérés lors d'études de pollution:

3.1. Température :

Facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (Gaujous, 1995).

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. (Rodier *et al*, 2005).

3.2. Potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH d'une eau représente son acidité ou alcalinité. Les eaux usées domestiques sont généralement neutres ou basiques. Donc elle n'influent pas sur le pH du milieu récepteur mais les affluents industriels constituent un facteur très important dans la modification de la valeur du pH (Rodier, 1996).

3.3. La conductivité :

C'est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations (Rejsek, 2002).

3.4. Matière en suspension (MES):

C'est la quantité de pollution organique (MVS) et minérale (MMS) non dissoute dans l'eau. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Les MES s'expriment par la relation suivante :

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS}$$

Les matières en suspension (MES) exprimées en mg par litre. Le diamètre supérieur à 1µm contenues dans l'eau (Duguet *et al*, 2006).

3.5. La demande biochimique en oxygène (DBO₅):

La DBO₅ est la quantité d'oxygène consommée (en mg O₂/l) pour assurer la dégradation (par voie bactérienne) des matières organiques contenues dans un litre d'échantillon d'eau sous analyse, à l'obscurité et à température de 20°C. La quantité d'oxygène consommée dans les conditions de l'essai est mesurée après un laps de temps de 5 jours. La détermination en laboratoire de la DBO₅, évalue la quantité de matières organiques biodégradables. Elle se résume à la réaction chimique suivante :



3.6.Demande Chimique en Oxygène (DCO):

La DCO est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non, contenue dans les eaux à l'aide du bichromate de potassium $K_2Cr_2O_7$ à $150^\circ C$. Elle est exprimée en $mg O_2/l$. La valeur du rapport DCO/DBO₅ indique le coefficient de biodégradabilité d'un effluent, il permet aussi de définir son origine (Radoux, 1986).

Généralement la valeur de la DCO est :

DCO = 1.5 à 2 fois la DBO₅ Pour les eaux usées urbaines.

DCO = 1 à 10 fois la DBO₅ Pour tout l'ensemble des eaux résiduaires.

DCO > 2.5 fois la DBO₅ Pour les eaux usées industrielles.

3.7.Nitrates et Nitrites : (NO^3 et NO^2):

Les nitrites et nitrates sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement. Ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium (NH^4+). Ils sont extrêmement solubles ; ils pénètrent le sol et les eaux souterraines où se déversent dans les cours d'eau par ruissellement. Ils constituent une des causes majeures de la dégradation des eaux à long terme. Les nitrites sont formés par dégradation de la matière azotée mais ils sont rapidement transformés en nitrates dans les sources d'eau potable (Lepelties, 2005). Dans les eaux, la quantité des nitrates maximale admissible est fixée à $50 mg/l$ (Coulais, 2002).

3.8.Chlorures CL^- :

Les teneurs en chlorures des eaux extrêmement variées sont liées principalement à la nature des terrains traversés. Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils confèrent à l'eau à partir de $250 mg/l$ surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (Rodier et al, 2005).

3.9.Turbidité:

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence des particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Les désagréments causés par une turbidité auprès des usagers sont relatifs car certaines populations sont habituées à consommer une eau plus ou moins trouble et n'apprécient pas les qualités d'une eau très claire. Cependant, une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur des particules en suspension. La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre.

3.10. Calcium (Ca^{2+}):

Le calcium, est le métal le plus commun du groupe des alcalinoterreux. Il est présent dans la nature et dans le corps humain, où il est indispensable à la solidité osseuse et au fonctionnement des cellules musculaires et nerveuses. Élément dominant dans les eaux potables, composant majeur de la dureté de l'eau ; il existe surtout à l'état d'hydrogencarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorures...etc. Le calcium est un élément qui contribue à la minéralisation des eaux. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés. Elle augmente pour les terrains calcaires et surtout gypseux en raison de la dissolution des formations carbonatées CaCO_3 , et des formations alluvionnaires gypseuses (CaSO_4) du quaternaire situées dans les dépressions. Une quantité élevée de calcium dans l'eau peut causer un entartage des conduites. Les eaux potables de bonne qualité ayant des teneurs en calcium comprises entre 100 et 140 mg/l. (Goudjl et Ben cheikh).

3.11. Le magnésium Mg^{2+} :

Le magnésium est un élément indispensable pour la croissance. Une grande quantité de magnésium dans l'eau peut engendrer en combinaison avec les sulfates un goût désagréable. Ses origines sont comparables à celles du calcium, car il provient soit de la dissolution des formations carbonatées à fortes teneurs en magnésium (magnésite et dolomite), soit des formations salifères riches en magnésium « MgSO_4 ». (Bouti & brik, 2017).

4. Le dessalement de l'eau de mer :

Le dessalement de l'eau (également appelé dessalage) est un processus qui permet de retirer le sel de l'eau salée ou saumâtre afin de la rendre potable après traitement. La déminéralisation c'est la technique qui consiste à séparer les sels dissous dans l'eau et à éliminer l'excès des ions en solution causant une minéralisation excessive. L'élimination peut être obtenue grâce à des procédés variés de traitement des éléments constituant la solution saline, dont les plus répandus sont les sulfates, les chlorures et divers ions halogènes. (Morvan, 2006)

4.1.Situation du dessalement dans le monde :

Le dessalement de l'eau est en très forte croissance dans le monde. L'approvisionnement en eau potable sur le plan quantitatif et qualitatif s'impose de plus en plus, parallèlement aux risques de pollutions (vecteurs de maladies, toxines ou matières en suspension ou agents pathogènes) qui perdurent à chaque étape du parcours de l'eau. La disponibilité géographique en eau douce est inégalement répartie dans le monde. Face à cette réalité, le dessalement de l'eau de mer est venu s'imposer pour pallier à ce déséquilibre. La capacité installée de

desalement augmente chaque année en moyenne de plus de 10%. Aujourd'hui, plus de 15000 unités de dessalement dans 120 pays produisent environ 40 millions de m³/j, dont les trois quarts issus de l'eau de mer et un quart des eaux saumâtres. Sur ces 40 millions, 75% sont destinés à la consommation humaine, 25% à un usage industriel ou agricole. Rappelons que la capacité mondiale de production en eau potable est de l'ordre de 500 millions de m³/j.

La Chine a annoncé 1 million de m³/j d'eau de mer traitée en 2010 et jusqu'à 3 millions de m³/j en 2020. 60% des besoins en eau douce des pays du Golfe Persique sont satisfaits par le dessalement d'eau de mer. En Méditerranée, la production artificielle d'eau douce par dessalement d'eau de mer ou d'eau saumâtre souterraine a débuté d'abord dans des situations d'isolement insulaire (Malte, Baléares, Dalmatie, Chypre, Cyclades...), littorales (Libye) et désertiques (Algérie), et essaime aujourd'hui très rapidement tout autour de la Méditerranée. L'Algérie et l'Espagne ont clairement opté pour cette option pour résoudre leur problème de pénurie. A ce jour, la Méditerranée représente environ un quart du dessalement mondial. Vers 2030, la région pourrait approcher le chiffre du dessalement mondial actuel (soit environ de 30 à 40 millions de m³/j) (BOYE, 2008).

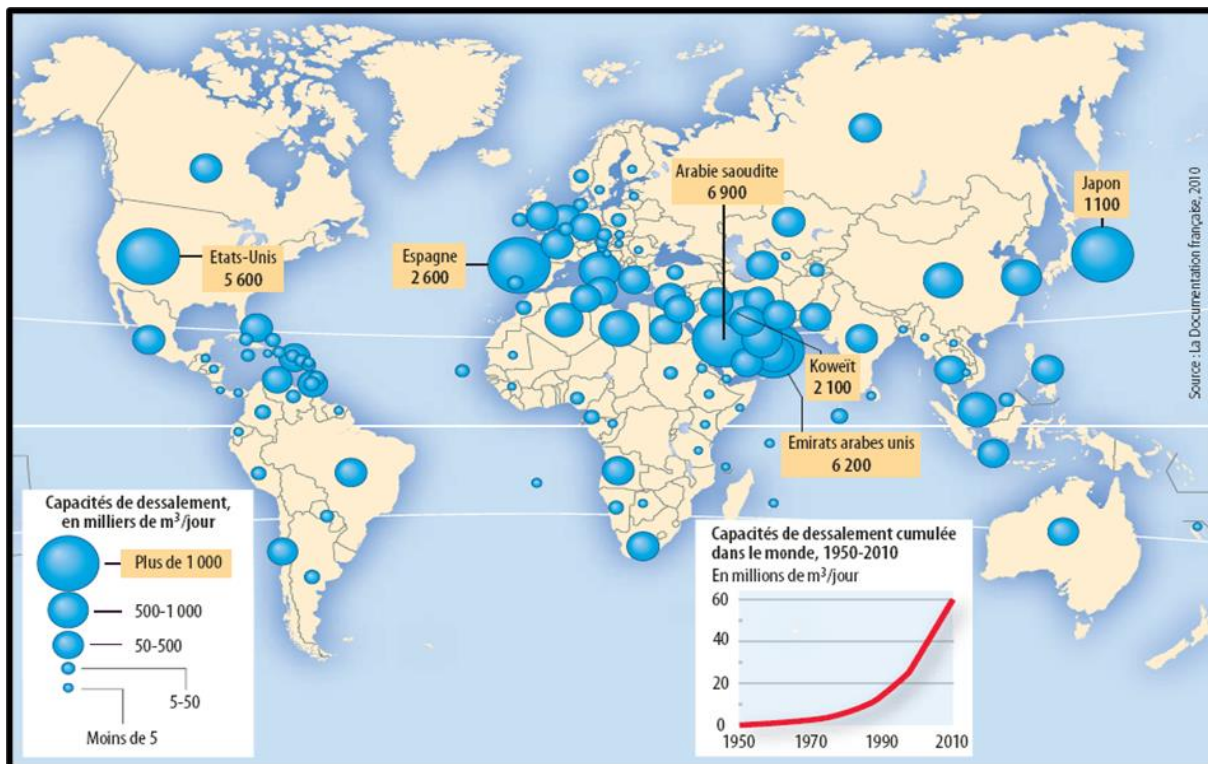


Figure 01 : Situation de dessalement dans le monde (la documentation française, 2010)

4.2. Le dessalement de l'eau en Algérie :

À l'instar des autres pays méditerranéens, l'Algérie, est confrontée davantage à d'énormes problèmes en matière de politique de l'eau. La surcharge du littoral, les disparités entre zones rurales et urbaines, les périodes de sécheresse et l'accroissement de la pollution sont autant de facteurs qui déstabilisent l'équilibre déjà précaire de l'alimentation en eau.

La crise de ressources hydriques qui a menacé ces dernières années l'alimentation en eau potable la population dans diverses régions du pays a accentué l'intérêt de l'Algérie au dessalement. Le projet dessalement d'eau de mer fait partie d'un programme d'urgence décidé par le gouvernement pour pallier durablement au déficit en ces ressources. (Ben Belkacem et Belaid, 2013).

En 1964, trois petits blocs de 8 m³/h chacun a été installés au complexe Gaz liquéfié d'Arzew (ville côtière à l'ouest du pays). La distillation à multiple effet (MED) c'est le procédé utilisé. En 1969, une autre installation a vu le jour à Arzew avec une capacité de production de 4560 m³/j. Le multi stage flash (MSF) c'est le procédé utilisé. D'autres installations ont été mises en exploitation pour les besoins en eau de haute pureté nécessaire au processus des complexes de production de l'électricité (Cap Djinet à l'Est d'Alger) et l'industrie de liquéfaction (Arzew et Skikda) (Ami touche, 2016). Le ministre des Ressources en eau de l'Algérie a fait une déclaration en février 2019, la proportion d'eau dessalée est estimée à 17 % de l'eau distribuée qui est l'équivalent de 1.36 million m³/j. (Ayad et Bensaoula, 2019).

Tableau 01 : Les principales unités de dessalement en Algérie (Bensalem, 2012)

| Nom | Wilaya | Année de mise En service | Capacité (m3/j) |
|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------|
| Skikda | Skikda | 2009 | 100 000 |
| Kahrana Arzew | Oran | 2005 | 90 000 |
| El-Hamma | Alger | 2008 | 200 000 |
| Beni saf | Ain Temouchent | 2010 | 200 000 |
| Mostaganem | Mostaganem | 2010 | 200 000 |
| Honaine | Tlemcen | 2010 | 200 000 |
| Ouled Ben Ayad | Tlemcen | 2010 | 200 000 |
| Douaouda | Alger | 2010 | 120 000 |
| Cap Djenet | Boumerdes | 2010 | 100 000 |
| Mactaa | Oran | 2010 | 500 000 |
| Oued Sebt | Tipaza | 2010 | 100 000 |
| Tenès | Chlef | 2010 | 200 000 |
| Echatt | Taraf | 2011 | 50 000 |
| Total | | | 2 260 000 |

4.2.1. Structure générale d'une installation de dessalement :

Quel que soit le procédé de séparation du sel et de l'eau envisagée, toutes les installations de dessalement comportent 4 étapes :

- a) Une prise d'eau de mer avec une pompe et une filtration grossière,
- b) Un pré-traitement avec une filtration plus fine, l'addition de composés biocides et de produits anti-tarte,
- c) Le procédé de dessalement lui-même, qui peut relever de deux principes généraux de la chimie. Certaines usines exploitent des procédés thermiques (congélation, distillation). Les autres ont recours aux procédés utilisant des membranes (osmose inverse, électrodialyse).
- d) Le post-traitement avec une éventuelle reminéralisation de l'eau produite.

A l'issue de ces 4 étapes, l'eau de mer est rendue potable ou utilisable industriellement. Elle doit alors contenir moins de 0,5 g de sels par litre. (Tahar et Chebki, 2020)

4.2.2. Etapes du dessalement de l'eau de mer :

Une installation de dessalement peut être schématiquement subdivisée en 4 postes :

- Une prise d'eau de mer
- Un poste de pré traitement.
- L'installation de dessalement proprement dite traitement par osmose inverse
- Un poste traitement.

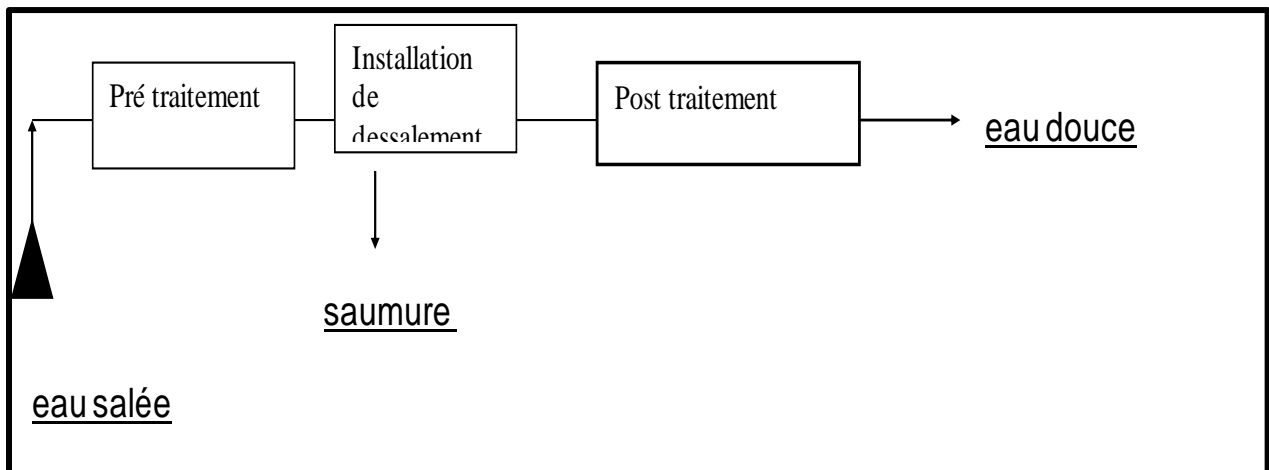


Figure 02 : Schéma général d'une installation de dessalement (Maurel, 2006).

Chapitre II : : Matériel et Méthodes

1. Présentation de la wilaya :

La Wilaya de Skikda est issue du découpage administratif de 1974. Elle comprend treize dairates regroupant trente-huit communes et s'étend sur une superficie de 4137,68km² avec 130km de côtes. La Wilaya de Skikda est située au nord-est de l'Algérie, elle s'étend sur une superficie de 4137,68Km², avec une population avoisinant les 804697habitants. Elle dispose de 130km de côtes qui s'étalent de la Marsa à l'est jusqu'à Oued Z'hour aux fins fonds du massif de Collo à l'ouest. Elle est limitrophe avec les Wilayas de Annaba, Guelma, Constantine et Jijel (Djema, 2013).

1.1.La zone industrielle de la wilaya de Skikda :

SONATRACH est la compagnie algérienne de recherche, d'exploitation, de transport par canalisation, de transformation et de commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés. Elle intervient également dans d'autres secteurs tels que la génération électrique, les énergies nouvelles et renouvelables et le dessalement d'eau de mer (Gueddah, 2003).

Elle exerce ses métiers en Algérie et partout dans le monde où des opportunités se présentent. SONATRACH est la première entreprise du continent africain. Elle est classée 12^{ème} parmi les compagnies pétrolières mondiales, 2^{ème} exportateur de GNL et de GPL et 3^{ème} exportateur de gaz naturel. Sa production globale (tous produits Confondus) est de 230 millions de tep en 2006. Ses activités constituent environ 30% Du PNB de l'Algérie. (Source, 2009) La zone industrielle de Skikda a été créée par décret 84/35 du 3 Mars 1984 relatif à l'administration des zones industrielles. Elle est située à l'Est de la Ville de Skikda à environ 4km et s'étend sur une surface totale de 1200 hectares, regroupant des unités industrielles dans le domaine des hydrocarbures (transport, raffinage, énergie et transformation). (Gueddah, 2003).

La zone industrielle de Skikda regroupe actuellement 7 unités de complexes :

- Le centre thermique électrique (CTE) et LAVALIN
- Le complexe de liquéfaction de gaz naturel (GL1/K)
- Le complexe de pétrochimie (CP1/K)
- Le complexe de raffinage de pétrole (RA1/K)
- Le complexe région terminale EST (RTE)
- L'entreprise nationale de production et distribution de gaz industriel (Bouhayene, 2015).

1.2.Présentation de GNL :

Complexe gaz naturel liquéfié (GL1/K)

Tableau 02 : présentation de complexe GNL (Labar, 2009).

| | |
|--------------------------------|--|
| Situation | Zone industrielle |
| Superficie | 74.8 ha |
| Date de mise en service | 1973 |
| Activité | Liquéfaction du gaz naturel |
| Nombre d'employés | 1310 |
| Matière première | Gaz naturel |
| Production | Gaz naturel- Ethane-Propane-Butane- Naphta -Eaux industrielles : Refroidissement : -150000m ³ /j (eau de mer). -15000m ³ /j (circuit fermé). |
| Process | 1440m ³ /J |

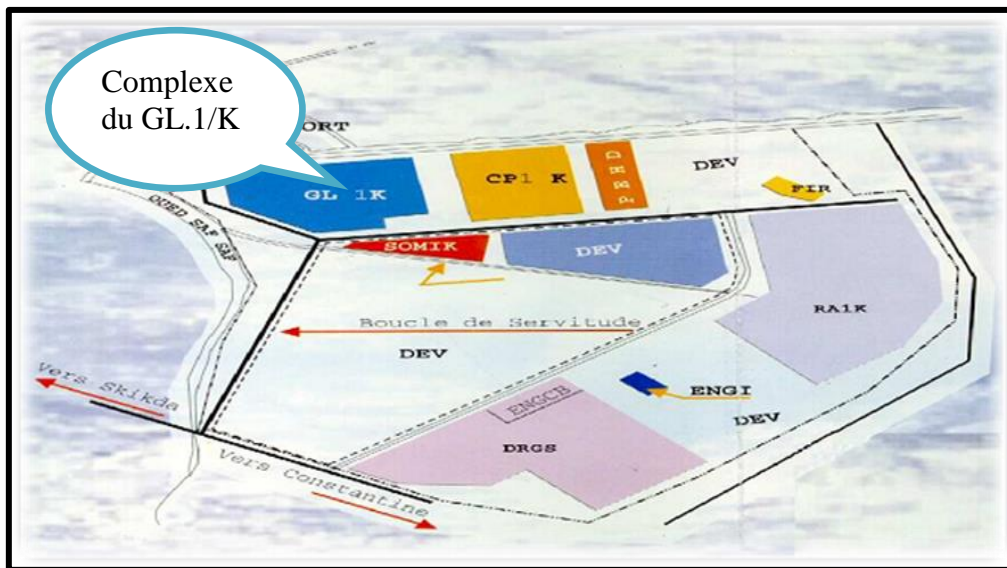


Figure 03 : Situation du complexe GL1/K dans la zone industrielle

1.3.Rejets de GNL :

Pour la zone industrielle on note la présence de 3 principaux types de rejets ; Gazeux dans l'atmosphère, les rejets liquides vers la mer et les cours d'eau naturels et les rejets solides dépôts et décharges. Les rejets liquides sont en nombre de 3 ils se déversent vers la mer et 4 autres vers Oued Saf-Saf avant d'arriver vers la mer.

Les différentes unités possèdent leur propre système de prétraitement avant le rejet mais nous remarquons que quelques-uns ne fonctionnent pas à 100% pour cause des arrêts soit accidentels ou annuelle pour entretien (Bouhayene, 2015).

2. Procédé du dessalage appliqué dans la station de dessalement de l'unité GNL Skikda :

L'eau de mer est introduite dans le condenseur distillateur de la cellule 4 et rejetée à l'égout. Une partie de cette eau dénommée (eau de mer d'appoint) est alors pulvérisée dans les cellules 1, 2, 3,4 au-dessus des faisceaux de chauffe. Dans la cellule 1, une partie de cette eau est vaporisée et la vapeur produite passe dans le faisceau de chauffe de la cellule 2 où elle est condensée à son tour en produisant la même quantité de vapeur et ainsi de suite jusqu'à la cellule 1.

Le reste de l'eau de mer passe par la partie inférieure de cellule en cellule pour être rejetée afin d'éviter une trop forte concentration en sel dans les chambres d'évaporation.

Afin de remédier au problème d'entartrage par les dépôts de sulfates et carbonates contenus dans l'eau de mer, la température d'évaporation a été choisie très basse (~50 °C). Sachant que la solubilité des sels décroît lorsque la température croît cette baisse de température implique une baisse de pression d'où l'installation d'un système d'extraction appelée éjecteur pour pomper l'air en provenance des fuites ou l'air dissous dans l'eau d'alimentation.

3. Techniques de prélèvement d'échantillons :

L'échantillon est prélevé dans des bouteilles parfaitement propres et rincées plusieurs fois à l'eau à analyser.



Figure 04 : Point de prélèvement d'échantillon

4. Analyses physico-chimiques :

L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physico-chimiques de l'eau traitée après le processus de dessalement du 12 Mars au 23 mars 2023 au complexe GL1K et du 21 mars au 4 Avril 2023 à la station de traitement des eaux Azzaba

4.1.Mesure de potentiel hydrogène pH :

Dans un bécher on verse l'eau à analyser et on plonge la sonde de ph mètre, on met en marche l'appareil. Après stabilisation de l'affichage sur le cadran de l'appareil on va noter la valeur du ph.

4.2.Mesure de température :

La température est mesurée au même temps que le pH par l'utilisation de l'appareil Thermo scientifique du laboratoire.

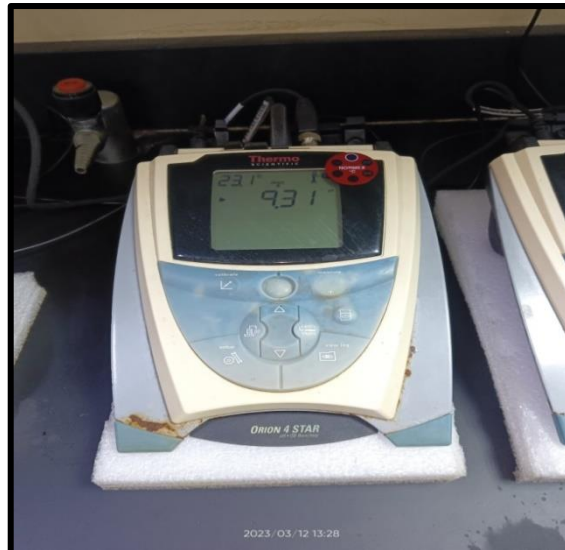


Figure 05 : pH mètre thermo scientifique.

4.3. Mesure de la turbidité :

A l'aide d'un turbidimètre **Scientifique, Inc.**

- Poussez le bouton **ON**
- Rincez trois fois l'intérieur d'une cuvette propre avec l'échantillon à examiner.
- Remplissez la cuvette avec l'échantillon. Remplacez le couvercle qui bloc la lumière et assurez vous que toutes les surfaces sont propres, secs et sans taches.
- Insérez la cuvette dans la cage d'optique et tournez lentement la cuvette un tour complet (360°) en cherchant la valeur la plus basse
- Enregistrer la valeur NTU.



Figure 06 : Turbidimètre Scientifique, Inc.

4.4. Mesure de la conductivité :

- Allumer l'appareil de conductimètre.
- Verser 100ml d'échantillon dans un bécher propre et sec.
- Rincer la sonde avec l'eau ultra pure puis avec de l'eau à analyser
- Tremper la sonde dans le bécher
- Lancer le lecteur
- Noter la valeur de la conductivité affichée sur l'appareil
- Rincer la sonde
- Arrêter l'appareil.

4.5.Mesure des solides dissous totaux (TDS) :

TDS, signifie total des solides dissous et représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Elle est mesurée au même temps que la conductivité par l'utilisation de l'appareil Thermo scientifique du laboratoire.

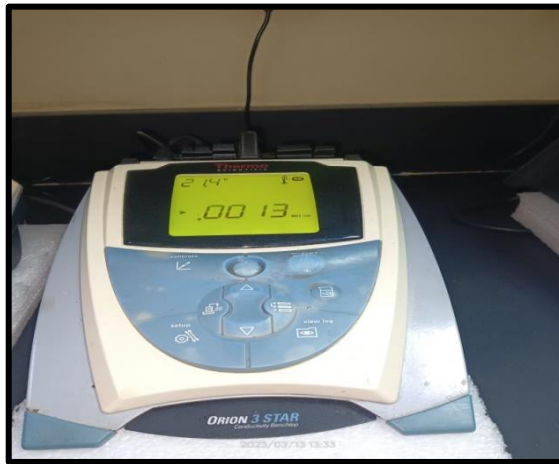


Figure 07 : Conductimètre thermo scientifique.

4.6.Détermination de l'alcalinité :

L'alcalinité se mesure à l'aide d'une solution titrée du H_2SO_4 en présence soit de phénolphtaléine ou de méthyle orange.

Mode opératoire :

Prendre une prise d'échantillon de 200 ml, ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine à 5g/l, deux cas peuvent se présenter :

Premier cas :

La solution reste incolore TA=0

Ajouter quelques gouttes d'hélianthine à 5g/l, la solution se colore en jaune.

Doser avec une solution d'acide sulfurique à 0.04N jusqu'à la coloration rose

Noter le volume V.

Calculs :

$$\text{TAC} = (\text{V.N/PE}) * 5000 \quad \text{En } ^\circ \text{ français}$$

N : normalité de l'acide sulfurique

V : volume de l'acide sulfurique versé

PE : Prise d'échantillon

5000 : exprimé en ° français

Deuxième cas :

Si la solution devient rose, procéder au dosage jusqu'à la décoloration avec H_2SO_4 et noter le volume d'acide versé.

Calculs :

$$\text{TA} = (\text{V.N/PE}) * 5000 \quad \text{En } ^\circ \text{ français}$$

Dans le même échantillon ajouter quelques gouttes d'hélianthine à 5g/l, la solution devient jaune paille. Continuer le dosage jusqu'au virage au rouge. Noter le volume V

$$\text{TAC} = (\text{V.N/PE}) * 5000 \quad \text{En } ^\circ \text{ français}$$



Figure 08 : Détermination de l'Alcalinité.

4.7.Détermination des chlorures :

A l'aide d'une solution de nitrate d'argent en présence de l'indicateur chromate de potassium jusqu'au virage rouge brique.

Réactifs :

- Chromate de potassium K_2CrO_4
- Nitrate d'argent $AgNO_3$
- Chlorure de sodium $NaCl$

Mode opératoire :

Prendre une Prise d'échantillon de 50 ml ajuster le PH à 8.3 avec une solution de H_2SO_4 (1+19) et une solution de $NaCl$ (10g/l) ajouter quelques gouttes de l'indicateur K_2CrO_4 et titrer jusqu'au virage rouge brique.

Calculs :

$$Cl^- = T \cdot V / PE$$

T : Titre de la solution Nitrate d'argent

V : Volume versé de la solution nitrate d'argent

PE : volume de la prise d'échantillon.

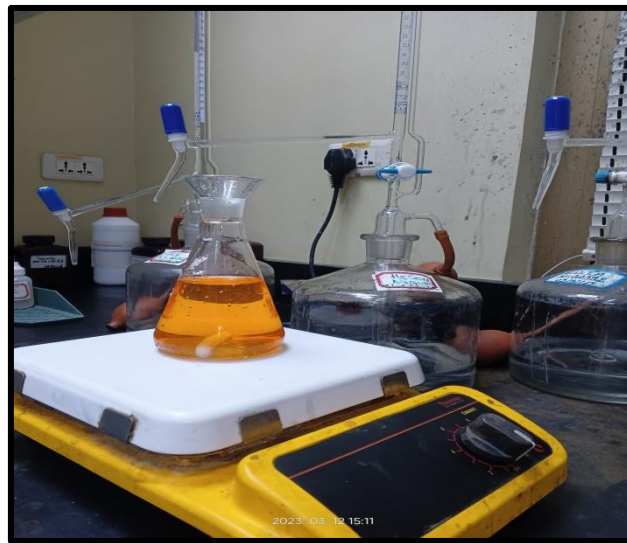


Figure 09 : Détermination de chlorure.

4.8. Détermination de la dureté totale de l'eau THT :

Le titre hydrométrique total THT indique globalement la teneur en sels de calcium (Ca) et de magnésium (Mg).

Réactifs :

- Noir eriochrome T
- EDTA est l'acide éthylène- diamine -tétra -acétique

- Carbonate de calcium CaCO_2
- Solution tampon (PH=10)

Mode opératoire :

1. Prendre une prise d'échantillon de 50 ml
2. Ajouter quelques gouttes de solution tampon
3. Ajouter une pincée de noir eriochrome T
4. La solution doit devenir rose. Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage bleu vert

Calculs :

$$\text{THT} = (\text{N.V/PE}) * 5000 \quad \text{en } ^\circ \text{ français}$$

N : normalité de l'EDTA



Figure 10 : Détermination de la dureté totale.

4.9.Détermination de la dureté calcique THca :

Le titre hydrométrique calcique indique la teneur en sel de calcium Ca

Réactifs :

- Solution tampon (pH=12)
- EDTA
- Solution de Murexide

Mode opératoire :

- Prendre une prise d'échantillon de 50 ml
- Ajouter 10 ml de la solution tampon (ph=12)
- Ajouter 2 gouttes de la solution de murexide
- Titrer avec EDTA jusqu'au virage du rose au violet.

Calculs :

$$\text{THca} = (\text{N.V/PE}) * 5000 \quad \text{En } ^\circ \text{ français}$$

N : normalité de la solution de l'EDTA

V : volume versé de l'EDTA

20 : Equivalent gramme de calcium

PE : prise d'échantillon (ml)

THT=THca+THmg



Figure 11 : Détermination du calcium.

4.10. Détermination de THmg :

Indique la teneur en sel de magnésium

Calculs :

$$\text{THmg} = \text{THT} - \text{THca}$$

4.11. Détermination des nitrites (NO₂) :

Réactifs :

- Permanganate de potassium KMNO₄ à 0.04N

- Acide sulfurique H₂SO₄ à ½
- Oxalate de sodium (Na₂C₂O₄)0.536g préparé dans des piluliers.

Mode opératoire :

- Si l'échantillon est trouble, le filtrer de préférence
- Prendre une PE de 50 ml dans un erlenmeyer de 250 ml
- Ajouter 50 ml de KMNO₄ à 0.04N
- Ajouter 10 ml de H₂SO₄ à ½
- Chauffer sur un bain de sable jusqu'à environ 90°C
- Retirer l'erien du bain et le mettre sur un agitateur magnétique
- Ajouter 50 ml de Na₂C₂O₄ dissous dans 200ml d'eau
- La solution doit se décolorer après rajout de Na₂C₂O₄
- Titrer avec KMNO₄ à 0.04 N jusqu'au virage au rose
- **Blanc** : même procédures mais avec l'eau distillée

Calculs :

$$\text{NaNO}_2 = (\text{Ve} - \text{Vb}) \cdot \text{N} \cdot 34.5 / \text{PE}$$

Ve : volume de KMNO₄ versé pour titrer l'échantillon

Vb : volume de KMNO₄ versé pour titrer le blanc

N : normalité de KMNO₄.

PE : prise d'échantillon.

✚ La prise d'échantillon est déterminée selon le tableau ci-dessous :

Tableau 03 : la prise d'échantillon pour déterminée le Nitrites.

| NaNO ₂ (mg /l) | PE |
|---------------------------|-----|
| 300 à 600 | 50 |
| 150 à 300 | 100 |
| 0 à 150 | 200 |

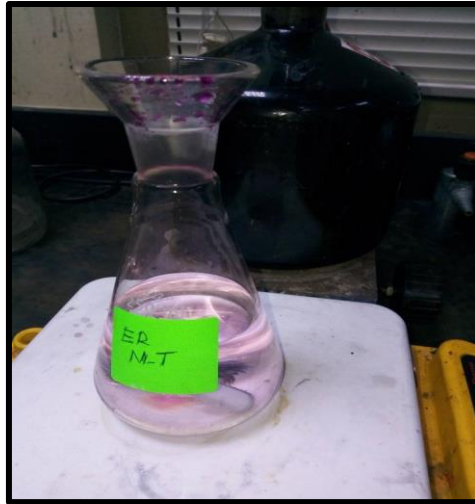


Figure 12 : Détermination de Nitrites

4.12. détermination de nitrate :

Réactifs :

- Brucine _sulfanilique acide
- Acide sulfurique H_2SO_4 (500-75)

Mode opératoire :

- Verser une PE de 50 ml dans un bécher (1) de 50 ml
- Ajoutez 1 ml de la solution BRUCINE sulfurique
- Mettez dans un bécher (2) 10 ml de l'acide sulfurique (500-75)
- Mélangez les deux béchers le (1) dans le (2), répétez le mixage 6 fois.
- Laissez le mélange reposer pendant 10 mn dans l'ombre
- Après que la couleur se développe, ajoutez 10 ml d'eau distillée dans le contenu de bécher
- Après 10 mn d'intervalle rajoutez encore 10 ml d'eau distillée et mixez 6 fois.
- Laissez refroidir le mélange pendant 20 à 30 min dans l'ombre.
- Effectuer la mesure à une longueur d'onde de 410 Nm.

✚ *Ce paramètre est très important, mais nous n'avons pas pu le faire en raison de son indisponibilité*

4.13. Détermination de la demande biochimique en oxygène DBO_5 :

- Mettre en marche DBO mètre tout en réglant le thermostat à 20°C.
- Remplir une bouteille en verre marron avec un volume 432 ml d'échantillon
- Introduire un barreau magnétique dans le flacon.

- Ajouter une pastille de l'hydroxyde de potassium (KOH).
- Placer l'Oxy-Top sur le flacon
- Appuyer sur la touche A et B simultanément jusqu'à ce que le zéro s'affiche pour lancer la lecture.
- Mettre la bouteille dans l'incubateur à 20°C pendant 5 jours.
- La lecture se fait après 5 jours à la même heure en appuyant sur la touche B (la valeur S'affiche en mg d'O₂/l).



Figure 13 : Détermination de DBO₅.

4.14. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) :

Réactifs :

- Sulfate de fer et d'ammonium à 0.25 N
- Sulfate de mercure préparé dans des piluliers
- Indicateur (1.10 phénanthroline et sulfate de fer)
- Bichromate de potassium (K₂Cr₂O₇) à 0.25 N
- Sulfate d'argent acidifié (Ag₂SO₄)
- Acide sulfurique concentré

Mode opératoire :

- Introduire 50 ml d'eau à analyser dans un ballon de 250 ml ou éventuellement une même quantité de dilution
- Mettre le ballon dans un bain de glace et ajouter 1 g de HgSO₄ cristallisé et 5 ml de H₂SO₄ concentré et quelques pierres d'ébullition. Mélangez jusqu'à la dissolution totale de HgSO₄

- Ajoutez ensuite lentement 25 ml de solution de $K_2Cr_2O_7$ à 0.25N et 70 ml de solution sulfurique de $AgSO_4$ tel que la température de la solution soit maintenue aussi bas que possible ($<40^\circ C$).
- Porter à ébullition pendant 2h sous réfrigérant à reflux adapté au ballon.
- Laisser refroidir. Diluer à 300 ml avec de l'eau distillée.
- Ajouter 8 à 10 gouttes d'indicateur et titrer le $K_2Cr_2O_7$ en excès avec une solution de sulfate de fer et d'ammonium à 0.25 N. la solution vire du bleu vert au rouge.
- Si la solution vire immédiatement au brun rougeâtre sans addition d'indicateur refaire l'analyse en diluant auparavant l'échantillon.
- Procéder aux mêmes opérations sur 50 ml d'eau distillée.

Calculs :

La demande chimique en oxygène (DCO) exprimé en mg d'oxygène par litre est égalé à :

$$DCO = (V_0 - V_1) \cdot N \cdot 8000 / PE$$

V_0 : volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire à l'essai à blanc (ml)

V_1 : volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire au dosage (ml)

N : normalité de la solution de sulfate de fer et d'ammonium

PE : prise d'échantillon.



Figure 14 : Détermination de DCO.

5. Processus de dessalement des eaux :

5.1. Distillation

5.1.1. simple effet :

Un faisceau tubulaire, alimenté par un fluide chauffant est plongé dans l'eau de mer à la partie basse d'une enceinte étanche et sous vide. Le fluide chauffant provoque alors une évaporation de l'eau de mer.

La vapeur ainsi formée est condensée sur un faisceau tubulaire, placé dans la partie haute de l'enceinte et dans lequel circule l'eau de mer froide. L'eau distillée et condensée s'écoule du faisceau et est recueillie dans une goutte d'où elle est pompée pour des usages divers. La température d'ébullition de l'eau de mer varie avec la pression donnée, il est important de noter que, pour une pression donnée, il existe un écart entre la température d'ébullition de l'eau pure et celle d'une eau saline (Danis, 2003).

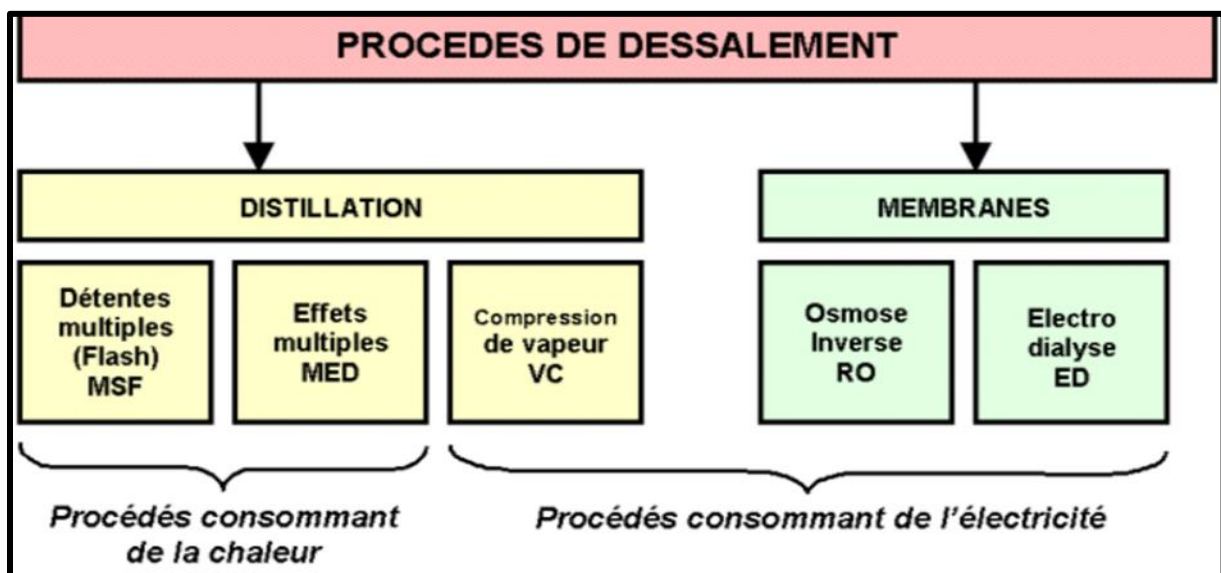


Figure 15 : Procédés de dessalement.

5.1.2. multiples effets :

On utilise la distillation à multiples effets pour améliorer le rendement thermique du cycle évaporation-condensation. La chaleur de condensation de la vapeur produite dans une première chambre d'évaporation réchauffe une seconde chambre à pression et température plus faibles et ainsi de suite (Danis, 2003).

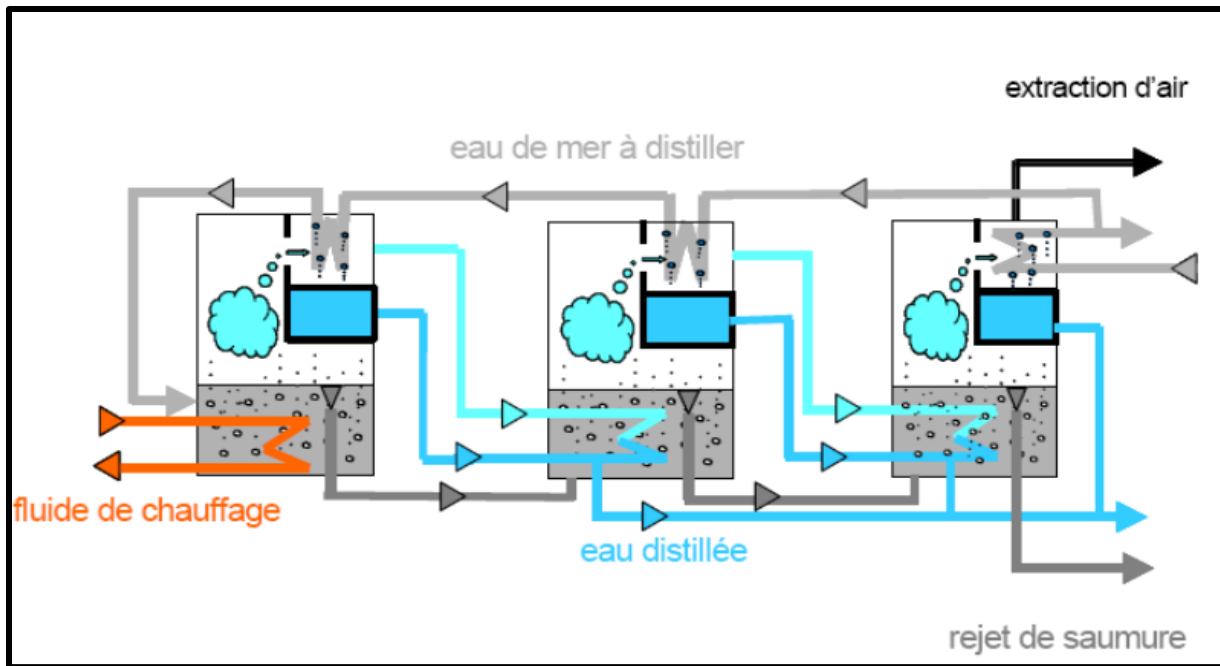


Figure 16 : Distillation à multiples effets (Danis, 2003).

5.1.3. Distillation par détentés successives (Multi stage Flash, MSF) :

Ce procédé dit Flash consiste à maintenir l'eau sous pression pendant toute la durée du chauffage ; lorsqu'elle atteint une température de l'ordre de 120°C, elle est introduite dans une enceinte (ou étage) où règne une pression réduite. Il en résulte une vaporisation instantanée par détente appelée Flash. Une fraction de l'eau s'évapore puis va se condenser sur les tubes condenseurs placés en haut de l'enceinte, et l'eau liquide est recueillie dans des réceptacles en dessous des tubes (Maurel, 2006).

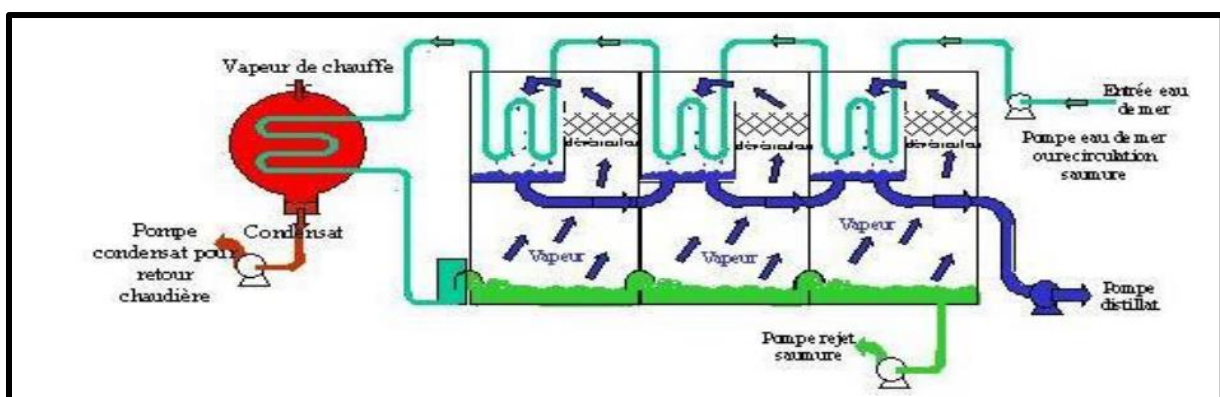


Figure 17 : Principe de fonctionnement d'un système par détentés successives (MSF)
(UNEP/MAP, 2003)

5.1.4. Distillation par compression de vapeur

L'eau de mer à dessaler est portée à ébullition dans une enceinte thermique isolée. La vapeur produite est aspirée par le compresseur qui élève sa température de saturation. Cette vapeur traverse ensuite un faisceau tubulaire placé à la base de l'enceinte et se condense en provoquant l'ébullition de l'eau salée (Rovel, 2012).

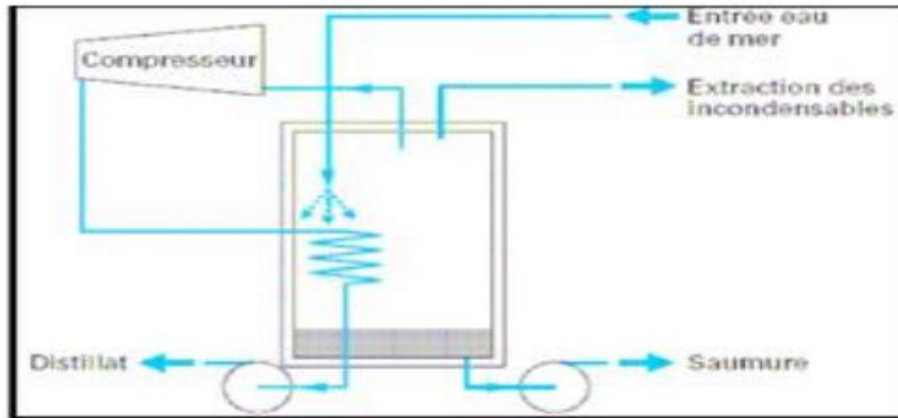


Figure 18 : Compression mécanique de vapeur (Danis, 2003).

6. Procède membranaires

6.1. L'ultrafiltration (UF) :

L'ultrafiltration a pour objet de séparer deux constituants en solution en fonction de leurs masses moléculaires. La membrane utilisée a des micropores de dimensions comprises entre 0.002mm et 0.05mm, cette technique a des applications très divers, tels que les industries agroalimentaires, Textiles et pharmaceutiques ainsi que dans le traitement des eaux.

6.2. La microfiltration (MF) :

Cette technique s'apparente à l'ultrafiltration mais s'en distingue par la nature des espèces à arrêter. De ce fait elles concernent la clarification et la stérilisation des eaux et des liquides alimentaires ou biologiques.

6.3. L'osmose inverse :

- **L'osmose** : est un principe naturel. Si deux solutions aqueuses ayant une concentration saline différente, sont séparées par une membrane, l'eau passe spontanément de la solution la moins concentrée en sel à la plus concentrée.
- **L'osmose inverse** : est basée sur le principe opposé. Elle consiste à appliquer à cette eau salée une pression importante supérieure à la pression osmotique. Qui

nécessite une consommation énergétique élevée, pour la faire passer à travers une membrane.

6.4. L'électrodialyse :

L'électrodialyse consiste à transférer des ions de sels dissous à travers des membranes qui ne laisse pas passer l'eau épurée, le mouvement des ions est provoqué par un champ électrique, l'électrode négative (cathode) attire les cations, tandis que les anions se déplacent vers l'électrode positive (anode). Les installations sont formées d'empilements compartimentés de membranes alternativement anionique et cationique, un compartiment sur deux renferme des saumures concentrées et un sur deux du permet épurer.

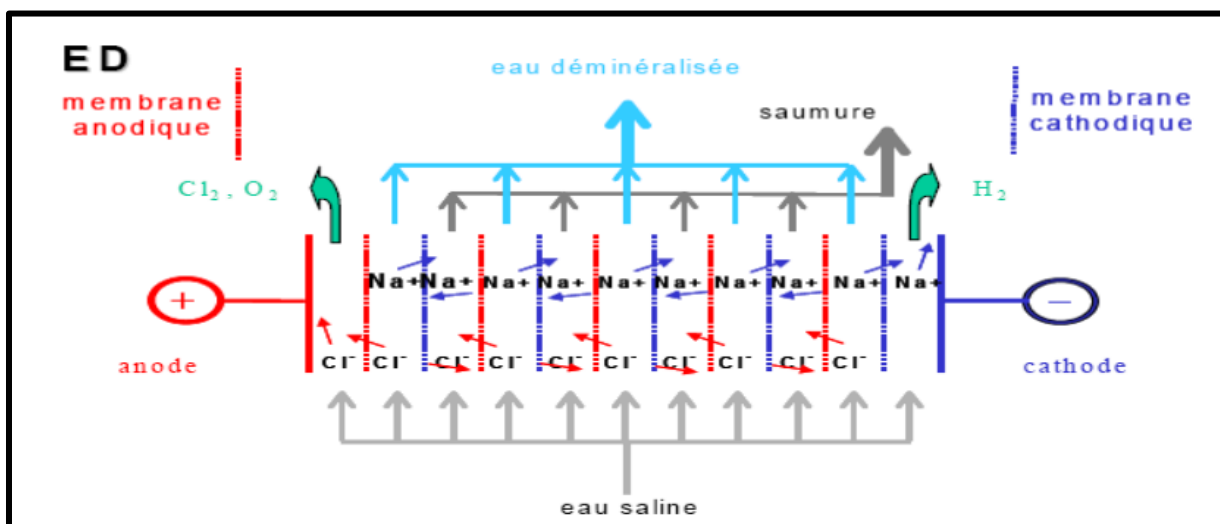


Figure 19 : Principe de dessalement par l'électrodialyse (Bushnak, 2012).

Chapitre III : Résultats et Discussion

Résultats et discussion :

Du 12 au 23 mars 2023 une évaluation de la qualité physico chimique des rejets de la station de dessalement de l'unité GNL et d'eau potable a été faite sur la base de mesures d'une série de paramètres effectuées au niveau de la station.

1. Les résultats physico chimiques des eaux saumâtres :

1.1. La température :

La figure 20 montre la variation de la température dans l'eau saumâtre durant la période d'étude.

La température de l'eau saumâtre oscille entre 21.5° et 27.4°C et reste conforme aux normes internationales qui fixent une valeur maximale de la température pour les rejets industriels à 30°C.

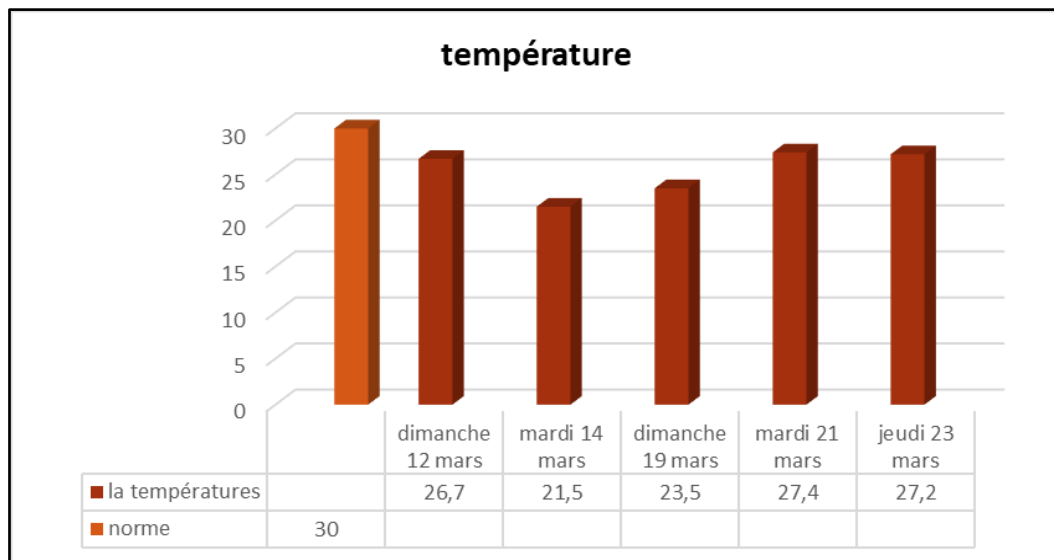


Figure 20 : Variation de la température

1.2. Le pH :

La figure 21 montre la variation du pH de l'eau rejetée par la station durant la période de notre étude qui est compris entre 8.05 et 8.33. Ces résultats sont conformes aux valeurs limites fixées par l'OMS.

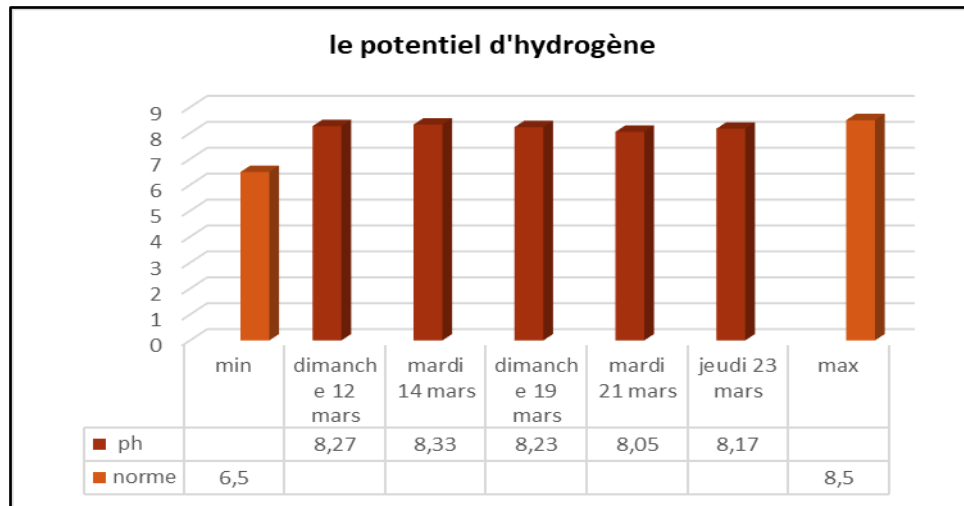


Figure 21 : Variation de pH

1.3. La conductivité :

La figure 22 exprime la variation de la conductivité de l’eau saumâtre durant la période d’étude et elle est comprise entre 56 ms /cm et 66.3 ms/ cm.

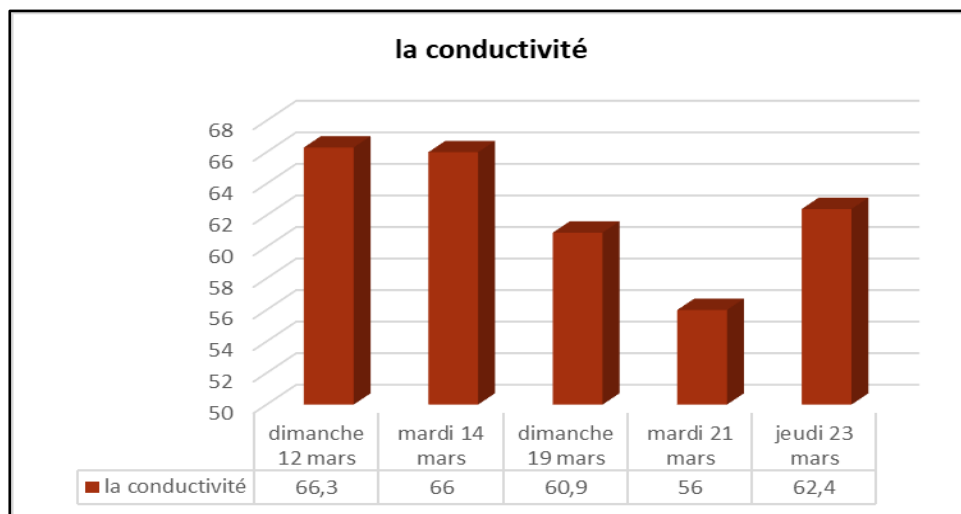


Figure 22 : Variation de la conductivité.

1.4. La turbidité :

La figure 23 montre la variation du la turbidité dans la station de dessalement qui est compris entre 1.65 et 6.14 NTU

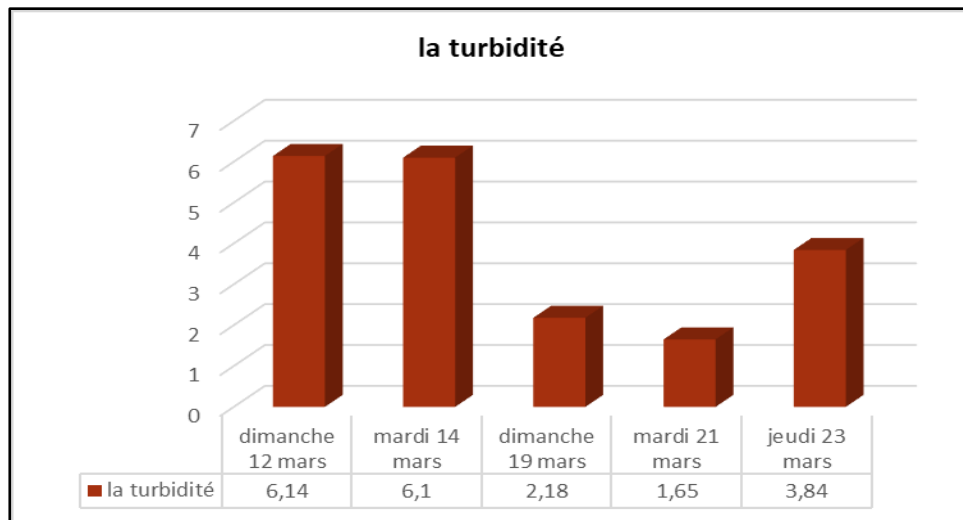


Figure 23 : Variation de la turbidité

1.5. Le total de sel dissous (TDS) :

La figure 24 présente la variation de la concentration du total des sels dissous (TDS) contenus dans l'eau saumâtre pendant la période d'étude et elle est stable (9999mg/l)

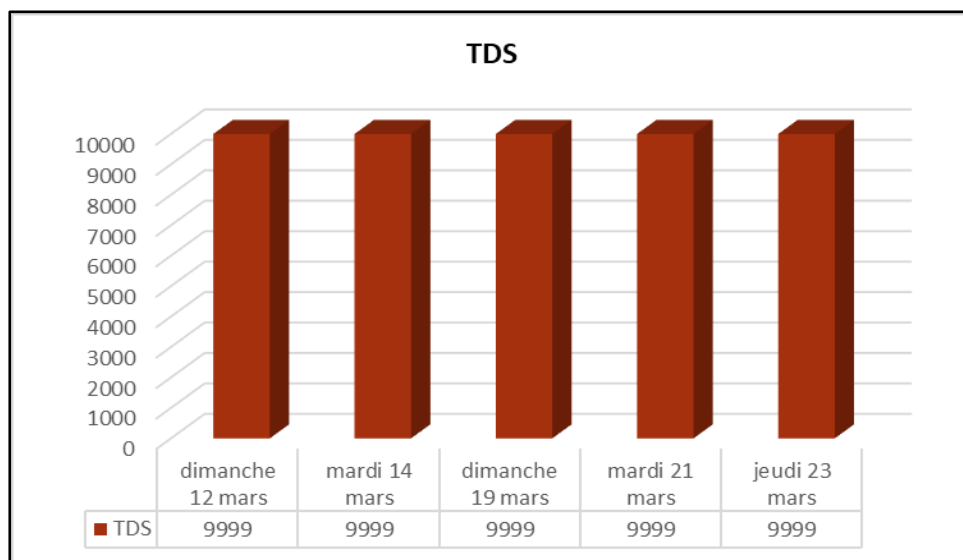


Figure 24 : Variation de total de sel dissous

1.6. Nitrite :

La figure 25, représente la variation de la concentration de nitrite de l'eau saumâtre pendant les 5 jours de l'étude. La concentration de nitrite de l'eau saumâtre est comprise entre 0 et 0.79 g/l et ne dépasse pas la norme internationale qui est de 1g/l.

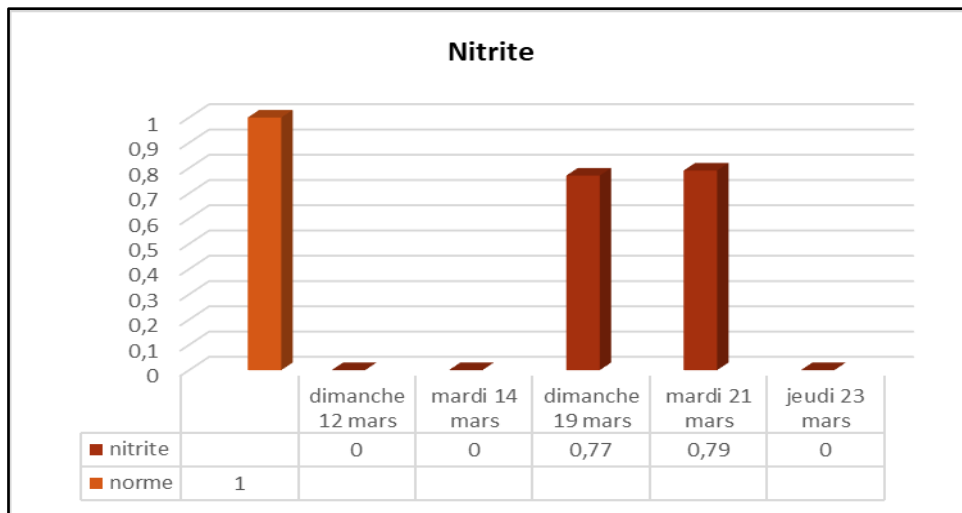


Figure 25 : Variation de la concentration de Nitrite

1.7. Le chlorure :

La figure 26 présente la variation de la concentration de chlorure de l’eau saumâtre pendant les 5 jours de l’étude. D’après les valeurs observées à travers la figure 26 Les concentrations du chlorure dans l’eau saumâtre rejetée par la station sont comprises entre 15.19 mg /l et 32.68 mg /l avec une valeur moyenne de 24.08 mg /l.

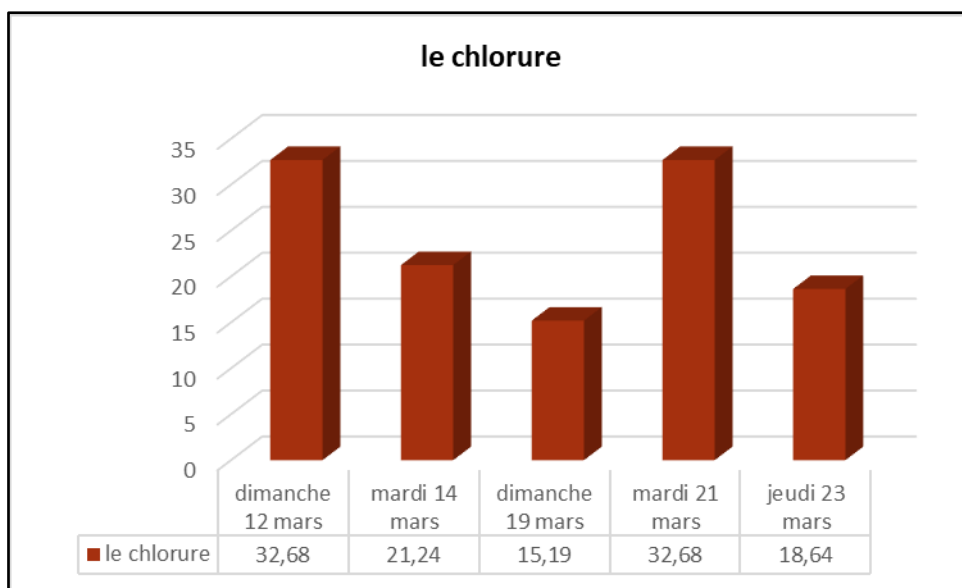


Figure 26 : Variation de la concentration de chlorure

1.8. Calcium :

La figure 27 présente la variation de la concentration de calcium de l’eau saumâtre pendant les 5 jours de l’étude. Elle est variable entre 784 et 1176 ° français.

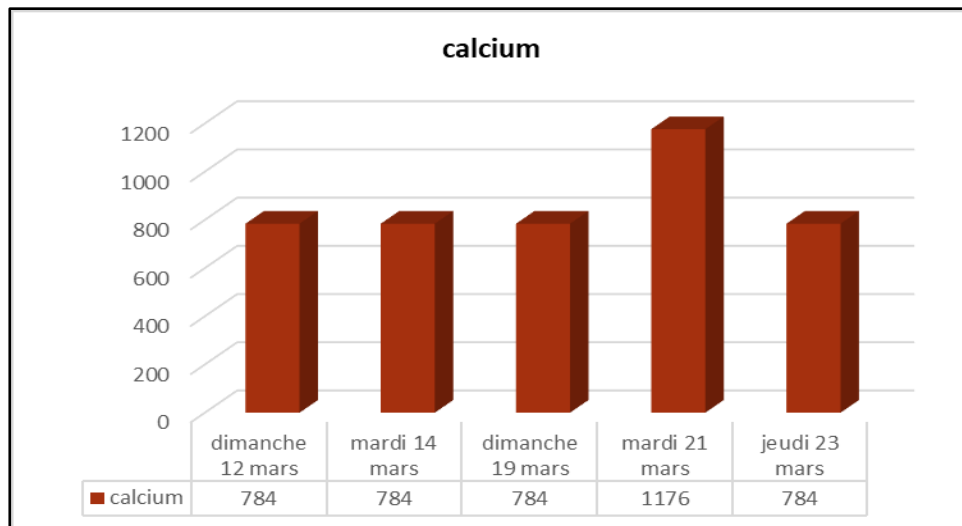


Figure 27 : Variation de la concentration de calcium.

1.9. Magnésium :

La figure 28 représente la variation de la concentration de Mg^{2+} de l'eau saumâtre pendant les 5 jours de l'étude qui a varié entre 1176 et 1960 ° français.

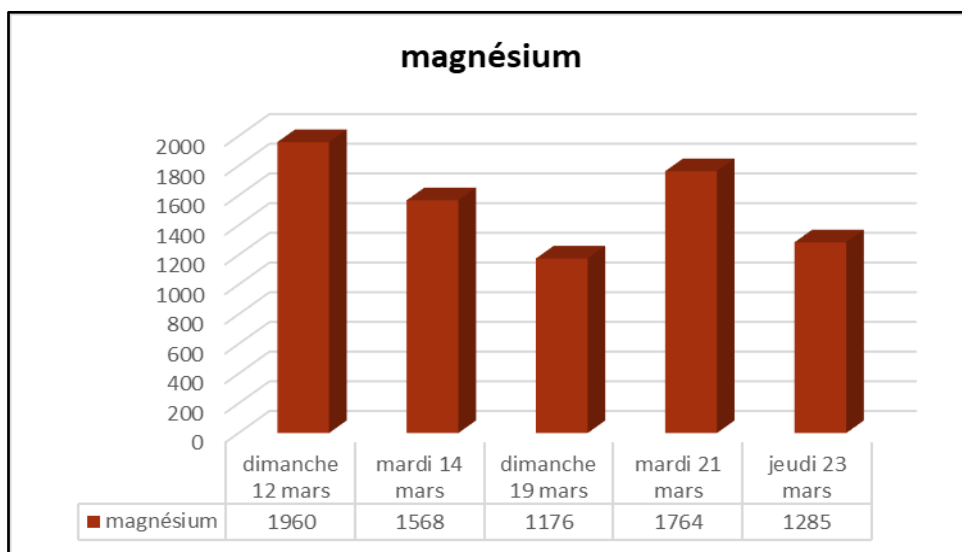


Figure 28 : Variation de la concentration de magnésium.

1.10. L'alcalinité :

1.10.1. Titre alcalimétrique simple :

La figure 29 représente les valeurs de titre alcalimétrique simple de la saumure pendant la période d'étude. Les résultats montrent des valeurs comprises entre 2.93 et 3.52 °F avec une valeur moyenne de 3.132 °F.

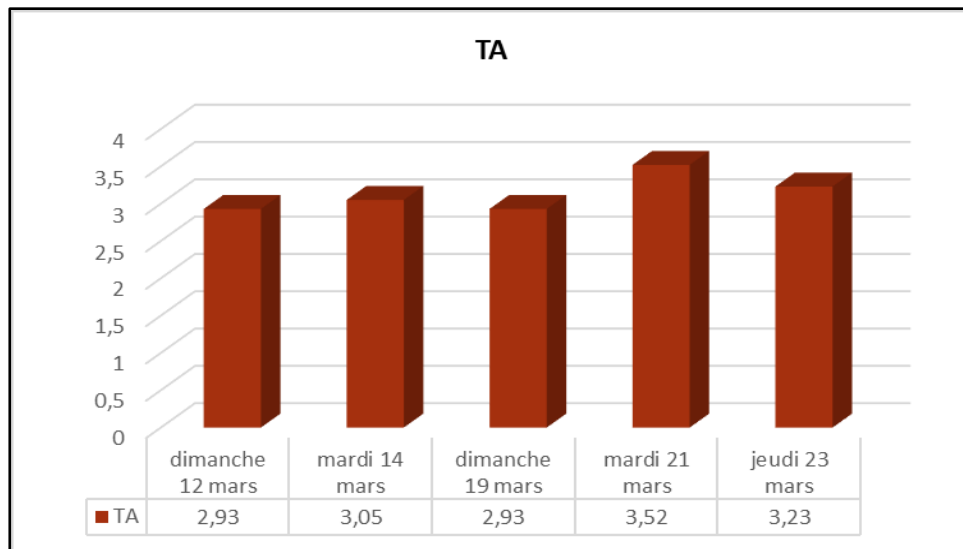


Figure 29 : Variation de titre alcalimétrique

1.10.2. Titre alcalimétrique complet :

La figure 30 exprime les valeurs de titre alcalimétrique complet de l'eau saumâtre rejetée par la station pendant les 5 jours de l'étude qui varient entre 15.68°F et 17.62°F avec une valeur moyenne de 16.73° F.

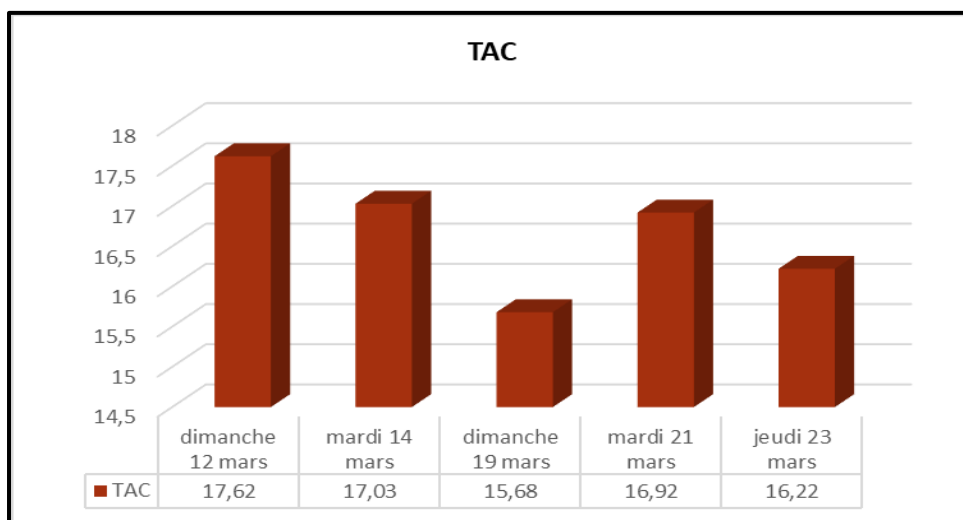


Figure 30 : Variation de titre alcalimétrique complet.

1.11. Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours :

La figure 31 exprime la valeur de la DBO₅ pendant la période d'étude qui est égale à zéro ce qui est conforme à la réglementation qui exige une DBO₅ < 30 mg/l

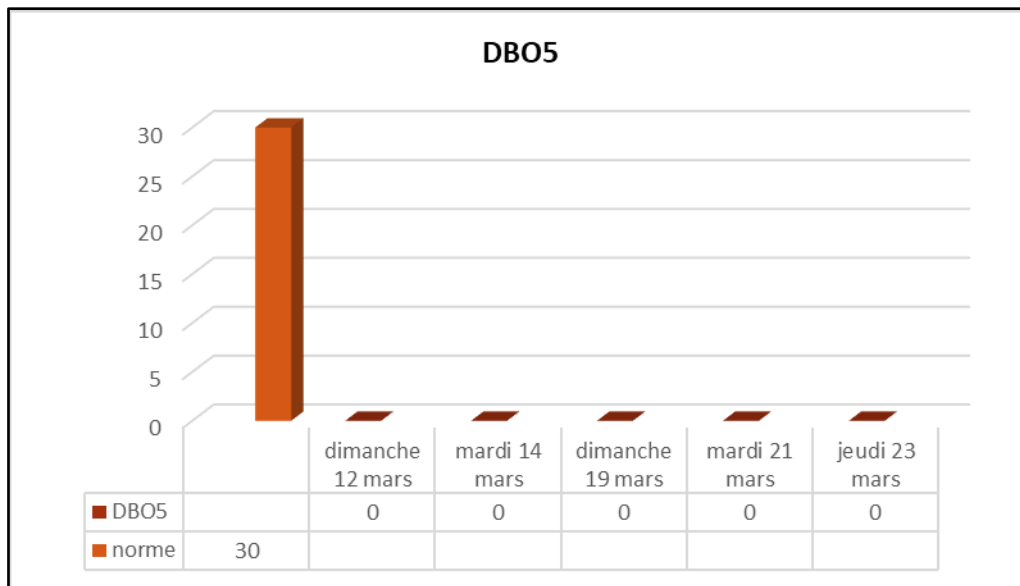


Figure 31 : Variation de la DBO5.

1.12. Demande chimique en oxygène :

La figure 32 représente les valeurs de la DCO pendant la période d'étude qui varient entre 40.9mg/l et 41.1mg/l avec une valeur moyenne de 40.97mg/l. Ces résultats sont conformes à la norme qui est < 90 mg/l (OMS).

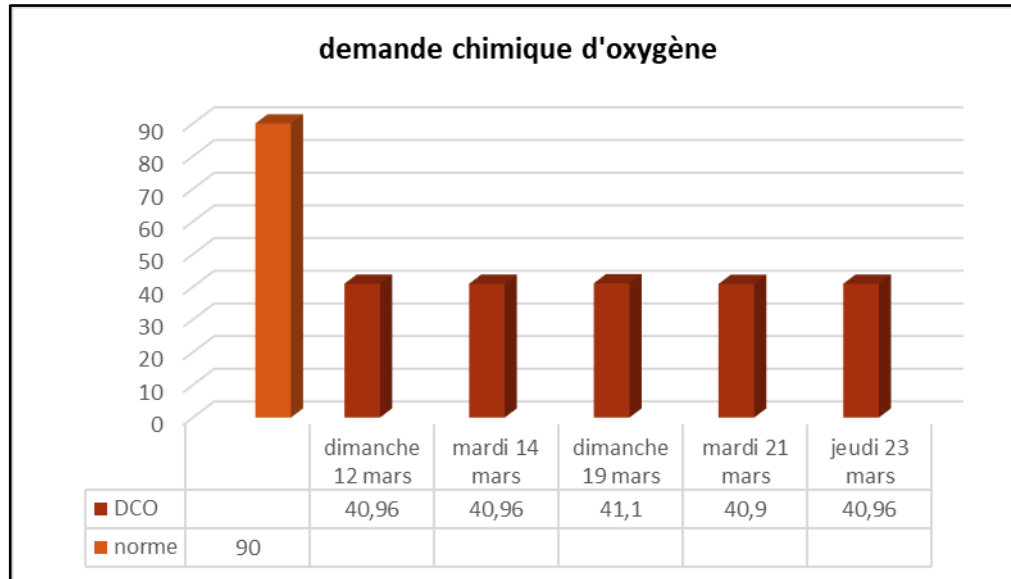


Figure 32 : Variation de la DCO.

Les analyses physico-chimiques effectuées sur l'eau saumâtre rejetée par la SDEM de GNL montrent que les valeurs du pH sont comprises entre 8.05 et 8.32, la conductivité varie de 56 ms/cm à 66.3 ms/cm. La turbidité de l'eau saumâtre oscille entre 1.65 NTU et 6.14

NTU. La concentration de nitrite varie de 0 et 0.79 mg/l. Il est clair que l'ensemble des paramètres discutés sont conformes aux normes de l'OMS ce qui indique une rigueur dans la gestion des rejets liquides de cette station.

2. Résultats physico-chimiques de l'eau potable :

2.1. Température :

La figure 33 montre la variation de ce paramètre dans l'eau potable durant la période d'étude. la température de l'eau potable est variée entre 20.9°C et 21.1°C dans la station de GNL, et entre 16,6°C et 19,5°C dans la station d'ADE Azzaba. Ces résultats sont acceptables d'après les normes OMS.

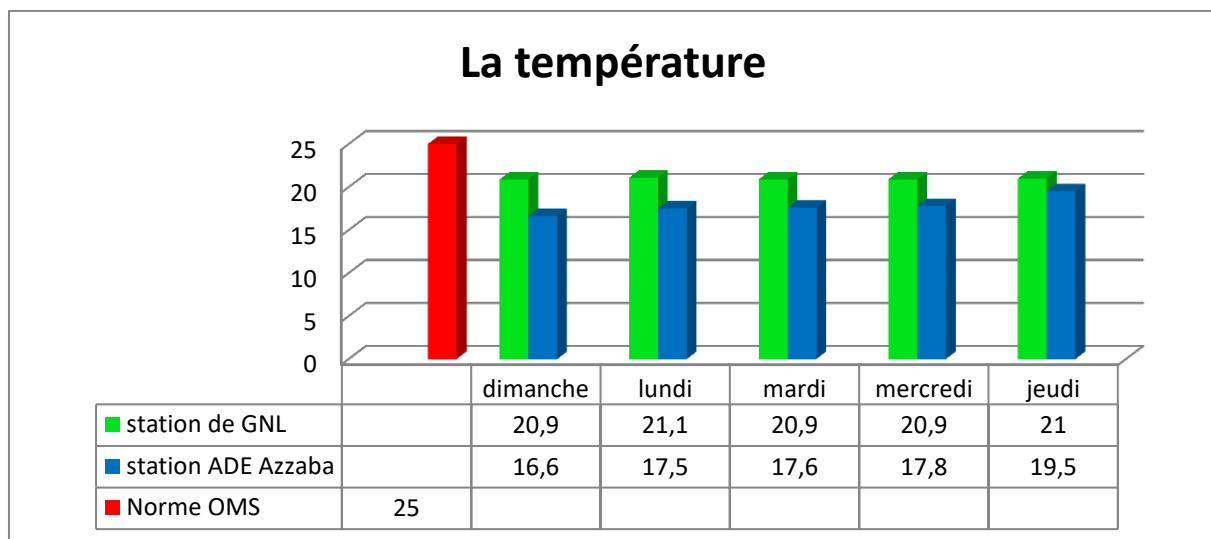


Figure 33 : Variation de la température

2.2. pH :

La figure 34 donne la variation du pH de l'eau potable de la station de GNL et la station ADE Azzaba durant la période de cette étude qui est variés entre 8.56 et 8.92 dans la station de GNL, et entre 7,9 et 8,17 dans la station ADE Azzaba. Ces résultats sont approuvés d'après les normes OMS.

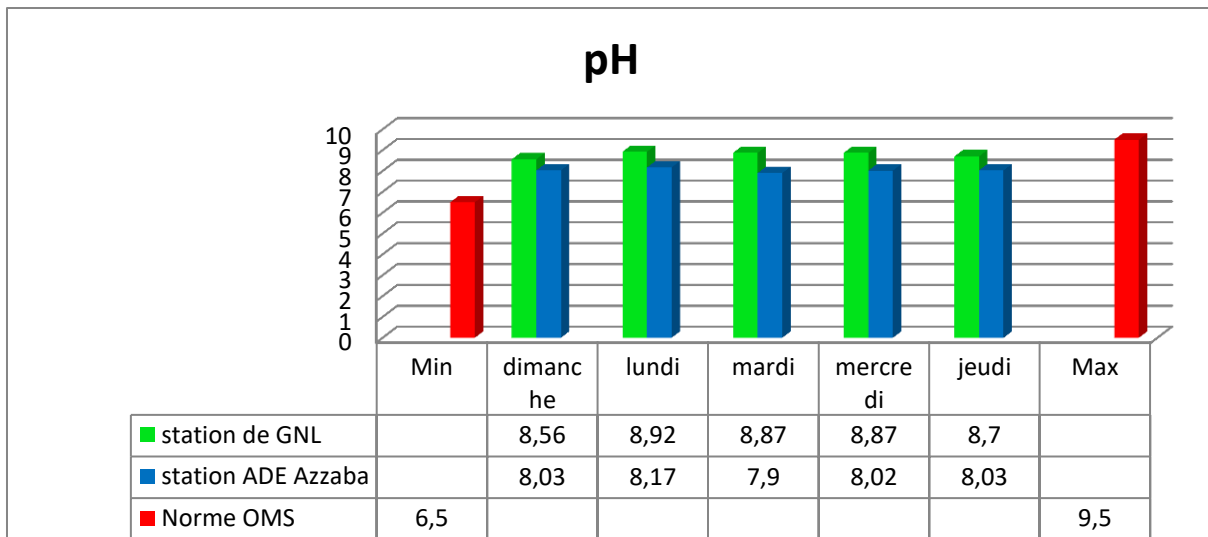


Figure 34 : Variation de pH.

2.3. Conductivité :

La figure 35 donne la variation de la conductivité de l’eau potable durant la période d’étude qui est variable entre 663 $\mu\text{s/cm}$ et 770 $\mu\text{s/cm}$ dans la station de GNL, et entre 889 $\mu\text{s/cm}$ et 895 $\mu\text{s/cm}$ dans la station ADE Azzaba, Ces eaux sont minéralisées.

En conclusion la conductivité de ces eaux répond aux normes de l’eau potable et qui est de 2100 $\mu\text{S/cm}$ (OMS, 2004).

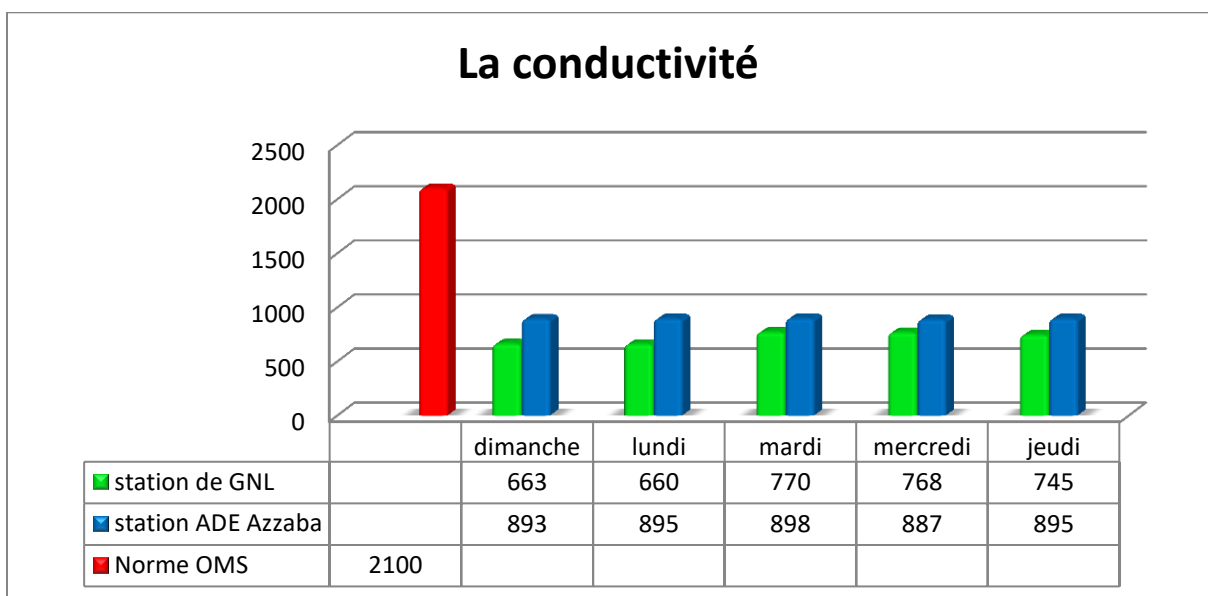


Figure 35 : Variation de la conductivité.

2.4. Turbidité :

La figure 36 donne la variation de la turbidité de l'eau potable durant la période d'étude. la turbidité est variée entre 0,58 et 0,73 NTU dans la station de GNL et entre 0,5 et 0,61 NTU dans la station ADE Azzaba. Ces résultats sont inférieurs à celle donnée par la norme OMS (5 NTU) donc sont acceptables, faisant cette eau bien clarifiée dans les deux stations.

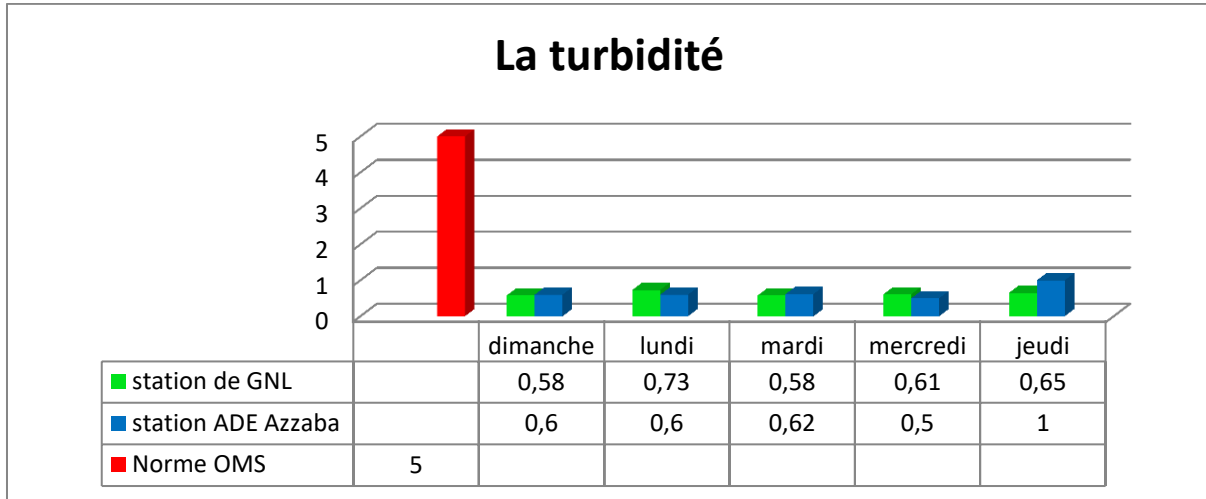


Figure 36 : Variation de la turbidité.

2.5. Le total de sel dissous (TDS) :

La figure 37 présente la variation de la concentration du total des sels dissous (TDS) Contenus dans l'eau potable de la station de GNL et station ADE Azzaba pendant la période d'étude qui est variée entre (376 mg/L et 377 mg/L) dans la station de GNL et constante à (400 mg/L) dans la station ADE Azzaba. Ces teneurs sont acceptables par les normes de l'OMS.

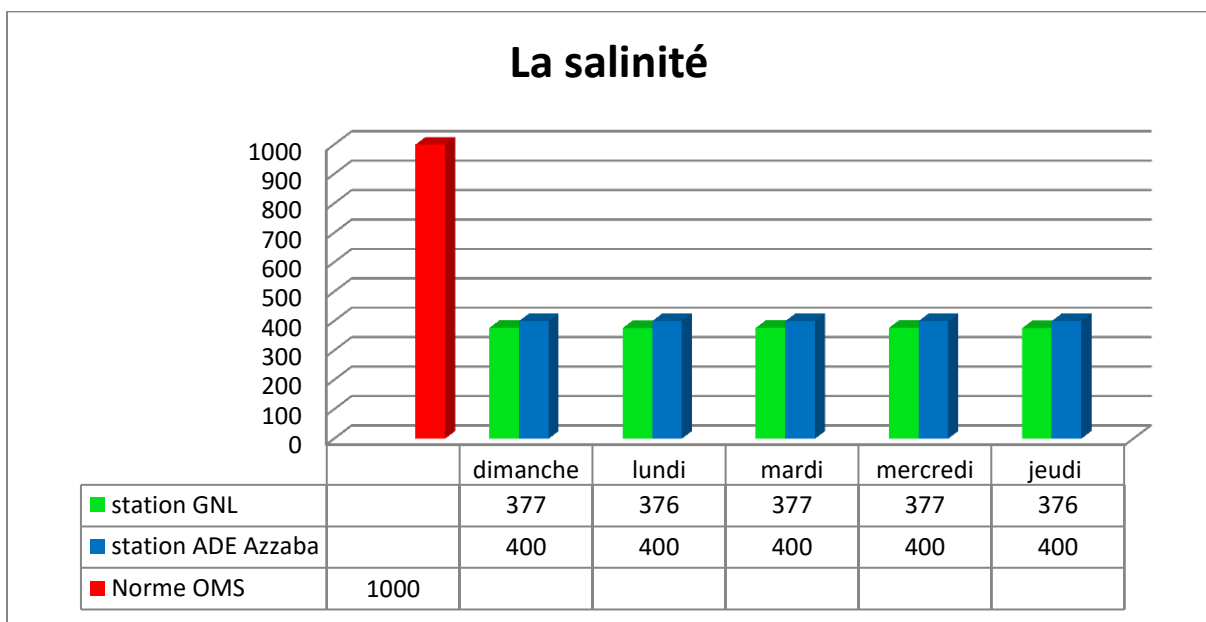


Figure 37 : Variation de la salinité

2.6. Chlorure :

La figure 38 présente la variation de la concentration de chlorure de l'eau potable pendant les 5 jours de l'étude dans deux stations. Elle est variée entre 0,16 mg/L et 0,2 mg/L dans la station de GNL et entre 0,7 mg/L et 0,8 mg/L dans la station ADE Azzaba. Les concentrations en chlorures sont inférieures à 500 mg /L selon les normes OMS, donc la qualité de l'eau dans les stations étudiées est acceptable.

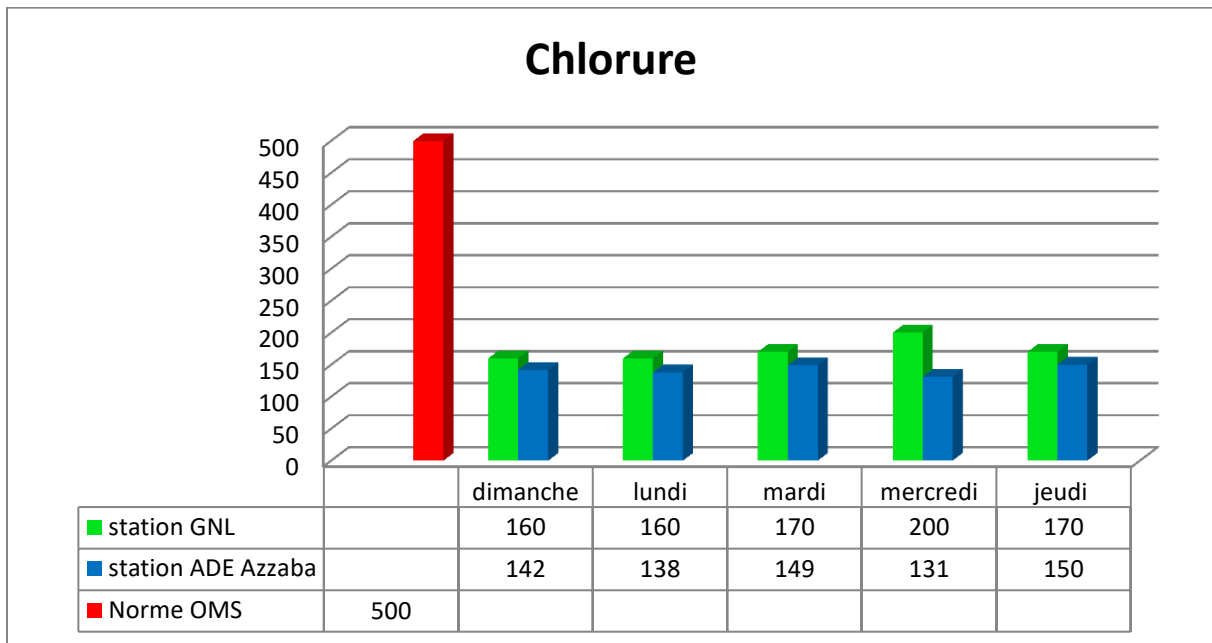


Figure 38 : Variation de la concentration de chlorure.

2.7. La dureté totale de l'eau (THT)

La figure 39 donne la variation de la dureté totale de l'eau potable dans la station de GNL et la station ADE Azzaba durant la période de cette étude qui est variée entre 7,76 °F et 12,61 °F dans la station de GNL et entre 2,9 °F et 6,29 °F dans la station ADE Azzaba, ces résultats ne dépassent pas les normes OMS de 50 mg/L, donc la qualité de l'eau est acceptable.

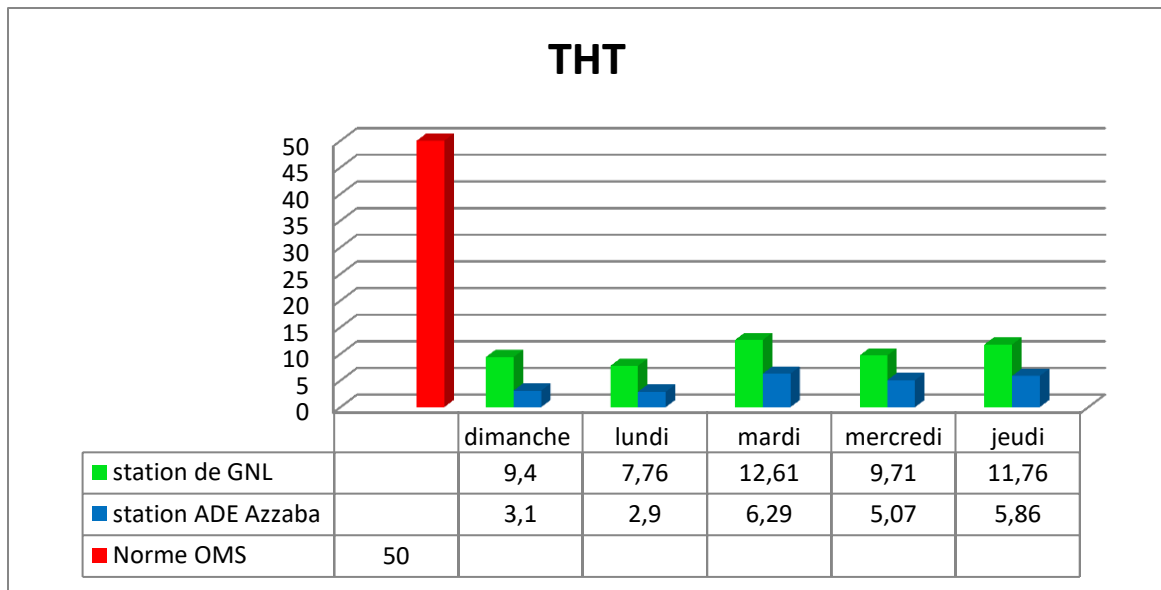


Figure 39 : Variation de la dureté totale.

2.8. Alcalinité :

2.8.1. Titre alcalimétrique complet TAC :

La figure 40 présente les valeurs de titre alcalimétrique complet de l'eau potable dans la station de GNL et station ADE Azzaba durant la période de cette étude. Les valeurs de titre alcalimétrique complet sont variées entre 5,43 mg/L et 9,63 mg/L dans la station de GNL, et entre 1,4 °F et 4,06 °F dans la station ADE Azzaba. Ces résultats sont faibles mais dans le cadre des normes OMS.

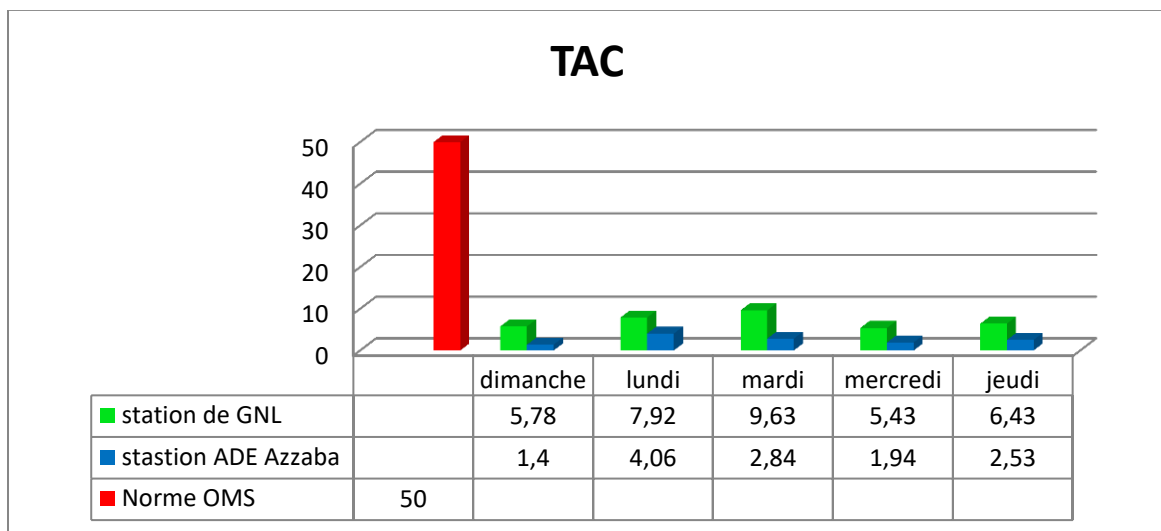


Figure 40 : Variation de titre alcalimétrique complet.

2.8.2. Titre alcalimétrique TA :

La figure 41 présente les valeurs de titre alcalimétrique de l'eau potable dans la station de GNL et station ADE Azzaba durant la période de cette étude. Les valeurs de titre alcalimétrique sont variées entre 0,64 °F et 1,93 °F dans la station de GNL, et on remarque une absence totale de TA dans l'eau de station ADE Azzaba. Donc les résultats de TA de ces eaux sont approuvés par l'OMS.

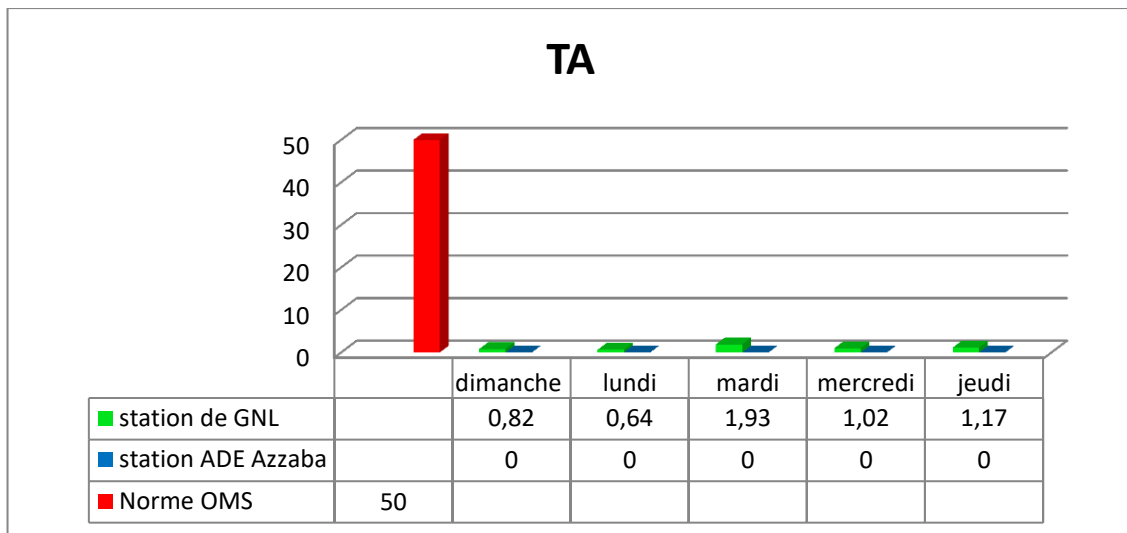


Figure 41 : Variation de titre alcalimétrique.

Le titre alcalimétrique (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC) traduisent l'alcalinité d'une eau. Ce sont des paramètres importants pour l'eau distribuée dans la canalisation. La connaissance de ces valeurs est essentielle pour l'étude de l'agressivité de l'eau, puisqu'elles dépendent de l'équilibre calco-carbonique (Belghiti et *al*, 2013).

2.9. Calcium :

La figure 42 donne la concentration de calcium dans l'eau potable dans la station de GNL et la station ADE Azzaba durant la période de cette étude qui est variée entre 2,24 mg/L et 7,29 mg/L dans la station de GNL et entre 0,59 mg/L et 4,69 mg/L dans la station ADE Azzaba, donc la concentration de calcium est plus faible, ce qu'indique que ces eaux sont moins influencées par la dissolution des formations carbonatées et gypseuses, donc la qualité de l'eau potable est acceptable.

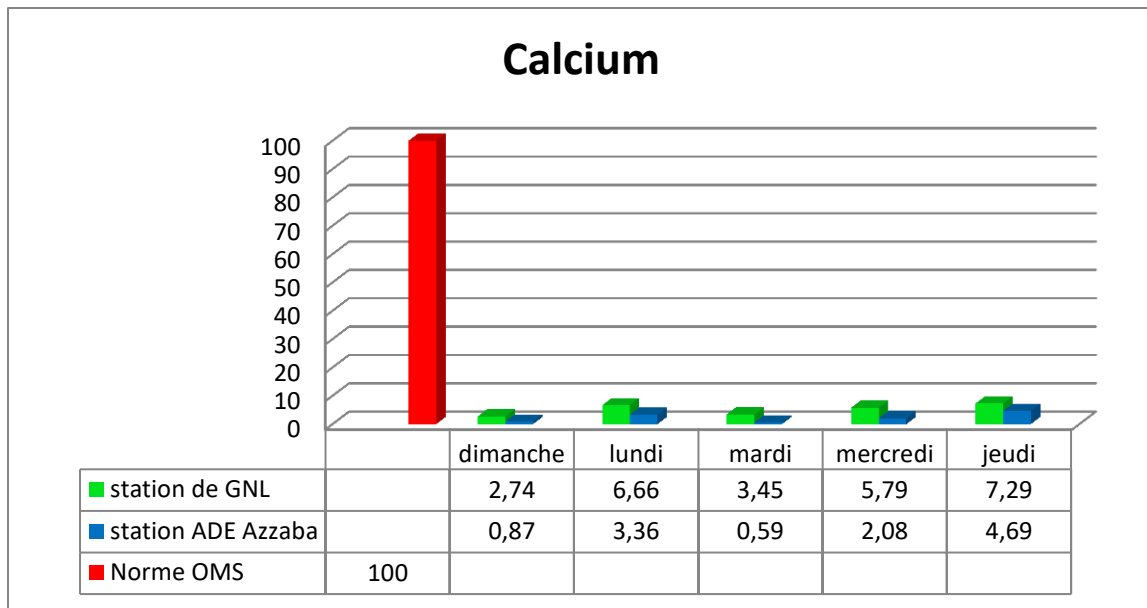


Figure 42 : Variation de la concentration de calcium.

2.10. Magnésium :

La figure 43 donne la concentration de Magnésium dans l'eau potable dans la station de GNL et la station ADE Azzaba durant la période de cette étude. Elle est variée entre 2,42 mg/L et 9,01 mg/L dans la station de GNL et entre 2,23 mg/L et 6,14 mg/L dans la station ADE Azzaba, donc les résultats ne dépassent pas le norme OMS de 150 mg/L donc la qualité de l'eau potable et acceptable.

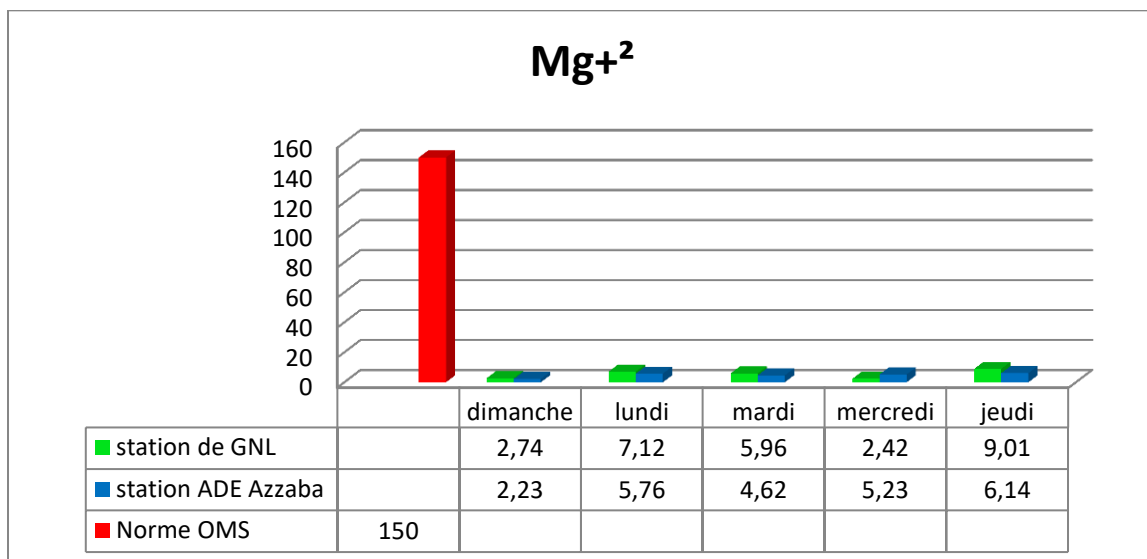


Figure 43 : Variation de la concentration de magnésium.

3. Discussion :

Entre le 12 mars 2023 et le 23 mars 2023 et entre le 21 mars 2023 et le 04 avril 2023, nous avons évalué la qualité physico chimique des eaux respectivement au complexe GL1K Skikda (l'eau saumâtre) et à la station de traitement des eaux ADE Azzaba (eau potable) à travers la mesure des paramètres physicochimiques ; température, pH, conductivité, turbidité, TDS, nitrite, calcium, magnésium, TA, TAC, THT, chlorure, DBO5, DCO. L'étude comparative des résultats de l'eau saumâtre de la station GL1K avec ceux de la station de cap Djinet (Boumerdes) et la station de Mostaganem fait ressortir ce qui suit : Concernant les mesures de la température de l'eau saumâtre de notre station G1LK la valeur moyenne est 25.26 °C, cette valeur est supérieure à celle des deux autres stations qui sont la station de Cap Djinet (Amitouche ,2016) qui a une valeur moyenne de 18.1 °C et de la station de Mostaganem (Amitouche ,2002) qui a une valeur moyenne de 17.08°C. Il faut le rappeler, lorsque la température est élevée cela favorise la croissance bactérienne.

Concernant le pH on observe que la valeur moyenne est 8.21 dans notre station G1LK par contre dans la station de Cap Djinet elle est de 7.61, et dans la station de Mostaganem elle est de 7.45. La valeur moyenne de la station G1LK est supérieure à celle des deux autres stations.

Concernant les mesures de la conductivité on observe que la valeur moyenne 62.32ms/cm dans la station GL1K en comparaison avec les deux autres stations ou la valeur moyenne est de 92.2ms/cm dans la station de cap djinet (Amitouche ,2016) et 94.8 ms/cm dans la station de Mostaganem (Amitouche ,2002)

Pour la variation de concentration de chlorure dans notre station, la valeur moyenne est de 24,08mg/l, Cette valeur est supérieure à celle deux autres stations ; la station de Cap Djinet (Amitouche, 2016) qui a une valeur moyenne de 20.40mg/l et la station de Mostaganem (Amitouche ,2002) avec une valeur moyenne de 20.68mg/l.

Pour la variation de concentration de nitrite dans notre station GL1K la valeur moyenne est 0.31mg/l cette valeur reste supérieure à la valeur moyenne des deux stations qui est <0.02mg/l.

Concernant le TA de l'eau saumâtre de la station de GL1K est une valeur moyenne de 3.13°F par contre dans la station de Cap Djinet (Amitouche ,2016) est 00°F.

La valeur de TAC dans notre station est 16.73°F supérieur aux deux autres stations. Cap Djinet (Amitouche ,2016) qui a une valeur moyenne de 13.4°F et la station de Mostaganem (Amitouche ,2002) qui a une valeur moyenne de 14°F.

Conclusion

Conclusion :

L'eau est un élément fondamental des écosystèmes naturels et à ce titre on ne doit pas la polluer. Les cours d'eau et les océans ne sont pas des poubelles. En tant qu'êtres humains, nous ne sommes qu'un élément de la biosphère et la nature ne nous appartient pas.

L'eau en particulier n'appartient à personne. Nous avons tout le droit d'en user et les usages que nous en faisons ne doivent pas compromettre le droit des autres d'en user de même.

Durant notre étude, nous avons évalué la qualité physico-chimique des eaux saumâtres rejetées par la station de dessalement de l'unité GNL de la wilaya de Skikda et d'eau potable au niveau de la station de traitement des eaux Azzaba

D'après les résultats obtenus pour les paramètres physico-chimiques étudiés nous pouvons conclure que l'eau rejetée par la station de dessalement de l'unité GNL ne présente aucun danger pour les organismes marins.

Les résultats obtenus pour l'eau potable permettent de conclure que l'eau analysée est une eau de bonne qualité et ne présente aucun danger pour la consommation humaine.

Au vu des résultats obtenus pour les deux stations étudiées, Il est claire qu'il y a un parfait respect de la réglementation et des normes OMS ce qui implique un engagement certain et une rigueur dans la gestion de ces dernières.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques :

A

Afnor, 1975. Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO₅) : NF T90-103 Décembre.

Amitouche M, 2016. « Impacts des rejets des stations de dessalement sur le milieu récepteur », thèse de doctorat en sciences en hydraulique, université de Biskra.

Amitouche M & Remini B, 2014. Operation of Cap Djinet desalination plant and dilution of brine with power station cooling water. Desalination and water treatment, 1-8p.

Ayad A, Bensoula M, 2019. « Étude des performances de fonctionnement d'une station de dessalement d'eau : cas de la SDEM de Honaine » ; mémoire de master, université de Tlemcen, Département hydraulique.

B

Belghiti M. L et al, 2013. Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quadernaire dans la région de Meknès (MAROC). Larhyss journal, ISSN 1112-3680, n°14, juin 2013, pp. 21-36

Ben Belkacem M & Belaid M A, 2013. « Contribution à l'étude de régénération des membranes et des filtres a laine d'une station de dessalement de l'eau de mer » mémoire de master, université de Tizi-Ouzou, département chimie.

Bensalem M, 2012. « Impact des stations de dessalement de l'eau de mer sur le littoral cas de la station de Souk Thlata » projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en écologie et environnement, université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen.

Bouhayane S, 2015. Evaluation bactériologique des zones de baignade de la baie de Skikda (N.E. Algérien). Thèse doctorat. 12, 13p.

Bouti N & Brik F, 2017. Evaluation de la qualité des eaux de la nappe du moi-pliocène destinée à l'AEP. 32p.

Boya H, 2008. Eau, énergie dessalement et changement climatique en méditerranée. Plan bleu centre d'activité régional, conseil général de l'environnement et du développement durable.

Bushnak A, 2012. Evaluation des meilleures technologies disponibles pour le dessalement en zones rurales/locales. Rapport finale, gestion intégrée durable de l'eau-Mécanisme de soutien (SWIM-SM), 74p.

C

Coulais J M, 2002. Qualité des eaux et normes de potabilité en deux serves. Edition. Des ateliers.

D

Danis P, 2003. Dessalement de l'eau de mer. Technique de l'ingénieur, référence : d 2700

Djema F, 2013. Problématique du développement urbain vis-à-vis des risques technologiques majeurs - cas de la ville de Skikda -.

Dr-HDR-Touati L, 2020. Pollution des eaux. Cours. Université frères Mentouri Constantine.

Duguet J et al, 2006. Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine. 1^{ère} édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'environnement).

G

Gaujous D, 1995. La pollution des milieux aquatique. Aide-mémoire. Edition technique et Documentation Lavoisier, 220p.

Goudjl B & Ben cheikh S, 2012. La pollution minérale et organique des eaux sous terrain de la cuvette d'Ouargla sud est-algérienne. Mémoire de master en génie des procédés, spécialité génie de l'environnement. Université Kasdi Merbah Ouargla, Edition, 38-39p.

Gueddah D, 2003. Evaluation de la pollution industrielle et urbaine dans la région de Skikda : Impact sur l'écosystème marin côtier. Mémoire de Magister. Université d'Annaba. 72, 74 p.

J

Jamaly S et al, 2014. A short ravier on reverse osmoses prétraitement technologies, désaliénation volume 354, 30-38p.

Journal Officiel de la République Algérienne (JORA), 2011. Décret exécutif n° 11-125, qualité de l'eau de consommation humaine, Imprimerie Officielle, Les Vergers : Bir Mourad Raïs, Alger, Algérie, p25.

K

Koller E, 2009. Traitement des pollutions industrielles. 2^{ème}. Dunod, L'Usine Nouvelle. Paris. 21p.

L

Labar S, 2009. Evaluation de la pollution des eaux souterraines dans un milieu industrielle (cas de la zone industrielle de Skikda, N.E. algérien).

Lepeltier S, 2005. Un bon état écologique des eaux.

M

Maurel A, 2006. Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres, 2^{ème} édition, TEC & doc. 286p

Mercier J, 2000. Le grand livre de l'eau. Edition : renaissance du livre (1a). ISBN : 2-8046-0341-5. 183P.

Mizi A, 2006. Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles. Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar. Annaba. 27p.

Mohamed Ben Ali R, 2014. Evaluation de la pollution des eaux issue de la zone industrielle de Skikda. 15p.

Morvan G, 2006. « Les techniques de potabilisation de l'eau, desalination, dessalement, traitement de l'eau saumâtre ».

Musseau F, 2007. « Article, URL <http://eau.apinc.org/spip.php?article510> », Libération du 8 Aout.

O

Olivier G et al, 2010. Les mondes étudiants. Enquête conditions de vie, paris, la documentation française, coll. « Etudes et recherche », 2011.

OMS, 2011. Organisation mondiale de la santé. Guidelines for drinking-water quality. Forth Edition. ISBN 978 92 4 154815 1.

OMS, 2004. Directives de qualité pour l'eau de boisson. Vol. 1 : 3^e éd. 110p.

Pnue, 2001. Dessalement de l'eau de mer dans les pays méditerranéens : évaluation des impacts sur l'environnement et lignes directrices proposées pour la gestion de la saumure, UNEP (DEC)/MED WG.183/Inf.6, Athènes, 8p.

R

Radoux M, 1986. Epuration des eaux usées par Hydrosère reconstituée. Tribune de l'eau 42(8) : 62-68p.

Ramade F, 2002. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. 2^{ème} Edition. Dunod. Paris. 1075pp.

Rejsek F, 2002. Analyse des eaux : aspect réglementaires et techniques. CRDP. 360p.

Rodier J et al, 2005. L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed. Dunod, Paris, 1384p.

Rodier J, 1996. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 7^{ème} édition : Dunod, Paris. 557-570p et 968-1079p.

Royal J.M, 2012. Dessalement de l'eau de mer, technique de l'ingénieur.

Secrétariat du comité des priorités du ministère du conseil exécutif. 1997. Symposium sur la gestion de l'eau au Québec, document de référence, gouvernement du Québec, Ministère du conseil exécutif, 59p.

T

Tahar M A & Chebki M, 2020. « Etude des performances de fonctionnement d'un ouvrage hydraulique : cas de la station de dessalement d'eau de Chatt El Hilal de Beni Saf » mémoire de master, Université Abou bakr Belkaïd Tlemcen, faculté de technologie.

U

UNEP/MAP, 2003. Dessalement de l'eau de mer en méditerranée évaluation et lignes directrices, MAP technique reports séries No. 139p, Athènes.

Webographies

[1] <https://www.aquaportail.com/definition-7165-eau-residuaire.html>

[2] https://www.dictionnaire-environnement.com/eau_residuaire_urbaine_ID378.html

ANNEXES

ANNEXES :

Tableau 01 : les résultats physico-chimiques de l'eau potable.

| Les paramètres | L'eau potable (GNL) | | L'eau potable (ADE Azzaba) | | Unité | Les normes (OMS) | Les normes Algériennes (JORA 2014) |
|----------------|---------------------|-------|----------------------------|------|-------|------------------|------------------------------------|
| | Min | Max | Min | Max | | | |
| Température | 20,9 | 21,1 | 16,6 | 19,5 | C° | 25 | 25 |
| PH | 8,56 | 8,92 | 7,9 | 8,17 | Un.ph | 6,5-9,5 | 6,5-9 |
| Conductivité | 663 | 770 | 889 | 895 | µs/cm | 2100 | 2800 |
| Turbidité | 0,58 | 0,73 | 0,5 | 0,61 | NTU | 5 | 5 |
| Salinité | 376 | 377 | 400 | 400 | Mg/L | 1000 | – |
| Chlorure | 160 | 200 | 142 | 150 | Mg/l | 250 | 500 |
| TA | 0,82 | 1,17 | 0 | 0 | °F | 50 | 50 |
| TAC | 5,87 | 6,34 | 1,40 | 2,53 | °F | 50 | 50 |
| THT | 9,40 | 11,76 | 3,1 | 5,86 | °F | 50 | 50 |
| Calcium | 2,74 | 6,66 | 0,87 | 3,63 | Mg/l | 100 | 200 |
| Magnésium | 2,74 | 9,01 | 2,23 | 6,14 | Mg/l | 150 | 150 |

Tableau 02 : Les résultats physico chimiques des eaux saumâtres.

| Les paramètres | Valeur moyenne | Norme OMS | Unité |
|----------------|----------------|-----------|--------|
| Température | 25.26 | < 30° | ° C |
| pH | 8.21 | 6.5-8.5 | - |
| Conductivité | 62.32 | - | Ms/cm |
| Turbidité | 3.98 | - | NTU |
| TDS | 9999 | - | Mg/l |
| Chlorure | 24.08 | - | Mg/l |
| TA | 3.132 | - | ° F |
| TAC | 16.73 | - | ° F |
| Nitrite | 0.31 | 1 | Mg / l |
| Calcium | 862.4 | - | ° F |
| Magnésium | 1550.6 | - | ° F |
| DBO5 | 0 | < 30 | Mg/l |
| DCO | 40.97 | < 90 | Mg/l |

Tableau 03 : Normes de rejets internationales.

| Caractéristiques | Normes utilisées OMS |
|------------------|----------------------|
| PH | 6,5-8,5 |
| DBO5 | < 30 mg/l |
| DCO | <90mg/l |
| MES | <20mg/l |
| NH4+ | <0,5 Mg /l |
| NO2 | 1 mg/l |
| NO3 | <1mg/l |
| P2O5 | <2mg/l |
| Température | <30°C |
| Couleur | Incolore |
| Odeur | Incolore |

Tableau 4 : Normes OMS (2004) et algériennes (JORA, 2014) de l'eau potable.

| Les paramètres | unité | Les normes (OMS) | Les normes Algériennes (JORA 2014) |
|----------------|-------|------------------|------------------------------------|
| Température | C° | 25 | 25 |
| pH | Un.ph | 6,5-9,5 | 6,5-9 |
| Conductivité | µs/cm | 2100 | 2800 |
| Turbidité | NTU | 5 | 5 |
| Salinité | Mg/L | 1000 | - |
| Chlorure | Mg/l | 250 | 500 |
| TA | °F | 50 | 50 |
| TAC | °F | 50 | 50 |
| THT | °F | 50 | 50 |
| Calcium | Mg/l | 100 | 200 |
| Magnésium | Mg/l | 150 | 150 |

