

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université Kasdi Merbah Ouargla



FACULTE DES SCIENCES APPLIQUEES

Département de : Génie Civil et Hydraulique

C:.....

R:.....

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de
Master Académie, filière : Hydraulique
Spécialité : Traitement ,épuration et gestion des eaux

Thème :

Adoucissement des eaux Souterraine chaud
(Cas de la Région d' Ouargla)

Soutenu publiquement le :...../...../.....

Présenté par :

- ❖ Behdenna Khouloud
- ❖ Gheriani Hayat

Soumis au jury composé de :

Nettari Kemal	MAA UKM-Ouargla	Président	UKM-Ouargla
Gherairi Yamina	MAA UKM-Ouargla	Examineur	UKM-Ouargla
Baouia Kais	MCA UKM-Ouargla	Encadreur	UKM-Ouargla
Merkhoufi A. Malek	MAGESTER –Ouargla	CO .Encadreur	UKM-Ouargla

Année Universitaire : 2021 /2022



Dédicace:

Nous dédions ce modeste travail à nos chers parents qui sont la raison pour laquelle nous avons atteint ce travail avec leurs prières et leur soutien à nous .Aussi à nos frères :**Ghulam ,Mohammed El Sadok , Mohammed El Arbi ,Huzayfah** et à nos sœurs :**Afaf, Maria , Samira, Abir** et nos amis :**Safa , Amina ,Nadjat , Nadjla ,Meriem , Rania , Samar , Ikram , Izdiyar , Saida , Sondos , Fouzia , Mabrouka , Oliya ,Ahlam , Iman , Soumi a ,Briza , Aicha , Djihad ,Ferdouas , Linda** , et nous nous excusons auprès de ceux dont nous avons oublié son nom

KHOULOUUD & HAYAT

SOMMAIR

Sommaire	Page
Remerciements	
Sommaire	
Introduction générale	1
Chapitre I Présentation de la zone d'étude	2
Introduction	3
1.Situation géographique	3
2.Géomorphologie	3
3.GEOLOGIE	4
4.Contexte Climatique	4
4.1.Température	4
4.2.Précipitations	4
4.3.Vitesse du vent	4
4.4.Durée d'insolation	5
4.5.L'évaporation	5
5.Topographie Et Réseau Hydrographique	5
6.Les aquifères dans la région	5
6.1.Le Continental Intercalaire (CI)	6
6.2.Le Continental Terminale	6
6.3.Géométrie du CT	7
6.4.Piézométrie du CT	7
6.4.1.Recharge et conditions de recharge du CT	7
7.Les aquifères utiles dans la région d'Ouargla	8
8.Emplacements utiles des eaux souterraines et de surface pour la région de Ouargla	8
Conclusion	8
Chapitre II Qualité des eaux potable	
Introduction:	11
1.Définition de l'eau	11
2.Les principaux éléments responsables de la dureté	11
2.1objetsindésirables	13
2.2élémentstoxiques	15
3.La présence d'eau dans la nature	15
4.Sources d'eau	16
4.1Les eaux souterraines	16
4.2Les eaux de surface	17
5.l'importance de l'eau	17
6.Structure et propriétés de l'eau	17
6.1La structure de l'eau	17
7.Etats physiques de l'eau	18

8. Propriétés physiques de l'eau	18
8.1. Densité	18
8.2. Viscosité	19
8.3. Tension superficielle de l'eau	19
8.4. Conductivité électrique	20
8.5. Constante diélectrique	20
8.6. Chaleur spécifique	20
9. Avantages et inconvénients de l'eau dure	21
9.1. Avantages	21
9.2. Désavantages	21
Conclusion	21
Chapitre III : L'entartrage et ses conséquences	22
Introduction	23
1. L'équilibre calco-carbonique	23
2. Conséquences de l'entartrage	24
2.1. Conséquences hydrauliques	24
2.2. Conséquences thermiques	25
2.3. Conséquences technologiques	25
3. Procédés d'adoucissement des eaux	25
3.1. Normes et recommandations	26
3.2. Procédés d'adoucissement par précipitation	26
a. Procédé par addition de la chaux et de la soude:	26
b. Procédé par addition d'un excès de la chaux	26
c. Procédé par addition d'un excès de chaux et de soude	27
3.3. Procédés d'adoucissement physiques (Osmose inverse)	27
Conclusion	27
Chapitre IV : Matériels et Méthodes	28
Introduction	29
1. Prélèvement des échantillons	29
2. Appareillages d'analyse	29
2.1. Multi paramètre	29
2.2. Le pH-mètre	30
2.3. La conductimètre	30
2.4. La turbidité	30
2.5. Jar test	31
2.6. La dureté totale des eaux	31
2.7. Le spectrophotomètre DR 6000 UV-VIS	32
1.3. L'alcalinité de l'eau	32
2.7. Dosage de calcium et de magnésium	33
2.8. Dosage des ions de chlorures	33
2.9. Dosage de potassium de sodium	33
2.10. Dosage des ions sulfates	33
3. Méthodes de traitements	34
3.1. Instruments de laboratoire	34

3.2.Comment préparer les échantillons	35
Chapitre V: Résultats et analyses.	36
Introduction	38
A. Discussion des résultats	38
A.1. Adoucissement des eaux par l'addition de la chaux	38
1.Procède par addition de la chaux seulement (forage El hadab)	39
1.1.Etude théorique	39
1.2.Etude expérimental	41
1.3.Etude comparative entre résultats théorique et expérimental :	43
2.Procède par addition de la chaux seulement et la soude (forage El hadeb):	44
2.1Etude théorique	44
2.2. Etude expérimental	45
2.3 .Etude Comparative entre résultats théorique et expérimental	47
3.procède par addition de la chaux en excès (forage El hadeb)	49
3.1.Etude Théorique	49
3 .2.Etude expérimental	50
3.3. Etude Comparative entre résultats théorique et expérimental	52
4 . Procède par addition de la chaux en excès et la soude (forage El hadeb):	54
4.1 .Etude Théorique	54
4.2.Etude expérimental	55
4 .3.Etude Comparative entre résultats théorique et expérimental	57
5.procède d'adoucissement par précipitation et acide sulfurique (H₂SO₄) et station Ben amer	59
5.1.La chaux selment +H₂SO₄	59
5.2.La chaux selment +Soude +H₂SO₄	59
5.3.La chaux en excès+H₂SO₄	59
5.4.La chaux en excès et soude +H₂SO₄	59
5.5.Les résultats de l'analyse de l'eau d'Al-baine Al-Hadab et de l'eau de la station Ben Omar	59
Conclusion	62
Conclusion générale	63

Liste des Tableau

Titre de Tableau	Page
Chapitre II: Généraux sur l'eau	
Tableau (1) : densité de l'eau en fonction de la température	19
Tableau (2) : Coefficient de viscosité (milli pascals) en fonction de la. Température	19

Tableau (3): Coefficient de viscosité en fonction de la salinité	19
Tableau (4): Qualité de l'eau en termes de conductivité	20
Chapitre IV : Matériels et Méthodes	
Tableau(5) : Calcul de l'alcalinité de l'eau	33
Tableau(6): méthodes de préparation des échantillons.	35
Tableau(7): Montre les matériaux secs	36
Chapitre V: Résultats et analyses	
Tableau(8): Caractéristiques physico-chimiques des eaux de l'Albien d'Ouargla.	38
Tableau(9): Comparaison des résultats de traitement théorique et expérimental en ajoutant à la chaux seulement	43
Tableau (10) : Comparaison des résultats de traitement théorique et expérimental par la méthode d'addition de chaux et de soude seulement (nappe Albien).	48
Tableau(11): Spécification pour l'eau de puits de (Hadeb 2) avant et après traitement à la chaux en excès	58
Tableau (12) : Les résultats du traitement à la chaux et à la soude en excès	58
Tableau(13): Analyse de l'eau d'Albain	60
Tableau (14): Analyse l'eau Ben Amer	61

Liste des Figure

Titre de Figure	Page
Chapitre I : Les principales caractéristiques de la vallée d'Ouargla	
Figure 01: Carte de situation géographique de cuvette Ouargla	3
Figure 02: Coupe géomorphologique schématique de la vallée d'Ouargla	4
Figure. 03 : Coupe hydrogéologique de SASS (UNESCO, 1972)	6
Chapitre II: Généraux sur l'eau	
Fugure 04: Formation des eaux souterraines et son cycle dans la nature	17
Fugure 05: La structure moléculaire de l'eau	

Liste des Appareillage

Titre de Appareillage	Page
Appareillage(1): Multi paramètre	29
Appareillage (2) : du PH	30
Appareillage(3) : La Conductivité	30
Appareillage(4) :Turbidimètre	30
Appareillage (5) : Jar test	31
Appareillage(6): Spectrophotomètre DR6000	32

Liste des Courbe

Titre de courbe	Page
Chapitre V: Résultats et analyses	
Courbe 1: Evolution de l'indice d'hydrogène en fonction du temps en ajoutant de chaux seulement	42
Courbe 2: Modifications de la conductivité électrique en termes de temps en ajoutant de chaux seulement	42
Courbe 3: Changements de turbidité en fonction du temps en ajoutant uniquement de chaux seulement.	42
Courbe 4: Evolution de l'indice d'hydrogène en fonction du temps en ajoutant de chaux et soude seulement.	46
Courbe 5: Modifications de la conductivité électrique en termes de temps en ajoutant de chaux et soude seulement.	46

Courbe 6:Modifications de la turbidité en fonction du temps par ajout de chaux seulement et de soude.	47
Courbe 7: Evolution de l'indice d'hydrogène en fonction du temps en ajoutant de chaux en excès	51
Courbe 8:Modifications de la conductivité électrique en termes de temps en ajoutant de chaux en excès.	51
Courbe 9:Modifications de la turbidité en fonction du temps par ajout de la chaux en excès	52
Courbe 10:Evolution de l'indice d'hydrogène en fonction du temps en ajoutant de chaux et soude en excès	56
Courbe 11:Modifications de la conductivité électrique en termes de temps en ajoutant de chaux et soude en excès	56
Courbe 12:Modifications de la turbidité en fonction du temps par ajout de la chaux en excès et soude.	57

Introduction générale

Introduction générale :

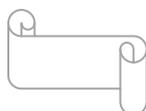
L'eau est un élément essentiel dans la composition générale et la performance fonctionnelle des organismes vivants et a joué un rôle majeur dans la détermination des zones de peuplement et l'établissement et l'épanouissement de l'économie des pays et la source de leur prospérité et de leur consommation accrue s'il était nécessaire de faire face avec de l'eau et en tirer profit de manière rationnelle car son mauvais usage ou sa contamination par des déchets organiques, inorganiques ou animaux, ou Toxiques peut conduire à la survenance de cela, car elle est source de nuisances et ce, que ce soit au niveau mondial, régional ou local, ce qui en a fait un objet d'étude pour de nombreux chercheurs, l'essentiel de leurs travaux ayant porté sur l'étude de ses propriétés physiques, chimiques et microbiologiques et des différents éléments entrant dans sa composition et son aptitude à divers usages, qu'ils soient consommation humains ou agricole ou industrielle

Les formations aquifères situées à Ouargla appartiennent au système étendu des aquifères souterrains du désert septentrional (SASS), qui s'étend sur une zone dans laquelle se situent les frontières de l'Algérie, de la Tunisie et de la Libye.

Ce bassin contient une série de couches d'aquifères qui sont généralement assemblés dans des réservoirs dits continentaux Intercalaire(cI) et le complexe Terminal(cT) qui se caractérisent par certaines concentrations d'ions qui dépassent les valeurs recommandées O M S

À l'heure actuelle, le phénomène de progressivité est l'un des plus grands problèmes qui menacent l'avenir des infrastructures hydrauliques

L'objectif de ce travail est de mener une étude de traitement par ajout d'hydroxyde de calcium ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) et de carbonate de sodium (Na_2CO_3) pour obtenir une eau de dureté correspondante O M S .





Chapitre I :Présentation de la ville d'Ouargla

I :Les principale caractéristiques de la vallée d'Ouargla

Introduction :

Nous présentons un aperçu général des nombres physiques sur la zone à étudier, qui est l'état de Ouargla, l'un des états les plus importants de l'Algérie situé dans le sud de l'Algérie. On sait que la région de Ouargla est caractérisée par un climat désertique, avec des étés chauds et des hivers doux, avec peu de précipitations et une forte évaporation.

1. Situation géographique :

La ville de Ouargla est située au sud-est de l'Algérie dans la dépression de tout bassin, et c'est le 30ème état dans le découpage administratif algérien. Et elle a quelques rassemblements : Ouargla, Naqoussa, Rouissat, Ain Al-Baida et Sidi Khuwaylid. Cette dépression ou cuvette s'étend entre les coordonnées (UTM, Clarke 1880): $X = 710\ 000$; $Y = 3\ 530\ 000$ et $X = 730\ 000$; $Y = 3\ 600\ 000$. La ville de Ouargla est située à 135 degrés de latitude nord et 5 degrés est, à une altitude de 135 m au niveau de la mer. Il couvre une superficie d'environ 95 000 hectares, mesure environ 55 km de long et a une forme spécifique.



Figure 01: Carte de situation géographique de cuvette Ouargla.

2. Géomorphologie :

-Le plateau sur lequel se rassemble un groupe de grandes dalles rocheuses, c'est-à-dire qu'il s'appelle(la Hamada) .

-Formations de sable : formées à travers des dunes de sable et des cordes d'erg.

-Les extensions alluviales correspondant au lit du Wadi Mia selon l'axe sud-ouest-nord-est. -Al-Sabkhat : Les dépressions de la région représentées par l'exutoire attribué aux eaux souterraines, et SabkhatSafyoun est la plus grande des routes du nord, et c'est aussi le point le plus bas de la région.

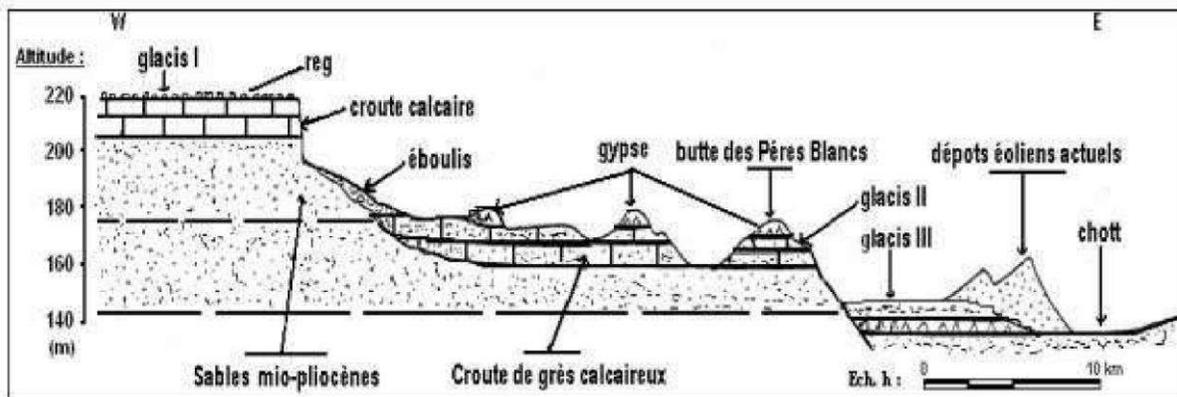


Figure 02: Coupe géomorphologique schématique de la vallée d'Ouargla.

3. Géologie:

Nous constatons que la composition de la géologie du Sahara algérien appartient à l'ancienne base africaine, Et pendant des milliers d'années ce lit de roche a été colonisé par le Cambrien, et la mer a recouvert une grande partie du désert dès la fin du Précambrien, au lycée et dans l'enseignement supérieur, Ces empiètements ou empiètements marins expliquent une partie du versant désertique. Le socle cristallin n'apparaît que dans les massifs montagneux, comme la perte de sédimentation marine, Atakora ou Hoggar à la base presque toutes lourdes charges de sédiments, grès primaires, calcaires secondaires, grès et argiles, dépôts néogènes au nord.

4. Contexte Climatique:

L'état de Ouargla est caractérisé par un climat désertique, un manque de pluie, une température élevée, une forte évaporation et une faiblesse de la vie biologique et du système environnemental.

4.1. Température :

La région de Ouargla se caractérise par une température élevée en été de 45 degrés au maximum et elle diminue en hiver, surtout la nuit, et sa température en hiver atteint 11,5 degrés

Celsius,La région de Ouargla se caractérise par d'importants écarts de température journaliers et saisonniers, jusqu'à 30 degrés Celsius.

4.2. Précipitations :

Le désert algérien est connu pour la rareté des pluies, variant entre 1 et 180 mm par an, et il manque de couvert végétal naturel, mais il est riche en palmeraies, c'est une oasis de vues magnifiques.

4.3. Vitesse du vent :

Les tempêtes de sable saisonnières soufflent sur Ouargla entre février et avril et atteignent leur apogée en mars,c'est ce qui cause de lourdes pertes à l'agriculture et au bétail, et le temps commence à s'améliorer à partir de septembre, lorsque la direction du vent change pour devenir nord-est, et il est connu localement sous le nom d'Al-Bahri'Il est souvent chargé d'humidité, il rafraîchit donc l'atmosphère, surtout la nuit.

Les habitants de la région apprécient beaucoup ce vent, car il contribue à polliniser leurs palmiers, mais aussi la chaleur pendant la journée, car c'est un facteur clé dans la maturation de ses fruits.

4.4Durée d'insolation:

Dans la région de Ouargla , le maximum de fort ensoleillement a été atteint en juin avec une moyenne de 189.7 heures, et le minimum a été enregistré en décembre avec une durée moyenne de 116.00heures.

4.5. L'évaporation :

En raison de la température élevée dans la région de Ouargla, elle se caractérise par une forte évaporation, bien qu'il soit rare qu'il pleuve

5.Topographie Et Réseau Hydrographique :

L'eau est une ressource naturelle qui existe dans la nature en quantité limitée et sa répartition est liée à des facteurs tels que le climat, l'étendue de la capacité de stockage des terres, le milieu naturel et le bassin hydrographique.Les hydrographiques, dont Laghouat, Batna , Tébessa, Djelfa, El Bayadh, et les états qui leur appartiennent entièrement sont la mise en évidence de Bachar Biskra, la Vallée, Ghardaïa, Ouargla, et le réseau hydrographique est divisé en 4 unités.

- Chat Chat.
- Unité du désert du Nord.
- Unité Hoggar.
- Unité Alsaura. -Tindouf.

Ce dernier recueille des informations relatives aux quantités d'eau prélevées, à son conditionnement et à la suffisance d'exploitation dans les zones qu'il couvre.

Nous rappelons certaines des fonctions du réseau hydrographique et topographique de l'Agence.

1- Menuiserie et réglage des espaces d'eau et bilan hydrique.

2-A Participation à l'élaboration des schémas directeurs de création et de mobilisation des ressources en eau.

3-Participer au suivi de la situation de la pollution des ressources en eau.

4-Conclure des contrats ou accords entrant dans le cadre de ses missions .

6.Les aquifères dans la région :

Il est représenté par les eaux souterraines de quatre grands aquifères de lait dont la profondeur varie entre 100 et 1800 mètres ; Ce qui nécessite un gros investissement pour exploiter

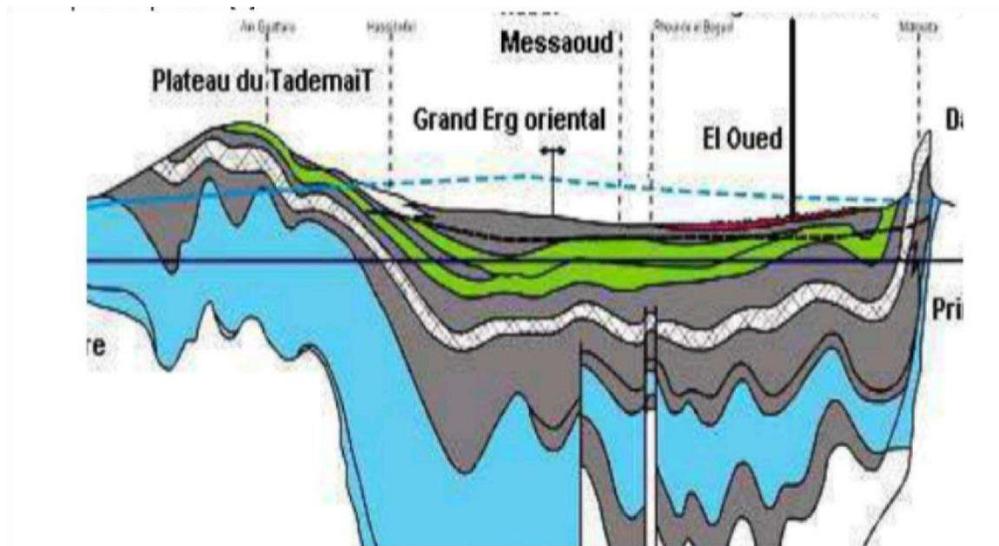


Figure. 03 : Coupe hydrogéologique de SASS (UNESCO, 1972)

6.1.Le Continental Intercalaire (CI):

La composition (CI) représente les sédiments continentaux de grés et d'argile sableuse Le Crétacé inférieur, aquifère multicouche , localement jusqu'à 2000m de profondeur et 200-400m de profondeur à Ouargla , exploité entre 1150m et 1350m La profondeur de cette partie supérieure de l'intercalaire continental , Albani , est gréseuse Essentiellement elle forme un important aquifère confiné Les débits obtenus par forage dans cette formation sont élevée en présence de 100à200l/s

La tendance artésienne a diminué dans les zones fortement exploitées (10à50millions de diminutions depuis 1050) mais reste importante dans le secteur central du bassin, ou elle dépasse 150 m.

6.2. Le Continental Terminal:

L'Aquifère Continental Terminal dans les Sables Miopliociens est quelque peu apparenté aux grands aquifères de l'éocène, du Sénonien et du Turonien, donc à l'échelle de l'ensemble du désert, on peut considérer que ces différents niveaux constituent une seule couche et le même Aquifère Continental Aquifère Terminal Terminal- Contrairement le Continental Intercalaire.

La profondeur du "CT" varie de 100 à 600 mètres et la force moyenne autour de lui est de 300 mètres. Dans le Bassin de Ouargla, le niveau piézométrique approche 120m NGA. Les niveaux barométriques ont connu une baisse significative au cours des dernières décennies. L'artésien a disparu dans cette configuration à Ouargla.

Les simulations SASS1 sont très préoccupantes:

"Le secteur le plus exposé est le secteur algéro-tunisien du "CT" .C'est sans doute la région où l'aquifère est le plus vulnérable. C'est là que la densité de population est la plus élevée, et ici la pression sur la ressource est la plus forteUne simple poursuite des rythmes de prélèvement actuels conduira, d'ici 2050, à des prélèvements supplémentaires de 30 à 50 mètres.

Une telle situation serait inacceptablele risque d'infiltration de jute dans l'aquifère serait fatal pour ce dernier en terme de salinité.

6.3.Géométrie du CT:

Le système aquifère "complexe Terminal" couvre la majeure partie du bassin oriental du désert du nord sur une superficie d'environ 350000 kilomètres carrés .

La profondeur du scanner varie de 100 à 600m et a une puissance moyenne de 300m.

6.4.Piézométrie du "CT":

Quant à " CI" ,la création de la carte " CT "est le résultat de l'accumulation d'apports successifs qui se sont développés depuis quarante ans, depuis la publication(1964), de la première carte barométrique continentale à Cornet pour la Station Sahara.

Parmi les contributions les plus importantes, on peut citer notamment Bel et Cuhe (1969) et le projet ERESS (1972).

L'ensemble de ces travaux a permis de dresser une carte barométrique préliminaire, ou une carte encore peu affectée par les pompages, à l'échelle du Bassin Désert Nord.

Ce manomètre est associé aux formations calcaires cannelle et éocène, ainsi qu'aux sables pontines (vallée du Ri et Shabka) souvent à des stades hydrogéologiques. Il est entièrement

connecté et assure la continuité du flux souterrain qui passe d'une zone à l'autre (OSS,2003) . L'examen de la carte des pressions met en évidence les zones d'affichage qui sont:

- ✓ L'Atlas du Sahara du Nord-Ouest ✓ Région du Dahar à l'est.
- ✓ Petit Cœur dans le Sud.
- ✓ Rivière Nafusa au nord-est Les zones portuaires sont principalement concentrées dans le circuit algéro-tunisien et le golfe de Syrte.

Le flux de cette feuille se produit:

- De la chaîne montagneuse du M'zab, où tout le flux converge vers les régions des Chotts (c'est-à-dire qu'il s'inverse et se produit du sud au nord sous le Grand Erg Oriental).
- A l'ouest et à l'est, là où convergent les eaux venant de l'Atlas saharien, la zone d'Al-Talqat.
- En direction du nord et du sud du plateau de Tennerhort vers la zone des Chutes et le golfe de Syrte.

6.4.1.Recharge et condition de recharge du CT:

Le concept et les conditions de recharge sont adoptables pour tous les aquifères du SASS , donc CT devrait être soumis aux mêmes conditions . Certains auteurs pensent que les eaux des aquifères désertiques sont fossiles (Bourdon,1977;Marghat et Saad , 1982et 1984; Marghat , 1990) ,c'est -à-dire qu'elles se sont infiltrées et accumulées au cours du temps géologique . Son approvisionnement s'est poursuivi tout au long de l'âge géologique .Les périodes pluvieuses du quaternaire en s'infiltrant dans les affleurements des couches perméables jusqu'au débordement de celles-ci , et que le niveau actuel des nappes souterraines reflète le résultat d'un assèchement pur depuis l'Holocène (PIZZI et SARTOLI , 1984) .Pour d'autres , en revanche , il y a une recharge actuelle des aquifères désertiques . Cette alimentation se produit lorsque certaines conditions climatiques , topographiques et géologiques sont réunies (DUBIEF , 1953) .Des précipitations exceptionnelles associées à certaines conditions de surface (sols à grains grossiers) peuvent agir comme générateurs de recharge (GLENDON et HILLEL , 1988) . Par exemple , la recharge des aquifères dans le nord du désert aux extrémités nord du bassin se produit lorsque trois conditions sont réunies ;

_Des précipitations adéquates . Atténuation relativement sévère de la production de ruissellement dans les vallées ?Affleurement de formations perméables appartenant à l'un des systèmes aquifères ou directement reliées à l'un des aquifères désertiques (DUBIEF,1953).

7. Les aquifères d'eau de surface :

Elle est inexploitée dans la Wilayat de Ouargla et est collectée dans les vallées de la région telles que Wadi Al-Nisaa et Wadi Mia. La seule ressource exploitée est l'eau souterraine. Quant aux égouts de l'État, les grands sabkhas tels que Sabkhat Marawan et Sabkhat Safyoun, ces eaux usées ont un impact sur les aquifères.

Compte tenu de l'importance primordiale de l'eau dans notre vie quotidienne, la préservation quantitative et qualitative de cette précieuse ressource constituait un défi majeur pour l'État représenté dans ce domaine par les différentes institutions de l'eau qui traitent directement ou indirectement avec le citoyen, à commencer par l'évaluation des ressources en eau (l'Agence Nationale des Ressources en Eau et la Direction de l'Irrigation de l'Etat) et son traitement Stocké et livré aux consommateurs (eau algérienne) puis recyclé

8. Emplacements utiles des eaux souterraines et de surface pour la région de Ouargla :

La Wilayat de Ouargla fournit de l'eau à partir de deux sources d'eau souterraines importantes, le chevauchement continental et les bateaux définitifs, et une évaluation des ressources en sol du désert du nord a été réalisée par une étude réalisée par (UNESCO) en 1971 et mise à jour en juillet 1985 par l'Agence nationale des ressources en eau(PNUD-RAB), un projet visant à déterminer le volume d'exploitation et le réservoir d'eau Dans cette partie de la recherche, l'État sera divisé en quatre régions.

- 1- Région de Ouargla.
- 2-Régions de South Valley Reg.
- 3-Région de Hassi Messaoud.
- 4- Quartier Qasi Al Tawel.

Conclusion :

Grâce à ce travail, il devient clair qu'il existe un certain nombre de problèmes découlant du manque de contrôle sur l'utilisation et la conservation de l'eau.

- La ville de Ouargla, du fait de sa situation dans le sud-est, est riche d'importantes ressources en eaux souterraines, mais leur exploitation est limitée par des facteurs notamment naturels tels que la salinité élevée, la présence d'eau dans les couches d'eau profondes, la température élevée dans certaines zones , et les problèmes résultant d'une mauvaise facilitation en plus des obstacles financiers et autres obstacles techniques.

Dans la ville de Ouargla, il existe différentes institutions de l'eau concernées par le fonctionnement, mais le problème est la faiblesse du système d'information, qui nuit à la flexibilité lors du travail de ces institutions.

- La ville de Ouargla souffre de la surexploitation de la ressource, du phénomène de montée des eaux, des problèmes d'abreuvement dans les réseaux et des pénuries d'eau à de nombreuses périodes.

Le bien-être des consommateurs et les taux de croissance économique de la société sont liés à la consommation d'eau

La qualité des informations disponibles joue un rôle important et fondamental dans le choix de la méthode de résolution des problèmes à résoudre, et elle est destructrice en raison de la nécessité de créer un système d'information solide et précis au sein des systèmes de gestion de l'eau.



Chapitre II:Généraux sur l'eau

Chapitre II: Généraux sur l'eau Introduction:

L'eau c'est la vie, et ce dicton peut être interprété d'un point de vue vital basé sur plusieurs propriétés distinctives de l'eau, qui sont essentielles pour la continuation de la vie sur terre. Parmi ces propriétés vitales, il joue le rôle de solvant général, car la plupart des substances biologiques y sont dissoutes ou en suspension, et cette matière est importante dans les processus métaboliques, et l'eau est un milieu vital qui permet des interactions organiques vitales qui finissent par conduire à l'autoréplication, qui assure la continuation de notre sang, la survie des êtres vivants.

1. Définition de l'eau:

L'eau est une substance transparente, incolore et inodore. C'est le principal constituant des cours d'eau, des lacs, des mers et des océans, ainsi que des fluides de tous les organismes vivants. C'est le composé chimique le plus répandu à la surface de la Terre. Une molécule d'eau est constituée d'un atome d'oxygène central auquel deux atomes d'hydrogène sont liés de manière covalente aux deux extrémités, de sorte que sa formule chimique est H_2O . Aux conditions standard de pression et de température, l'eau est un liquide ; Quant à l'état solide, il se forme au point de congélation et s'appelle glace ; Quant à l'état gazeux, il se forme au point d'ébullition et s'appelle vapeur d'eau.[1]

2. Les principaux éléments responsables de la dureté :

Les principaux cations responsables de la dureté de l'eau, le calcium et le magnésium, ne constituent pas une menace directe pour la santé publique. Plusieurs études épidémiologiques menées au Canada, en Angleterre, en Australie et aux Etats-Unis indiquent une relation statistique inverse entre la dureté de l'eau potable et certains types de cœur et les vaisseaux sanguins, disent les chercheurs. D'autres disent qu' "aucune conclusion ne peut être tirée". D'autres études ont été menées pour découvrir l'existence d'une relation entre la dureté de l'eau potable et d'autres maladies, y compris le cancer.

L'approvisionnement en eau des ménages est souvent dilué en ajoutant de la chaux et du bicarbonate de soude ou de la zéolite.

En ajoutant de fortes concentrations de sodium, il est possible d'adoucir l'eau, surtout si un procédé d'échange d'ions est utilisé. Bien qu'il n'y ait pas de relation directe entre le sodium et l'hypertension artérielle, il est préférable de ne pas ajouter de sodium inutilement à l'eau potable. Le groupe de travail de l'Organisation de la santé a récemment recommandé des recherches sur le

sodium dans l'eau potable en décourageant l'utilisation excessive de sodium dans l'approvisionnement en eau, qui sera utilisé à des fins de cuisson.[2]

✓ calcium :(Ca^{2+}):

L'eau naturelle contient des ions calcium dans des proportions différentes selon la nature géologique du cours d'eau. Ces ions résultent de l'interaction entre le dioxyde de carbone dans l'eau et le calcaire, ou à la suite de la dissolution directe du sulfate de calcium (gypse). Le calcium

se trouve dans les eaux naturelles sous forme de carbonate de calcium acide, qui est contenu dans un faible pourcentage. Parmi les autres sels de calcium (carbonate de sulfate de chlore), et la concentration de sels de calcium dans l'eau est exprimée par un terme commun, qui est la dureté de l'eau.

Nous rappelons que la concentration admissible dans l'eau potable selon l'Organisation mondiale de la santé (hier) est de 200 mg/l comme maximum admissible[3][4]

✓ **Magnésium (Mg^{+2}):**

Comme dans le cas du calcium, sa présence dans l'eau est due à la dissolution des roches carbonatées, mais sa concentration est généralement inférieure à la concentration de calcium. Déterminer la concentration admissible dans l'eau potable selon les normes de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) de 150. Toute augmentation ou diminution entraîne la coagulation du sang et des maladies dans les cas Les ions chroniques de calcium et de magnésium sont présents dans l'eau sous forme de bicarbonate de calcium ($Ca(HCO_3)_2$) et de magnésium $Mg(HCO_3)_2$ liquide.[3][4]

✓ **Sodium (Na^+):**

Le sodium 2,(83%) constitue la croûte terrestre et a un degré élevé de solubilité dans l'eau, il est donc naturellement présent dans tous les types d'eaux de surface et souterraines. La concentration admissible dans l'eau potable a été déterminée à 200 selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

La concentration élevée d'ions sodium dans l'eau potable entraîne l'apparition de cas de diarrhée chez l'homme et la possibilité de développer un cancer. Il est également interdit aux patients cardiaques et rénaux de boire de l'eau riche en sodium. [3][4]

✓ **potassium (K^+):**

Le potassium est présent dans tous les types d'eaux naturelles car il est inclus dans la formation de la croûte terrestre 2, (59%) et ses composés sont faciles à dissoudre dans l'eau, mais son pourcentage dans les eaux de surface est inférieur à celui du sodium, et cela est dû à une bonne absorption du sol, un travail des reins et un rythme cardiaque irrégulier.[3][4]

✓ **sulfate (SO_4^{-2}):**

Les sulfates se lient aux ions d'onde dans l'eau tels que le calcium, le potassium et le sodium, et la source naturelle la plus importante pour eux est le processus de dissolution du gypse $CaSO_4(H_2O)$. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) détermine le pourcentage de sulfates dans l'eau potable à (200mg/L-400mg/L) et c'est l'un des électrolytes les plus importants trouvés dans l'eau minérale pour les maladies de la peau, en particulier l'eczéma. Et le psoriasis et la peau sèche sont très nécessaires à la synthèse du collagène, la liaison entre les cellules et le bain d'eau soufrée aide à éliminer les douleurs articulaires et rhumatismes.[3][4]

✓ Chlore (Cl):

Le chlore élémentaire se trouve dans tous les types d'eau naturelle, mais à des concentrations variables. La concentration admissible dans l'eau potable est estimée à 200mg/L (OMS) selon le droit. L'augmentation des niveaux de chlore dans l'eau entraîne la réaction de composés organiques dans l'eau chlorée, qui conduit à la formation d'autres composés qui augmentent le risque de cancer[3][4].

✓ Carbonate et bicarbonate (HCO_3^- , CO_3^{2-}):

La concentration en carbonates et bicarbonates dans l'eau est liée aux conditions d'équilibre entre le milieu aqueux d'une part et les deux phases qui l'entourent (solide et gazeuse) d'autre part. Pour les carbonates, l'équilibre se produit lors du malaxage entre le liquide et les phases gazeuses, où les deux suivants sont les équilibres les plus importants dans le milieu aqueux.[3][4]

L'un des effets du bicarbonate est qu'il aide à maintenir, réguler et équilibrer les acides dans l'estomac et les intestins.[4]

❖ objets indésirables:

Ces éléments, s'il y en a, doivent avoir une concentration très faible, et leur présence dans l'eau potable est un indice de pollution et affecte l'état de santé, dont le plus important est:

✓ Le fer (Fe^{+2}):

Le fer est un élément important pour le corps humain, il faut donc en consommer entre 1mg et 2mg par jour, mais une augmentation de sa concentration dans l'eau entraîne une modification de la couleur de l'eau avec l'apparition de sédiments sur l'appareil. La présence de fer dans l'eau potable est due à la dissolution des composés de fer présents dans le sol et les couches géologiques qui composent le bassin versant. Le fer à l'état normal se présente sous la forme d'ions ferreux Fe^{+2} , mais il active sa propre propriété d'oxydation rapide et peut se transformer en ions ferriques Fe^{+3} et précipiter sous forme d'hydroxyde de fer $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Des niveaux excessifs de fer entraînent une indigestion chez l'homme et sa carence entraîne une anémie.[5][4]

✓ Manganèse(Mn^{+2}):

Du fait de la dissolution des roches, les eaux naturelles contiennent des sels de manganèse. D'un point de vue environnemental, le manganèse est considéré comme un élément toxique pour les poissons à une concentration de 1200 l/mg de MnCl_2 ou 240 mg de sulfate de manganèse. Quant au permanganate, malgré sa toxicité élevée, il n'est heureusement pas stable dans le milieu aqueux.[3][5]

✓ Phosphate(PO_4^{3-}):

La source naturelle des phosphates est due à la désintégration de la matière vivante, à la dissolution des sels de phosphate, des engrais, des détergents et des industries chimiques. Les ions phosphate dans l'eau se présentent sous différentes formes selon les valeurs de pH du milieu. L'eau naturelle a un Ph de (8-5). Contient des ions monophosphate (HPO_4^{2-}) et dihydrogène (H_2PO_4^-). Le phosphate de métal alcalin se dissout bien dans l'eau et la solubilité des autres métaux varie en fonction de la qualité de l'ion métallique.

La plupart des composés phosphorés sont chimiquement très stables. Autrement dit, il ne se désintègre pas rapidement. Il reste longtemps dans le sol et dans l'eau.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) spécifie la concentration maximale acceptable dans l'eau potable de 5mg/l phosphate calculée sur la base de la formule du pentoxyde de phosphate (P_2O_5). La forte concentration de phosphate dans l'eau potable provoque des vomissements et des diarrhées chez les humains et les animaux.[3][4]

✓ Nitrate(NO_3^-):

Parmi les sources les plus importantes figurent la décomposition de la matière organique et des eaux agricoles et d'égouts. Les nitrates ont des effets dangereux sur la santé des nourrissons, car la consommation d'eau à une concentration supérieure à 46mg/l provoque une suffocation due à la transformation des nitrates en nitrites au sein du système digestif.[3][5]

✓ Nitrite(NO_2^-):

Les ions nitrite représentent une étape de transition entre les ions nitrate et les ions ammonium(NH_4^+) dans leur processus redox. Par conséquent, les ions nitrites dans le milieu aqueux résultent soit de la réduction des ions nitrates, soit de l'oxydation des ions ammonium. Il n'y a pas de source naturelle directe d'ions nitrite. Dans l'eau potable, sa proportion est établie selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) à 0,1mg/l.

Le nitrite est le plus dangereux pour la santé publique par rapport à l'ion nitrate car c'est un composé chimique très efficace, et sa présence provoque un état d'hypotension chez l'adulte et un état d'étouffement chez l'enfant par manque d'oxygène dans le sang.[3][5]

✓ Fluor(F^-):

C'est l'élément le plus électronégatif et le moins répandu dans la nature. Il est produit à partir de roches ignées et sédimentaires. On le trouve dans le cas du spath fluor (CaF_2), de la fluorapatite ($\text{Ca}_{10}\text{F}_2(\text{PO}_4)_6$) et de la cryolite (naaif).

Le ratio est fixé selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS) é 2mg/l, ce qui indique qu'une consommation prolongée d'eau à forte teneur en fluorure entraîne des complications pour la santé, allant de la décoloration des dents à l'empoisonnement osseux immédiat. A une concentration(0 , 5mg/l- 1.5mg/l) il offre une bonne protection contre la carie dentaire, et s'il dépasse 1.5mg/l , un déséquilibre se produit dans l'émail des dents.[3][6][7]

❖ **éléments toxiques:**

Sa présence dans l'eau est nocive pour la santé.

✓ **Mener(Pb^{2+}):**

Le sol est la source naturelle du plomb dans les eaux de surface, mais la principale source est due aux eaux usées industrielles (industrie des explosifs, industrie des colorants, plomb tétraéthyle ($Pb(C_2H_5)_4$)), en plus des composées de flétrissement dissous dans les eaux de surface 1mg/l de celui-ci quotidiennement pendant une longue période cause de grands dommages et conduit à un certain moment à la mort subite.

Les manifestation pathogènes les plus importantes causées par le plomb sont:

- L'apparition d'une ligne bleu-noir dans le tissu gingival.
- Les coliques intestinales précédées de vomissements peuvent entraîner des troubles nerveux et par conséquent une paralysie des extrémités.
- Il peut provoquer des spasmes nerveux complets qui conduisent à l'épilepsie.

Certaines études biologiques confirment également que le plomb entraîne une diminution de l'intelligence et des capacités cognitives. Il s'accumule avec le temps dans certaines parties du corps telles que les cellules du cerveau, des reins et de la poitrine. On pense qu'il a un rôle majeur dans le développement du cancer.

La concentration maximale autorisée dans l'eau potable, selon l'Organisation mondiale de la santé(OMS), est de 0,(01mg/l).[3][4][5]

✓ **Chrome(Cr^{2+}):**

On le retrouve dans les eaux de surface à cause des rejets industriels, et sa composition varie dans l'eau selon ses sources. Il existe des électrolytes simples(Cr^+_3 , Cr^+_6) et complexes CrO^{2-}_2 , CrO^{-2}_4 , $Cr_2O^{-2}_7$, CrO^{-3}_3 et en raison de leur toxicité, leur concentration dans l'eau potable a été déterminée à 0,(5mg/l).[3][4][5]

✓ **Cadmium(Cd^{2+}):**

Sa présence dans les eaux de surface est causée par les déchets industrielle (mines, pigments...), et il a des effets dangereux sur l'homme ou les animaux aquatiques, une dose de 0,4g suffit à tuer un humain. [3][4][5]

3. La présence d'eau dans la nature:

L'eau est l'une des ressources naturelles renouvelables de la planète, et l'une des caractéristiques les plus importantes qui la distingue en tant que composé chimique est sa stabilité. Les quantités présentes à la surface de la terre sont les mêmes quantités qui ont été présentes depuis le début du califat. Le volume total d'eau est estimé à environ 1360 milliards de mètres cubes. La quantité dans les mers et les océans est estimée à 97% et 3% gelés dans les glaciers.[8][9]

4. Sources d'eau:

Les sources d'eau sont très diverses à la surface du globe en raison de sa très vaste superficie, mais l'eau peut être divisée selon ses sources naturelles en :

- ✓ Eaux marines et océaniques.
- ✓ eau de pluie.
- ✓ L'eau de rivière.
- ✓ L'eau du lac.
- ✓ Les eaux souterraines .

Quant aux types d'eau, les scientifiques les ont répartis selon leur nature et leurs composants en deux types principaux :

4.1. Les eaux souterraines:

L'eau souterraine provient de la pluie, de la neige et des rivières, où elle est absorbée et stockée dans les couches de la terre, et elle peut être pompée facilement et silencieusement en forant des puits, et il y a ce qui monte tout seul, comme les puits artésiens, qui sont généralement potable.

Cette eau représente 0%, 30% du volume d'eau sur Terre, dont la majeure partie est proche de la surface et est importante dans le cycle de l'eau dans la nature.

L'eau souterraine se trouve à l'intérieur des réservoirs dans les couches de la terre, qui est une couche rocheuse ou sédimentaire capable d'accumuler ou de contenir une quantité d'eau, et elle est constituée de matériaux non consolidés tels que le sable et le gravier, ou de roches compactes telles que le grès ou le gravier calcaire, ou dans les vides et les fissures entre les grains du sol.

2. Les eaux de surface:

C'est l'eau que l'on retrouve à la surface du globe afin qu'elle soit facilement utilisable et se divise à son tour selon sa salinité en:

- a) **Eau salée** : Elle contient de fortes concentrations de sels minéraux dissous. Les mers et les océans sont la principale source d'eau salée.

- b) **Eau dégradée** : C'est une eau qui contient en permanence des concentrations faibles ou nulles de sels minéraux dissous. Elle est considérée pour les rivières, les ruisseaux, les glaces polaires et la pluie comme la principale source d'eau verte.[8]

5. l'importance de l'eau:

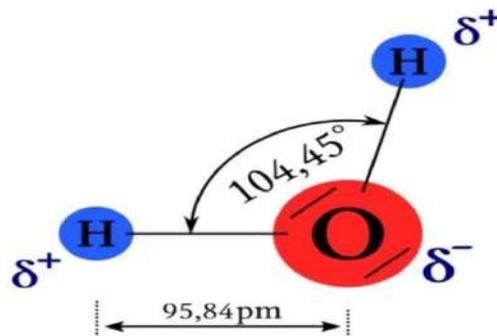
L'importance de l'eau dans la vie humaine augmente en raison de l'élévation du niveau de vie, des progrès technologiques rapides et de l'augmentation de la population. Cette importance se manifeste sous diverses formes qui répondent aux besoins de l'homme moderne dans :

- ✓ Poursuivre l'amélioration de la qualité de l'eau potable.
- ✓ Il est utilisé dans les usines et les fermes.
- ✓ L'utiliser à la maison.

6. Structure et propriétés de l'eau :

6. **1.La structure de l'eau:** L'eau a plusieurs propriétés, ce qui lui a valu une grande valeur dans la vie, l'agriculture, l'industrie, etc.. Elle a une structure qui a la formule H_2O asymétrique, où les deux hydrogènes sont liés au cycle de l'oxygène par deux liaisons , entre lesquels un angle de $104,45^\circ$ est confiné entre eux, et la longueur de liaison (O _ H) est estimée à $0,96 \text{ \AA}$.

Cette structure donne à la molécule d'eau un moment polaire, et donc l'eau est l'un des modificateurs polaires les plus importants, avec un moment polarisant de $1,84 \text{ D}$ et une énergie de liaison de 450 KJ/mol .



□Fugure:La structure moléculaire de l'eau.

Les différents pôles des molécules d'eau s'attirent et forment des assemblages moléculaires dans l'eau liquide et solide.Cependant, les liaisons de base entre les molécules de ces groupes sont des liaisons hydrogène, et la plus stable et la plus stable d'entre elles est le double groupement $(H_2O)_2$ dû à la présence de deux liaisons hydrogène, deux molécules d'eau [4]

7. Etats physiques de l'eau:

L'eau est un composé chimique incolore, inodore et insipide qui se compose de deux hydrogène et un oxygène, et son symbole chimique est H₂O. Il a trois états (gaz - liquide - solide).

8. Propriétés physiques de l'eau :

- ✓ L'eau est un liquide incolore et inodore.
- ✓ Son poids molaire est de 18,05 g .mol⁻¹ .
- ✓ Bouillonne sous pression atmosphérique normale.
- ✓ Gèle lors du tressage en degrés Celsius sous une pression atmosphérique normale.

8.1. Densité:

La densité est transformée en termes de température, car elle diminue pendant le processus de refroidissement de l'eau entre les degrés (0°C – 4°C), où la densité atteint sa valeur la plus élevée à 4°C : Le tableau suivant montre les transformations de densité en termes de température[3][11].

□ **Tableau (1) :** densité de l'eau en fonction de la température.

Température C°	0	4	10	25	100
Densité Kg/dm³	9998.0	1000.1	9997.0	9970.0	9593.0

8.2. viscosité :

Il exprime la résistance du liquide au mouvement, ainsi la viscosité diminue et s'affaiblit lorsque la température s'élève, ainsi qu'elle évolue au détriment de l'évolution de la salinité. Il existe une relation directe, plus la salinité est élevée, plus la viscosité [3][11].

Tableau (2) : Coefficient de viscosité (milli pascals) en fonction de la. Température

Température C°	0	5	10	20	30
Viscosité mpa.s	1.797	1.523	1.301	1.007	0.881

Tableau (3): Coefficient de viscosité en fonction de la salinité

Salinité g/l	0	4	8	12	16	20
--------------	---	---	---	----	----	----

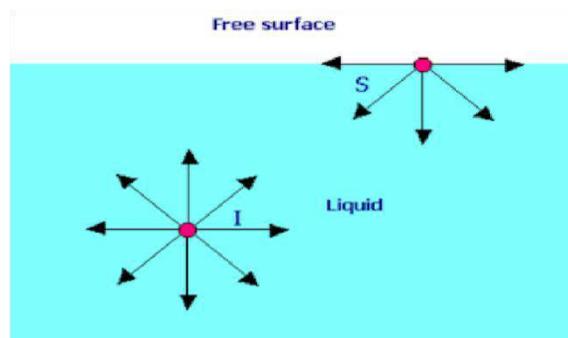
coefficient de viscositémpa.s	1.007	1.021	1.035	1.052	1.068	1.085
-------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

8.3.tension superficielle de l'eau:

La surface du liquide ressemble à une membrane en caoutchouc étirée.Avec cela, la membrane essaie de relâcher la tension et de réduire sa taille.Cette condition est appelée tension de surface (tension de surface).

La tension superficielle est un séparateur entre le liquide et le gaz.À l'intérieur du liquide, il y a des molécules liquides qui sont soumises à l'attraction de tous les côtés par les autres particules du liquide, et ces forces sont égales de sorte que leur somme devient nulle.

Contrairement aux molécules à la surface, elles sont soumises aux forces des molécules de gravité inférieure et non du haut, cela n'a pas un filet égal à zéro, et les molécules à la surface du liquide tentent de réduire leur taille et cette tension superficielle en résulte.[5][12]



□Diagramme(2):Tension superficielle de l'eaux

8.4.conductivité électrique:

L'eau est l'un des très faibles conducteurs de l'électricité, mais les substances dissoutes qu'elle contient, en particulier les sels minéraux, provoquent une conductivité élevée.

Étant donné que la conductivité électrique est un facteur important dans la détermination des spécifications de l'eau, car elle exprime la salinité de l'eau. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) classe l'eau potable en termes de conductivité électrique comme [3][5]

Tableau (4):Qualité de l'eau en termes de conductivité

la qualité d'eau	Gamme de conductivité .µs/cm
------------------	------------------------------

Excellent à boire	50-400
bon à boire	400-700
Qualité moyenne à boire	750-1500
haut métallique	plus de 1500

8.5. Constante diélectrique :

La valeur de la constante diélectrique de l'eau est l'une des constantes élevées et est de 80 à une température de 20°C dans les molécules d'eau, et comme c'est l'une des constantes universelles, elle est considérée comme l'un des solvants les plus puissants, et elle a une haute capacité à déplacer les composés, de sorte qu'il dissout les sels, les minéraux et les impuretés [3]

8.6. Chaleur spécifique:

L'eau est à la base de la mesure de la chaleur spécifique des corps solides, liquides ou gazeux, car un gramme d'eau à 14 ° C a besoin d'une calorie pour chauffer jusqu'à 15 ° C. Cette quantité de chaleur est appelée température spécifique de l'eau, et donc la chaleur spécifique de autres substances est mesurée.

La température spécifique de l'eau est supérieure à la chaleur spécifique de tous les matériaux liquides et solides, et la fait ainsi se refroidir lentement en hiver et se réchauffer lentement, et se caractérise donc par le rôle du taux thermique à la surface de la terre.[3][5]

9. Avantages et inconvénients de l'eau dure:

9.1. Avantages:

- L'eau dure aide à la croissance et à la calcification des dents et des os.
- La dureté de l'eau réduit la quantité d'oxyde de plomb (tuyaux en plomb), en précipitant le carbonate de plomb (phénomène de solubilité de la plomberie).

9.2. Désavantages:

Créer des sédiments à la surface des canaux et des réservoirs qui nuisent à leur blocage pendant longtemps

- Un effet négatif sur les tissus des vêtements et la formation de taches sur ceux-ci
- Augmentation de la consommation de savon, car l'eau dure ne mousse pas rapidement avec le savon en raison de l'interaction des sels de Ca^{2+} et Mg^{2+} avec les composés gras présents dans le savon. L'augmentation de la consommation de savon est estimée à environ 100 g/m³ de lavage eau En plus du problème économique, la consommation excessive de savon Il en résulte de graves effets sur l'environnement, en particulier de l'élément phosphate[13].

Conclusion:

Du fait de la présence d'une forte salinité dans l'eau de la ville de Ouargla , cela a conduit à l'émergence de problèmes au niveau des différents réseaux d'eau, et le problème d'entartrage n'a pas été abordé.



**Chapitre III : L'entartrage et
ses conséquences**

Chapitre III : L'entartrage et ses conséquences

Introduction :

Les eaux agressives ou corrosives attaquent la couche calcaire des tuyaux .Celles qui sont entrantes ou incrustantes. Provoquent le colmatage par dépôt calcaire. Les traitements de neutralisation ou de reminéralisation, en sortie de filière de traitement, permettent d'éviter ces inconvénients. le présent chapitre traite exclu sainement du modèle d'hallepeau-dubin.les autres systèmes (Legrand-Poirier par exemple) dépassent le cadre de cet ouvrage. la notion et l'utilisation des différents indicis déterminants l'équilibre calco-carbonique d'une eau sont énoncés en fin de chapitre.[5]

1.L'équilibre calco-carbonique :

Toutes les eaux contiennent en quantité plus ou moins importante, de l'acide carbonique, des ions mono hydrogénocarbonates et carbonates .Toutes ces espèces chimiques sont interdépendantes. Il s'agit de l'équilibre calco-carbonique. Le comportement d'une eau dépend du fait qu'elle soit ou non équilibrée. Lors de son parcours dans les canalisations, elle fera tout pour le trouver. Donc mettre une eau à l'équilibre, c'est lui donner, par un traitement approprié, des caractéristiques stables dans le temps qui s'écoule entre son stockage après traitement et son utilisation par le consommateur .[14]

Les eaux naturelles, du fait de leur cheminement dans le sol et au contact avec l'atmosphère, contiennent un certain nombre d'éléments dissous:

- Des cations tels que Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Fe^{2+} .
- Des anions tels que Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- , NO_3^- etc.
- Des gaz dissous, essentiellement CO_2 et O_2 . □ Des colloïdes tel SiO_2 .

Le pH de l'eau dépend du rapport :

$$\frac{CO_{libre}}{CO_{des\ hydrog\acute{e}n\acute{o}carbonate}}$$

Si la totalité du CO_2 contenue dans l'eau est supérieure à la concentration du CO_2 d'équilibre, son excès constitue le CO_2 agressif. Ce dernier, en détruisant les carbonates, empêche le dépôt carbonaté protecteur sur les parois métalliques en contact avec l'eau [15], comme l'indique le diagramme suivant :

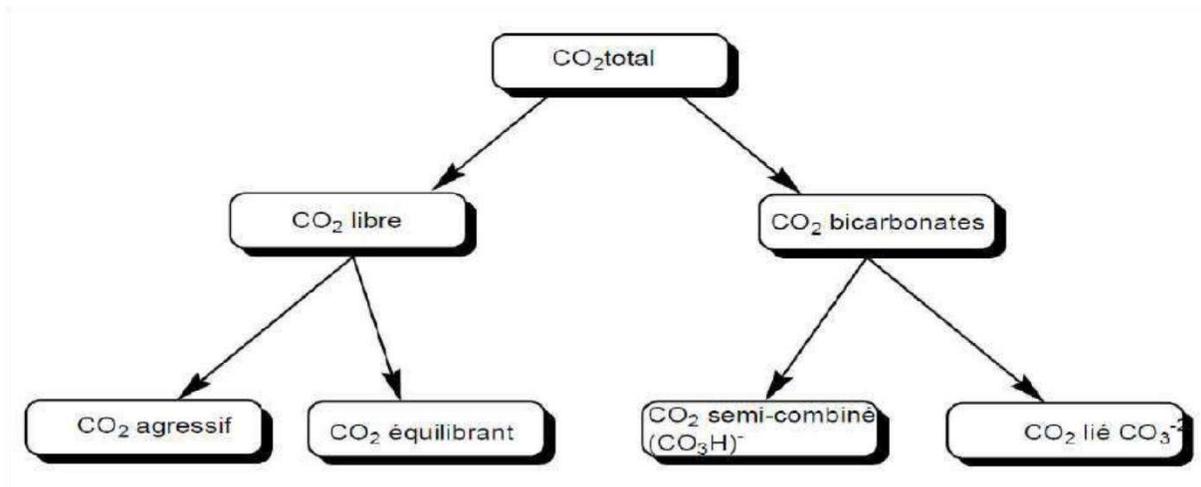


Diagramme (3):Répartition du gaz carbonique dans l'eau

□

- ${}_2CO \text{ libre} > {}_2CO \text{ équivalent}$ = présence de ${}_2CO$ agressif. Eau agressive.
- ${}_2CO \text{ libre} = {}_2CO \text{ équivalent}$ = absence de ${}_2CO$ agressif. Eau en équilibre.
- ${}_2CO \text{ libre} < {}_2CO \text{ équivalent}$ = déficit en ${}_2CO$ agressif. Eau en incrustante

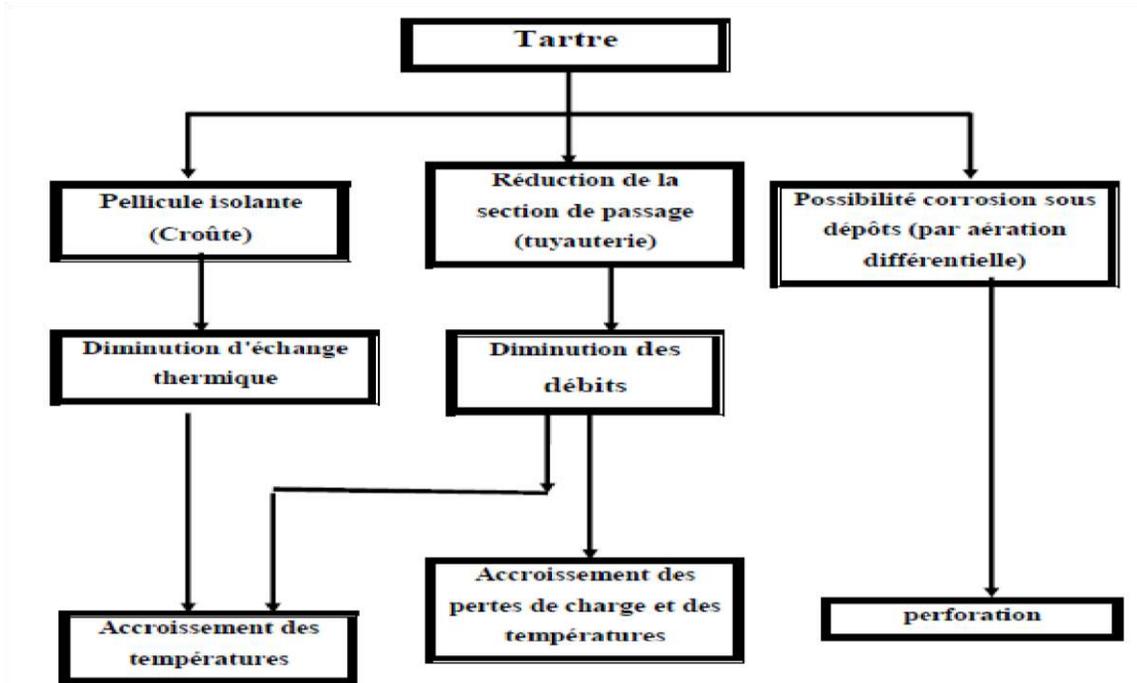
2.Conséquences de l'entartrage:

Le tartre a de nombreuses conséquences bien connues sur le fonctionnement des installation, il peut avoir des conséquences hydrauliques, thermiques, mécaniques, économiques, voire sanitaires, que nous n'évoquerons pas.

2.1.Conséquences hydrauliques:

Dès que la réduction des sections de passage se produit et que les conditions de surface se détériorent, ces tartres augmentent, qui sont très collantes. Le débit reste constant et la pression diminue. Par conséquent, énergétiques liées à la circulation des fluides sont déjà gênantes dans le cas de tubes nettoyables et amovibles. Ces formations deviennent

catastrophiques lorsqu'elles affectent la porosité des structures ou des films géologiques.



Diagramme(4): Conséquences du tartre sur les installations hydrauliques.

2.2.Conséquences thermiques:

Tous les sédiment qui sont en contact avec une racine, un échange de chaleur se produit et conduit à une augmentation de la résistance au transport très rapidement en raison du faible coefficient de conductivité thermique de ces métaux.

2. 3.Conséquences technologiques:

Il y a aussi des conséquences technologiques de l’augmentation du poids des structures porteuses des tours de refroidissement et des réservoirs, du colmatage des actionneurs de vannes, de la détérioration des états de surface des équipements sanitaires.

3. Procédés d’adoucissement des eaux: La dureté de l’eau est causée par la présence d’ions métalliques divalents Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+}etc.

On croit souvent que la dureté totale de l’eau potable est égale à la somme de la dureté du calcium et magnésium.

L’eau dure est potable un individu peut en consommer de grandes quantités sans danger. L’eau dure a deux inconvénients principaux. L’augmentation de la quantité de savon pour le lavage, ainsi que les ions calcium déposés dans les chaudières sous forme de carbonate de calcium.

3.1. Normes et recommandations:

L'eau potable contient des substances physiques et chimiques et a des critères d'utilisation de base pour les consommateurs (couleur, goût et odeur). Ceci est conforme aux normes de l'Organisation mondiale de la santé. Il existe des critères physiques, chimiques, biologiques et radiologiques.

3.2. Procédés d'adoucissement par précipitation :

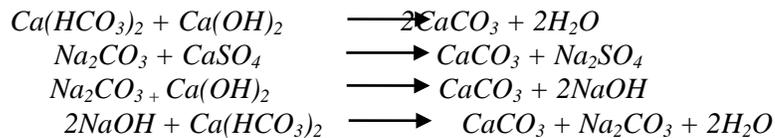
Le principal processus d'adoucissement par sédimentation est :

a. Procédé par addition de la chaux et de la soude:

Le procédé par addition de la chaux et de la soude basé sur l'utilisation de la chaux et la soude Na_2CO_3 , permet de réduire la dureté non carbonatée d'une eau. On exploite ici deux phénomènes différents

- La précipitation (pour une partie de la dureté carbonatée).
- La réaction d'échange entre le calcium et le sodium (pour la partie de dureté non carbonatée associée au calcium).

Les equations chimiques qui régissent les réactions sur lesquelles ce procédé sont les suivantes:



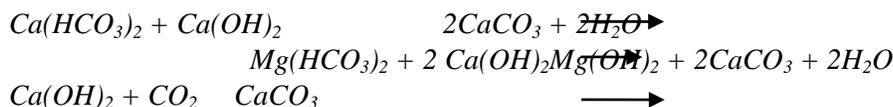
Pour appliquer cette méthode, il faut:

- ✓ Ajouter autant de la chaux qu'il y a d'ions bicarbonate HCO_3^- en présence. ✓ Laisser 40 mg/l de $CaCO_3$.
- ✓ Ajouter autant de la soude qu'il y a de dureté non carbonatée associée au calcium. ✓ Ajouter autant de CO_2 qu'il y a de CO_3^{2-} .

b. Procédé par addition d'un excès de la chaux

On utilise le procédé par addition d'un excès de la chaux pour déduire la dureté des eaux affectées d'une dureté carbonatée associée de calcium et magnésium.

Les principales équations chimiques qui régissent les réactions sur lesquelles repose ce procédé sont les suivantes:



Pour appliquer ce procédé il faut:

- ✓ Ajouter une quantité de la chaux supérieure de 50 mg/l a la somme des quantités des bicarbonates et du magnésium.
- ✓ Laisser 40 mg/l de CaCO_3 .
- ✓ Laisser 10 mg/l de $\text{Mg}(\text{OH})_2$.
- ✓ Transformer en CO_3^{2-} la totalité des ions OH^- , on ajoute donc autant de CO_2 qu'il y a des ions OH^- .
- ✓ Transformer CO_3^{2-} en HCO_3^- .

c. Procédé par addition d'un excès de chaux et de soude

Le procédé par addition d'un excès de chaux et de soude, le plus générale permet dans un premier temps de réduire la dureté carbonatée associée au calcium et au magnésium, dans un deuxième temps de réduire la dureté no carbonatée. On combiner donc ici deux procédés présentés ci-dessous: l'excès de chaux permet d'obtenir la précipitation du magnésium et la soude, celle de la dureté no carbonatée [15].

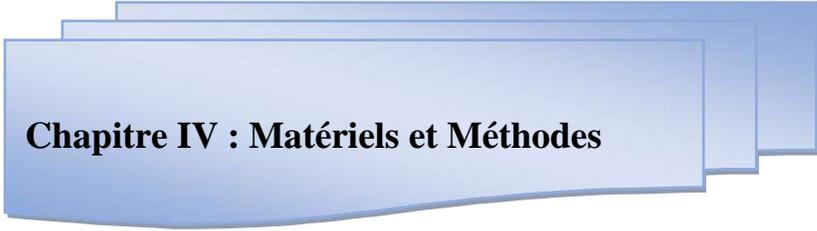
3.3. Procédés d'adoucissement physiques (Osmose inverse):

Le processus d'osmose inverse par lequel les molécules du média passent de la solution la plus concentrée à la solution la moins concentrée obtenue en appliquant une pression supérieure à la pression osmotique sur la solution la plus concentrée et ce phénomène est observé lorsque deux solutions de concentrations différentes sont séparées par une membrane en effet l'osmose inverse est réalisée au travers d'une membrane qui maintient le sabotage d'une part et empêche son passage et extrait le solvant pur d'autre part Ce phénomène n'est pas automatique et nécessite la réalisation d'une action mécanique identique à celle de le tampon afin d'annuler l'effet de la pression osmotique de la dyade, ce qui conduit à l'inversion du flux d'osmose inverse. La membrane sélective est sous l'influence de la force de transport. Les principales caractéristiques du processus d'osmose inverse sont la conversion le débit (y) est par définition fonction du débit de fluide qui traverse la membrane en mode continu.[16]

$$Y=Q_P/Q_0$$

Conclusion :

En raison de la qualité de l'eau, dont la salinité est très élevée, elle a causé divers problèmes depuis l'exploitation des eaux souterraines $\text{Ca}(\text{OH})_2$



Chapitre IV : Matériels et Méthodes

Chapitre IV : Matériels et Méthodes

Introduction :

La ville d'Ouargla est alimentée en eau potable extraite de puits, qui est de l'eau souterraine. Il existe plusieurs stations de dessalement par OS (Station Ben Omar, Station EL-Hadeb ...)

Il a été noté qu'il existe quelques défauts des bassins de Ouargla, notamment la force d'entartrage élevée et la concentration non conforme à l'Organisation Mondiale de la Santé.

Et c'est un phénomène qui menace les infrastructures hydrauliques du fait de la présence d'éléments responsables de la dureté des nappes phréatiques. Nous devons réduire la dureté des eaux souterraines dans la ville de Ouargla et en traitant l'eau en ajoutant de la chaux $[Ca(OH)]$ et du carbonate de sodium (Na_2CO_3) pour obtenir une eau conforme à l'Organisation mondiale de la santé OMS.

1. Prélèvement des échantillons:

Les prélèvements sont effectués dans des bouteilles en plastique, où nous rinçons les bouteilles avec l'échantillon à prélever plusieurs fois et prenons les paramètres physiques et chimiques avant et après traitement dans le laboratoire de recherche scientifique et le laboratoire de traitement à l'Université de Ouargla KasdiMarbah.

2.Appareillages d'analyse :

2. 1.Multi paramètre :

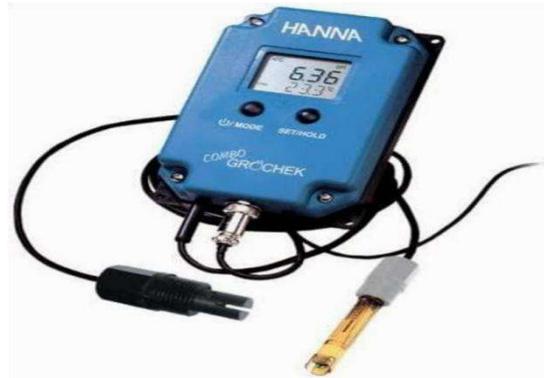
Est un appareil permettant la mesure de différents paramètres chimiques comme la mesure de pH ou de conductivité. L'appareil change de mode en fonction de la sonde qui lui est connectée. Compact et portable, cet appareil permet des mesures rapides et fiables, en laboratoire comme à l'extérieur.[17]



Appareillage(1): Multi paramètre

2.2.Le pH-mètre :

C'est un appareil électronique utilisé pour mesurer le pH (pH ou alcalinité) d'un liquide spécifique. Il se compose généralement d'une électrode spéciale (électrode de verre) connectée à une balance électronique et affiche le numéro de pH.[17]



Appareillage (2) : du pH

2.3.La conductimètre :

La conductivité est un paramètre de mesure très courant dans de nombreux domaines : contrôle qualité "et contrôle l'eau pure, l'eau potable, les eaux usées, etc." La conductivité est la capacité d'une substance, qu'elle soit liquide, "solide ou gazeuse", à conduire le courant électrique dans une solution La conductivité est mesurée sur une échelle très large ' s'étend de $1 \cdot 10^{-7}$ S/Cm l'eau pure jusqu'à 1S/ cm pour les solutions élevées.[17]



Appareillage(3) : La conductivité

2.4.La turbidité :

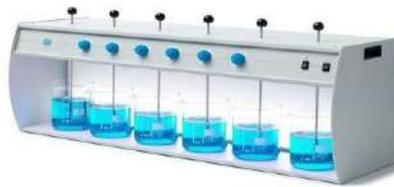
Il est utilisé pour mesurer le degré de diffusion de la lumière à partir de particules non solubles en suspension dans l'eau ou des liquides transparents et peut être largement utilisé dans les centrales électriques, les usines d'eau, les stations d'épuration domestiques.[17]



Appareillage(4):Turbidimètre

2.5.Jar test:

Le Jar test est un test de laboratoire à l'échelle pilote qui simule la coagulation ou la floculation avec différentes doses de produits chimiques. L'objectif du jar test est d'estimer la dose minimale de coagulant nécessaire pour atteindre certains objectifs de qualité de l'eau. Les tests en pot sont effectués sur un agitateur à quatre ou six places, qui peut être utilisé pour simuler les conditions de mélange et de décantation dans un clarificateur.



Appareillage(5) :Jar test

2.6.La dureté totale des eaux :

Les recommandations pour la dureté sont basées sur des critères esthétique , plutôt que de santé . une eau dure implique la formation de calcaire dans des conduites d'eau ,plomberie , les installation et appareils de cuisine (voir la photo).

Les dépôts de calcaire dans les réservoirs d'eau chaude et dans les chauffe-eau (boiler) impliquent une augmentation des coûts de chauffage et peuvent provoquer dysfonctionnements et des pannes . Le calcaire peut également endommager et user les tissus pendant leur lavage .Le savon réagit avec une eau calcaire et forme une pellicule qui peut causer des irritation de la peau . En outre quand le lavage de surfaces , ou la lessive se fait avec de l'eau calcaire , plus de savon ou de détergent sont nécessaires.



2.7.Spectrophotomètre DR6000:

Le spectrophotomètre DR 6000 UV-VIS offre des performances optimales pour les procédures de laboratoire de routine et les applications photométriques les plus exigeantes . Le logiciel intelligent assiste le responsable du laboratoire dans les tâches d'étalonnage ,de gestion de l'assurance qualité et de développement d'application personnalisées.

Le DR 6000 bénéficie d'un balayage de longueurs d'onde à grande vitesse dans le spectre de lumière visible et ultraviolette et est livré avec plus de 250 méthodes préprogrammées, qui comprennent les méthodes de test les plus couramment utilisées aujourd'hui. Avec ses accessoires en option permettant des volumes d'analyses élevés via un carrousel de changement d'échantillons, ainsi qu'une précision accrue grâce à un système de distribution des échantillons qui élimine les erreurs de différence optique, cet instrument vous assure de trouver une solution à l'ensemble de vos nombreux besoins de test d'eau.



Appareillage(5):Spectrophotomètre DR6000

1.3.L'alcalinité de l'eau:

L'alcalinité mesure la capacité de l'eau à neutraliser les acides .C'est ce que l'on appelle le pouvoir tampon de l'eau ou la capacité de l'eau à résister à un changement de pH lors de l'ajout d'acide.

qwla présence de substances dissoutes de neutralisation des acides (alcalis) .Elle se rapporte

à la teneur en dioxyde de carbone dans l'eau et est fonction du Ph.
 Les concentration des ions (OH^- , CO_3^{2-} , HCO_3^-) sont données par les expressions représentées dans le tableau suivant :

Tableau(5) :Calcul de l'alcalinité de l'eau .

$[\text{HCO}_3^-] = (V_2 \cdot N \cdot 61.1000)/P_e$ $[\text{CO}_3^{2-}] = 0$ $[\text{OH}^-] = 0$	$V_1 = 0$
$[\text{HCO}_3^-] = [2(V_1 - V_2) \cdot N \cdot 61.1000]/P_e$ $[\text{CO}_3^{2-}] = [2V_1 \cdot N \cdot 60.1000]/P_e$ $[\text{OH}^-] = 0$	$V_1 < 1/2V_2$
$[\text{HCO}_3^-] = 0$ $[\text{CO}_3^{2-}] = [2V_1 \cdot N \cdot 60.1000]/P_e$ $[\text{OH}^-] = 0$	$V_1 = 1/2V_2$
$[\text{HCO}_3^-] = 0$ $[\text{CO}_3^{2-}] = [2(V_2 - V_1) \cdot N \cdot 60.1000]/P_e$ $[\text{OH}^-] = [(2V_1 - V_2) \cdot N \cdot 17.1000]$	$V_1 > 1/2V_2$
$[\text{HCO}_3^-] = 0$ $[\text{CO}_3^{2-}] = 0$ $[\text{OH}^-] = (V_2 \cdot N \cdot 17.1000)/P_e$	$V_1 = V_2$

Les titres alcalimétriques (TA) et (TAC) donnés comme suivent :

$$\text{TA} = (V_1 \cdot N \cdot 1000) / P_e (\text{meq/l})$$

$$\text{TAC} = (V_2 \cdot N \cdot 1000) / P_e (\text{meq/l})$$

Tel que :

P_e : Volume de l'échantillon (ml)

V_2 : Volume de l'acide ajouté pour le dosage de bicarbonates (ml)

V_1 : Volume de l'acide ajouté pour le dosage de carbonates (ml) N
 : Normalité de l'acide.

2.7. Dosage de calcium et de magnésium :

Pour déterminer la dose de calcium, elle repose sur le principe de la mesure complexe de l'échantillon avec (EDTA) à pH 12 et en présence d'un indicateur coloré Dureté du magnésium.

2.8. Dosage des ions de chlorures:

La dose d'une solution d'ions chlorure est déterminée selon la méthode Mehr, et cette méthode dépend de la précipitation des ions chlorure par addition de nitrate d'argent (AgNO_3) en présence d'une solution de chromate neutre de potassium, qui agit comme un indicateur de la fin de la durée de vie et en ajoutant quelques gouttes de (K_2CrO_4) et la dose de (AgNO_3) jusqu'à ce que la couleur passe du jaune au rouge.

2.9. Dosage de potassium de sodium :

Afin de déterminer les teneurs en sodium et en potassium par absorption d'un type (PerkinElmer 1100B) selon les courbes de titrage, respectivement pour le potassium et le sodium, afin d'en déduire et d'exprimer directement leur concentration en mg/L.

2.10. Dosage des ions sulfates:

La dose d'ions sulfate est déterminée par mesure à l'aide de sulfate de baryum en milieu alcoolique et comme indicateur on utilise le sulfonate de sodium d'alizarine pour se débarrasser des ions perturbateurs en passant l'échantillon sur une résine cationique.

3. Méthodes de traitements:

3.1. Instruments de laboratoire:

Nom instruments de laboratoire	Photo
Echelle sensible	
Entonnoir en verre	

Séchoir de laboratoire	
Pipette	
Hêtre	
Papier filtre	
Des gants	

3.2. Comment préparer les échantillons:

Pour le traitement de l'eau Albain Al-Hadeb2 ,nous avons discuté de la préparation des échantillons comme indiqué dans le tableau suivant:

Tableau(6): méthodes de préparation des échantillons.

La chaux Seulement	La chaux Seulement et Soude
-La préparation hêtre contient 400 ml d'eau Al-Albain Al-Hadab 2. -Ajouter 45 mg de La chaux.	La préparation hêtre contient 400 l d'eau AlAlbain Al-Hadab 2 Ajouter 45 mg/l de La chaux et 40.8mg Na ₂ CO ₃ .
La chaux en excès	La chaux en excès et Soude
-La préparation hêtre contient 400 l d'eau AlAlbain Al-Hadab 2. -Ajouter 93 mg de La chaux.	-La préparation hêtre contient de l'eau AlAlbain Al-Hadab 2. -Ajouter 93 mg de La chaux et 81,69 de Na ₂ CO ₃ .

- ✓ Faites le processus de mélange en jar taste.
- ✓ 60 cycles en 2 minutes.
- ✓ 195 cycles en 20 minutes.
- ✓ A la fin de l'étape de mélange, les échantillons sont placés pendant 5 minutes.
- ✓ PH, Turbidité et Conductivité sont mesurés toutes les 5 minutes ou 10 minutes par hêtre.
- ✓ Effectuez le processus de filtration à travers du papier filtre.

Après filtrage nous mettons 4 bécgers dans le séchoir et pesons la masse sèche de chaque hêtre et papier filtre à chaque étape :

- Poids hêtre vide 181,70 g.
- Poids du papier filtre vide 1,64 g.

Le tableau suivant indique le poids de la matière sèche contenue dans chaque hêtre et chaque papier filtre pour chaque étape :

Tableau(7):Montre les matériaux secs

Organiser	Poids de la matière sèche présente dans le hêtre (g)	Poids de la matière sèche contenue dans le papier filtre (g)
La Chaux Selment	9.6	1.22
La Chaux selment et soude	0.06	0.26
La Chaux en excès	31.43	0.08
La Chaux en excès et soude	6.3	0.15

Après le processus de filtration, nous avons divisé l'eau traitée dans chaque hêtre en deux parties, soit 200 ml = 400/2 ml.

C'est-à-dire que nous avons hêtre 8, chaque hêtres contient 200 ml d'eau traitée. Nous avons ajouté des gouttes de H₂SO₄ dans 4 hêtres.



Chapitre V: Résultats et analyses

Chapitre V: Résultats et analyses.

Introduction.

La ville de Ouargla est alimentée en eau potable à partir de puits en exploitant les eaux souterraines, et pour l'absence d'effets secondaires, nous nous sommes concentrés dans notre travail sur l'étude de la réduction de la dureté de l'eau. Les principales propriétés physiques et chimiques de l'eau laitière d'Al-Hadab et station de Ben Omar ont été enregistrés.

V.1.Adoucissement des eaux précipitation:

Le laxatif de chaux a été sélectionné sur la base des critères suivants :disponibilité ,faible cout et absence d'effets secondaires .Il s'inscrit dans la continuité des travaux déjà entamés à travers nos travaux qui portent sur une étude comparative de l'efficacité de l'adoucissement de l'eau géothermique avec deux types de chaux ($\text{Ca}(\text{OH})_2$),hydroxyde de calcium et soude (NaCO_3).

Les principales propriétés physiques et chimiques de l'eau de puitsElhadab (Nappe Albien) sont:

Tableau(8):Caractéristiques physico-chimiques des eaux de l'albien d'Ouargla.

Elément	Concentration		
	mg/L	ME	eq de mg/l de CaCO_3
Calcium (Ca^{2+})	196.39	20.039	490
Magnésium (Mg^{2+})	87.48	12.15	360
Sodium (Na^+)	200	22.989	435
Potassium (K^+)	30	39.098	38
Chlorure (Cl^-)	570.30	35.45	804
Sulfate (SO_4^{2-})	450	48.035	468
Bicarbonates (HCO_3^-)	164.37	61.0168	135
pH	7.1		
Conductivité $\mu\text{s}/\text{Cm}$	2900		
Salinité ‰	1.4		
Dureté totale m g/l de CaCO_3	850		
Dureté totale F°	85		
Titre alcalimétrique complet (TAC) mg/l de CaCO_3	134.73		
Titre alcalimétrique complet (TAC) F°	13.473		

Ces propriétés sont présentées sous la forme d'un strip-graphe d'eau brute et présentent l'avantage de faire apparaître directement la dureté totale et la dose optimale de chaux nécessaire pour s'affranchir de la dureté du carbonate de calcium.

0	490	850	1285	1323
Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	
HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻		
0	135	603	1407	

□ Diagramme à barres : Eau brute de forage El hadeb

1. Procède par addition de la chaux seulement (forage El hadeb) :

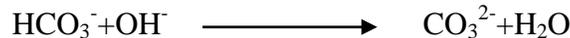
1.1. Etude théorique

Nous ajoutons la quantité de chaux en un ajout égale à la concentration d'ions HCO₃ bicarbonate dans l'eau de la bosse. Par conséquent, selon le schéma de bande d'eau brute de cambure, la quantité requise de chaux ajoutée est de 135 mg/l

135	0	490	850	1285	1323
Ca ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	
OH ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Cl ⁻		
135	0	135	603	1407	

- **Diagramme à barres:** Ajouter la chaux équivalente à la concentration HCO₃⁻.

Le processus d'ajout de chaux à l'eau brute montre une réaction chimique entre l'hydroxyde (OH) et l'eau bicarbonate CO₃⁻ selon la réaction suivante:



À la lumière de cette réaction, le diagramme à barres 2 devient le diagramme à barres 3 suivant:

- **Diagramme à barres:** Interaction des ions HCO₃⁻ et OH⁻

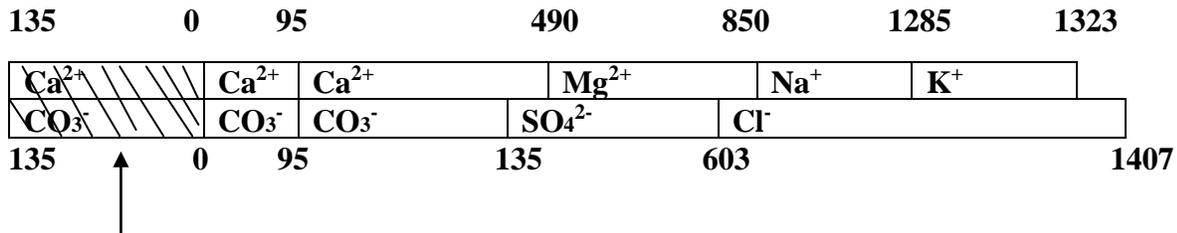
135	0	490	850	1285	1323
Ca ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	
CO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻		
135	0	135	603	1407	

➤ **Dépôt de carbonate de calcium (CaCO₃):**

Le bicarbonate est converti en carbonate et un pourcentage de calcium se dépose dans l'eau sous forme de carbonate de calcium

Le poids du calcium précipité est de 40 mg/L pour neutraliser les propriétés agressives de l'eau traitée à 230 (soit 135 mg/L dû à l'ajout de chaux et 95mg/l calcium + eau) et l'histogramme devient le suivant:

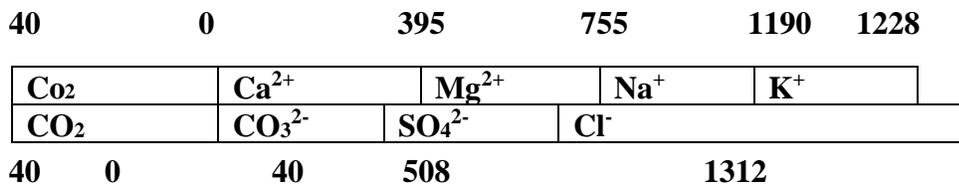
- **Diagramme à barres:** Dépôt de carbonate de calcium CaCO_3 .



Champ de sédimentation:

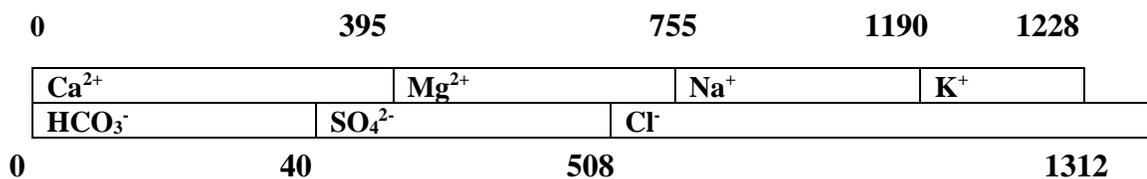
Pour prévenir l'agressivité de l'eau traitée et éviter la corrosion des canalisations, on laisse 40 litres de calcium précipité et on les fait barboter dans un volume de dioxyde de carbone égal à la concentration de calcium restante, c'est-à-dire qu'on ajoute 40 litres de dioxyde de carbone pour dissoudre la masse de précipité carbonate de calcium sous forme soluble dans l'eau ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) Ce dernier laisse passer le temps faisant précipiter une fine couche de carbonate de calcium sur les canalisations et ainsi isoler la canalisation de l'eau transportée. Le travail du gaz carbonique est dans l'histogramme suivant :

- **Diagramme de barre:** Spécification de l'eau traitée et ajout de dioxyde de carbone:



L'état final de l'eau traitée est indiqué dans le diagramme à barre. :

□ **Diagramme à barre:** Spécification finales de l'eau traitée:

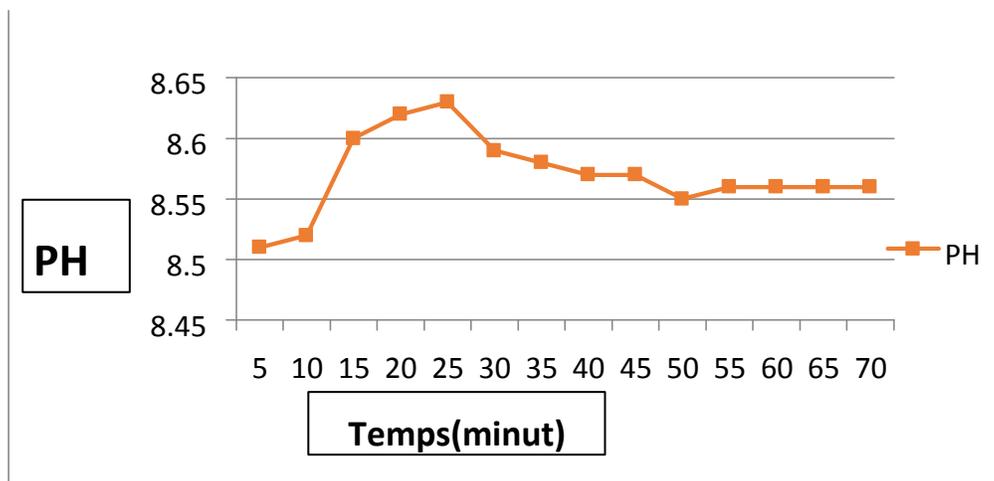
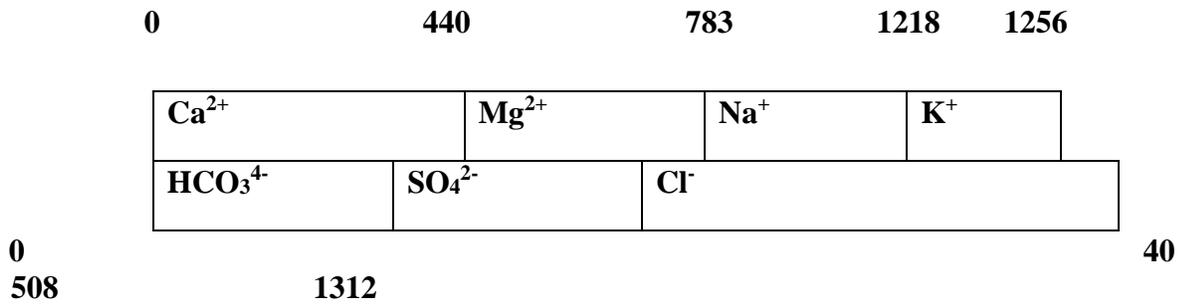


A travers l'échelle précédente, nous avons remarqué une diminution de la dureté de l'eau dans le puits Al-Hadab 2 de 85 °F à 56,56 °F après le traitement théorique, mais cette réduction n'a pas obtenu la dureté appropriée qui est conforme aux normes du monde. Organisation sanitaire 50°F. Par conséquent, l'apport individuel de chaux seul n'est pas suffisant pour réduire les difficultés Couche albien de Ouargla.

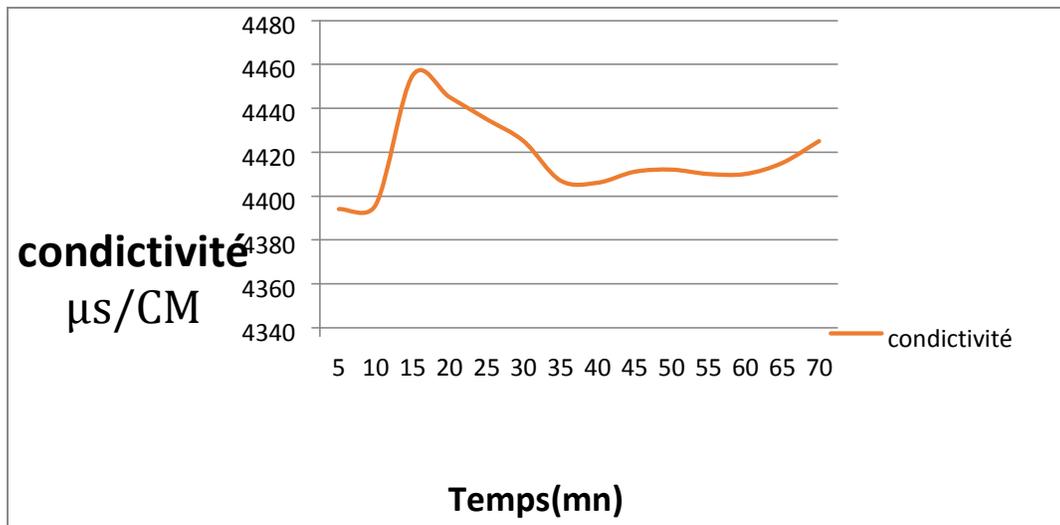
1.2.Etude expérimental:

Nous avons testé les résultats de l'étude théorique de manière empirique dans le laboratoire de recherche scientifique de l'Université de KasdiMerbah et Ouargla pour l'eau Hadab 2 (réservoir à lait souterrain) et le résultat final après traitement par ajout de chaux était le suivant:

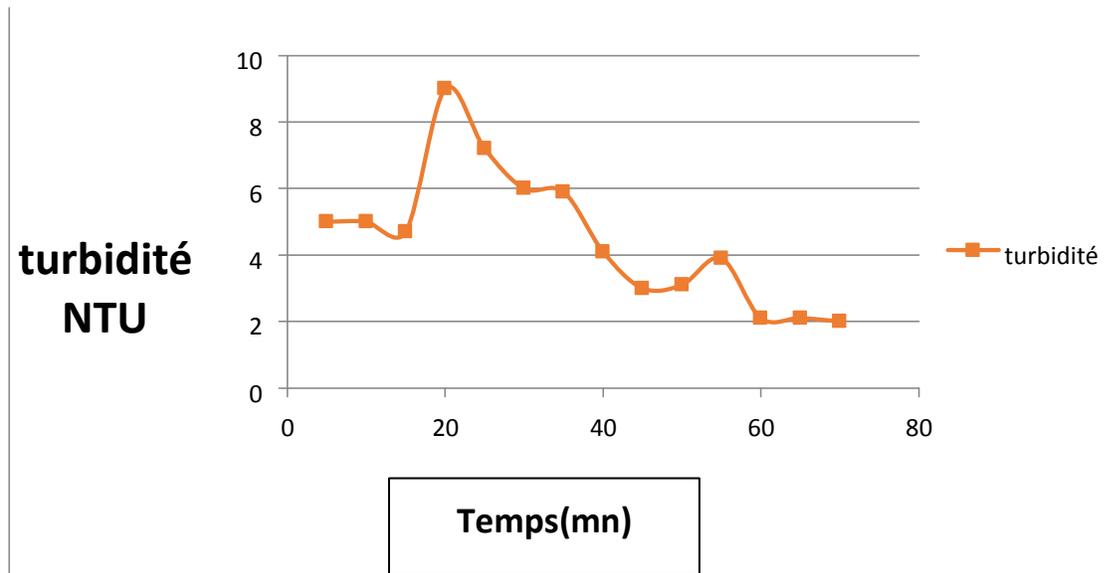
□Diagramme à barre : Spécification finales de l'eau traitée:



Courbe1:Evolution de l'indice d'hydrogène en fonction du temps en ajoutant de chaux seulement



Courbe 2: Modifications de la conductivité électrique en termes de temps en ajoutant de chaux seulement



Courbe 3: Changements de turbidité en fonction du temps en ajoutant uniquement de chaux seulement.

Nous avons suivi les changements de pH, de turbidité et de conductivité à différents moments jusqu'à ce que le temps de réaction idéal soit déterminé.

La conductivité électrique de 2 litres d'eau al-Hadab augmente avant et après l'ajout de chaux, et elle est considérée comme normale pour des concentrations élevées d'ions calcium Ca et

d'oxyde d'hydrogène, mais après un certain temps, nous remarquons une baisse de la valeur de la conductivité électrique et à la suite de la détérioration du dépôt de calcium (CaCO_3) et le même pH pur où il a augmenté à un degré de 7,1 (avant l'ajout de chaux) à 8,5 après l'ajout et après un certain temps, il commence à diminuer jusqu'à ce qu'il se stabilise et se stabilise à 8.56°. Contrairement à la turbidité, nous avons remarqué une augmentation, comme c'était le cas avant l'ajout de chaux 0,584NTU et après l'ajout de 2NTU.

1.3. Etude comparative entre résultats théorique et expérimental :

Le tableau (9) montre la comparaison entre les résultats théoriques et expérimentaux en ajoutant uniquement de la chaux. Nous avons constaté une diminution de la concentration en calcium dans l'eau brute Al-Hadab 2 de 196.36 mg/l à 176,3mg/l, ainsi qu'une diminution de la concentration en bicarbonate dans l'eau brute avant et après traitement de 164,3mg/l à 48,86mg/l. 85°F dans l'eau brute et dans l'étude théorique 56.56°F il a diminué après ajout de chaux à 53.48°F, Ce résultat n'est pas universellement admis et nécessite un traitement supplémentaire avec de la cendre de soude ..

Tableau(9): Comparaison des résultats de traitement théorique et expérimental en ajoutant à la chaux seulement

éléments	Eaux brutes	Resita traitée théorique	Resita traitée pratique	Les normes de l'OMS
Calcium (Ca^{2+}) mg/l	196.39	158.3	176.3	200
Magnésium (Mg^{2+}) mg/l	87.48	87.48	83.3	150
Sodium (Na^+) mg/l	200	200	200.03	200
Potassium (K^+) mg/l	30	30	30	20
Chlorure (Cl^-) mg/l	570.30	570	570	-
Sulfate (SO_4^{2-}) mg/l	450	450	450	400
Bicarbonates (HCO_3^-) mg/l	164.37	48.86	48.8	500
PH	7.1	-	8.5	7-8.5
Conductivité $\mu\text{s}/\text{CM}$	2900	-	4410	2800
Dureté Total (TH) F°	85	56.56	53.48	50
Turbidité				

NTU	0.584	-	2	5
-----	-------	---	---	---

2.Procédé par addition de la chaux seulement et la soude (forage El hadeb):

Nous avons conclu que la dureté de l'eau dans la région de Ouargla est de type non carbonatée, et nous avons discuté de l'ajout d'une autre solution, qui est le carbonate de sodium (Na₂CO₃). Cette partie vise à étudier l'efficacité du carbonate de sodium dans l'amélioration de la dureté de l'eau. Ce processus dépend de la précipitation du calcium lié au Cl⁻ et au SO₄.

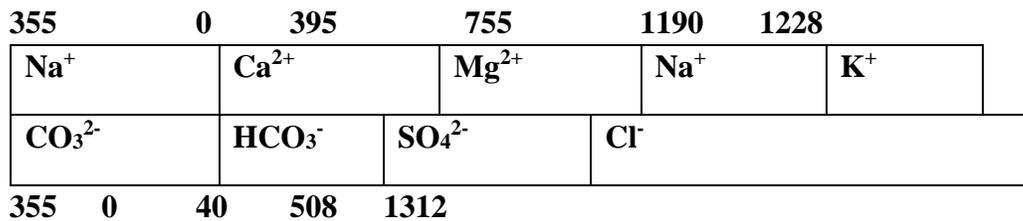
2.1Etude théorique:

Dans ce cas, les étapes suivantes sont suivies:

➤**Quantité de carbonate de sodium nécessaire:**

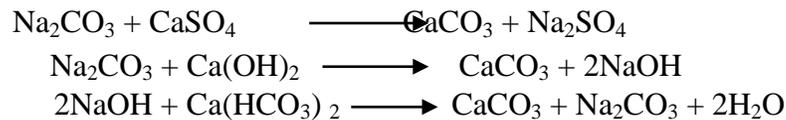
La quantité de Na₂CO₃ nécessaire pour éliminer la dureté liée au calcium est équivalente à la concentration de calcium restant dans la solution de pré-durcissement à la chaux Les propriétés de l'eau sont indiquées sur le graphique à barres suivant:

□**Diagramme à barre:**



➤**Précipitation du carbonate de calcium:**

La processus de précipitation est automatique pour le carbonate de calcium après ajout de carbonate de sodium. On constate la précipitation de tout le calcium associé au chlore et au sulfate. Ces réactions chimiques qui gouvernent ce phénomène sont les suivantes:

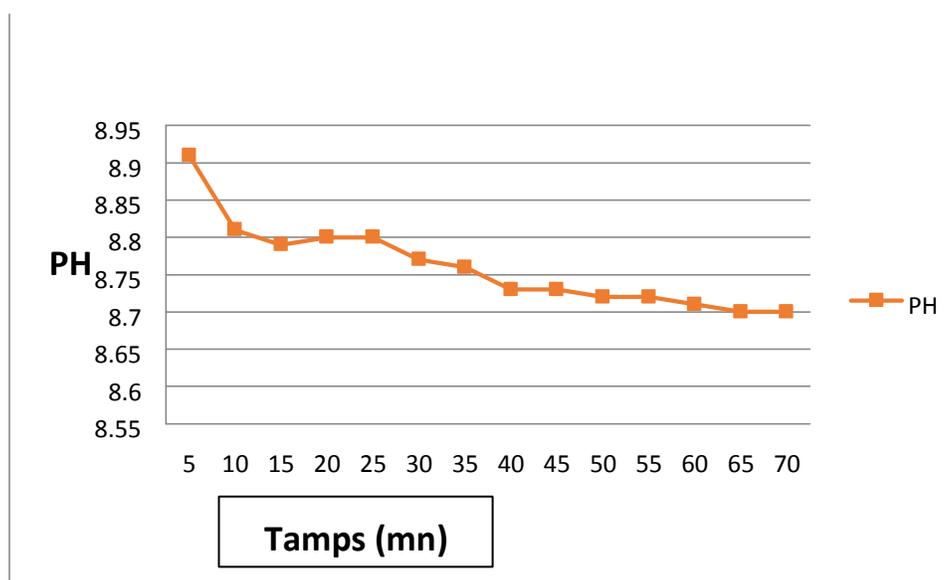


- **Diagramme à barre:** Champ de sédimentation.

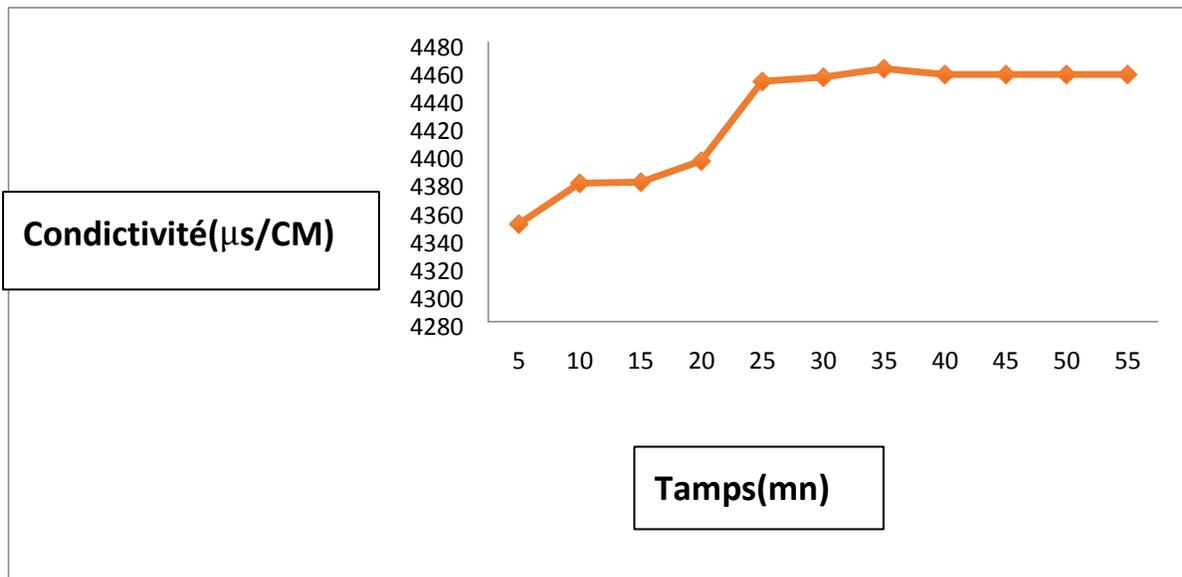


Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+
HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	
0	40	508	1312

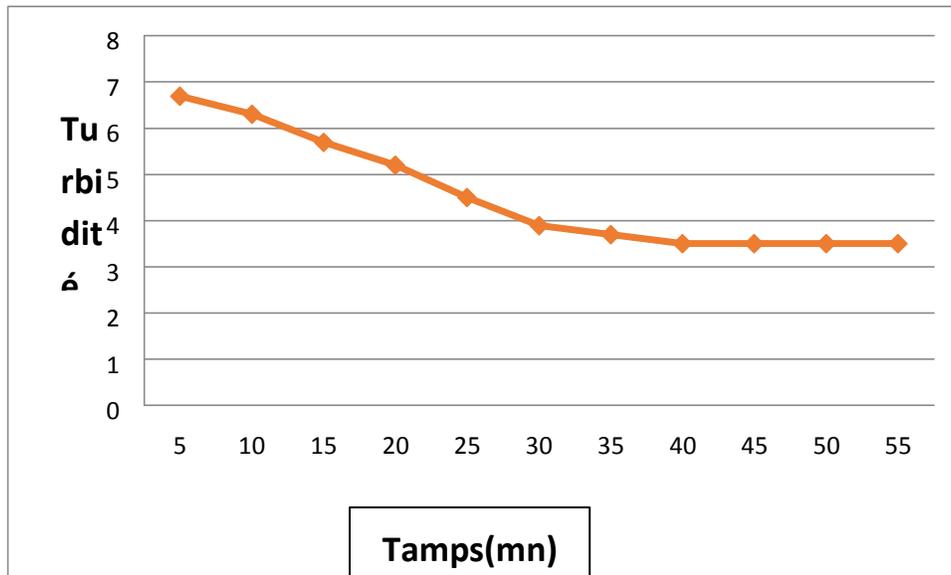
Comme nous l'avons utilisé précédemment, le pH, la conductivité et la turbidité ont été surveillés à différents moments comme le montrent les courbes:



Courbe4: Evolution de l'indice d'hydrogène en fonction du temps en ajoutant de chaux et soude seulement.



Courbe5: Modifications de la conductivité électrique en termes de temps en ajoutant de chaux et soude seulement.



Courbe6: Modifications de la turbidité en fonction du temps par ajout de chaux seulement et de soude.

À travers les courbes, nous remarquons qu'après l'ajout de soude, la conductivité augmente jusqu'à ce qu'elle se stabilise à (4457 US / cm) en quelques minutes, et cela est considéré comme

une valeur supérieure à la valeur que nous avons obtenue dans la courbe d'ajout de chaux uniquement.

Et nous avons remarqué en surveillant le pH qu'il diminuait jusqu'à ce qu'il se stabilise à (8,7) qui est également une valeur supérieure à la valeur de l'ajout de chaux seule et la même chose pour la turbidité en quelques minutes qui diminue jusqu'à ce qu'elle se stabilise (3, 5NTU) et de même elle est supérieure à la valeur de l'ajout de chaux seule.

2.3 .Etude Comparative entre résultats théorique et expérimental:

Les résultats du traitement expérimental montrent que la concentration en calcium dans l'eau brute Al-Hadab 2 a diminué de 176,3 mg/l à 16 mg/l et cela a conduit à une réduction de la dureté de 48,53 °F à 43, 96 °F et cela est devenu dans les normes de l'Organisation mondiale de la santé et avec l'ajout de soude Cela a conduit à une augmentation de la concentration en sodium de 200,03 mg/l à 383,9 mg/l.

Tableau (10) : Comparaison des résultats de traitement théorique et expérimental par la méthode d'addition de chaux et de soude seulement (nappe Albien).

éléments	Eaux brutes	résultats théorique	résultats pratique	Les normes de l'OMS
Calcium (Ca ²⁺) mg/l	196.39	16.03	16	200
Magnésium (Mg ²⁺) mg/l	87.48	87.48	83.3	150
Sodium (Na ⁺) mg/l	200	363.2	383.9	200
Potassium (K ⁺) mg/l	30	30	30	20
Chlorure (Cl) mg/l	570.30	570	570	-
Sulfate (SO ²⁻ ₄) mg/l	450	449	449.6	400
Bicarbonates (HCO ₃ ⁻) mg/l	164.37	48.86	48	500
PH	7.1	-	8.5	7-8.5
Conductivité µs/CM	2900	-	4410	2800
Dureté Total(TH) F°	85	56.56	53.48	50
Turbidité NTU	0.584	-	3.5	5

3.procède par addition de la chaux en excès (forage El hadeb):

➤Ajouter de la chaux en excès:

L'ajout de chaux en excès a pour but d'enlever la rugosité du carbonate, d'enlever le calcium et le magnésium attachés au bicarbonate.

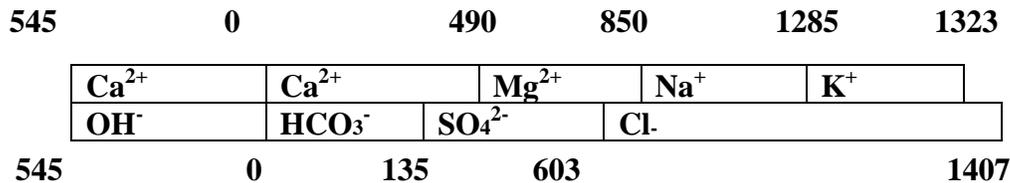
3.1.Etude Théorique:

Les réactions chimiques les plus importantes de l'eau (aquifère Al-Albian Al-Hadab 2) dans le graphique à barres suivant :

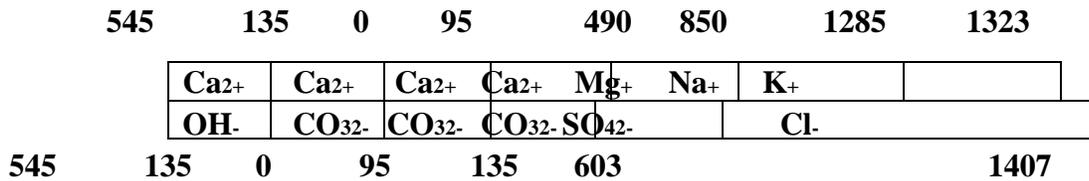
➤ **La quantité de chaux nécessaire:**

La quantité de chaux nécessaire est la somme des concentrations de bicarbonate et d'ions magnésium de 15 mg/l avec du carbonate de calcium et pour élever le pH, ce qui permettra de réduire la doubleté de l'hydroxyde de magnésium dans l'eau. Ajoutez la quantité appropriée de chaux avec 545 mg/l, de sorte que le diagramme à rayures pour l'eau brute devient le suivant :

□Diagramme à barre :Quantité de chaux nécessaire

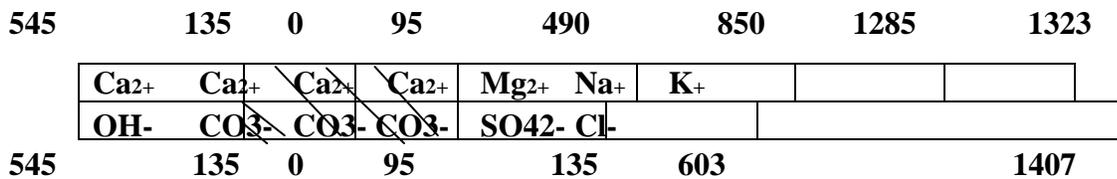


▪Transformation OH⁻ en CO₃²⁻



➤ Précipitation des ions calcium(CaCO3) et magnésium (Mg(OH)2):

□Diagramme à barre :Détermination de la sédimentation et de la concentration de calcium dans les sédiments.



□Diagramme à barre:



Ca ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		
OH ⁻	CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻			
545	0	40	508			1312

▪Pécipitation de Mg(OH)₂

□Diagramme à barre :Dépôt d'hydroxyde de magnésium (Mg(OH)₂).

410 360 10 0 395 755 1190 1228

Ca ²⁺	Mg²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Ca ²⁺	Na ²⁺	K ⁺
OH ⁻	OH⁻	OH ⁻	CO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	

410 360 10 0 40 508 1312

Ajouter 50 mg/l de dioxyde de carbone, et ce sera le dernier cas pour ajouter de la chaux avec une augmentation de l'eau traitée comme suit :

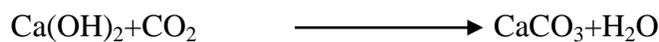
□Diagramme à barre:

50 0 755 765 1200 1238

Ca ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ²⁺	K ⁺
OH ⁻	CO ₃ ⁻	OH ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻

50 0 40 50 518 1322

Donc :

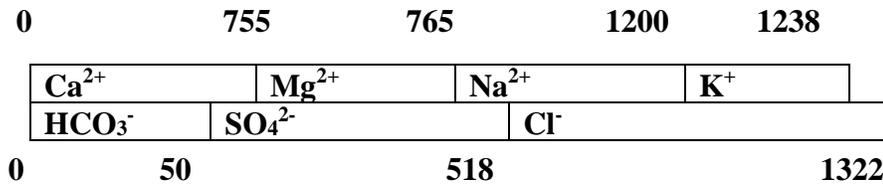


50 0 755 765 1200 1238

Ca²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ²⁺	K ⁺
CO₃⁻	CO ₃ ⁻	OH ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻

50 0 40 50 518 1322

□Diagramme à barre :Spécification finale pour l'eau traitée avec la chaux en excès.



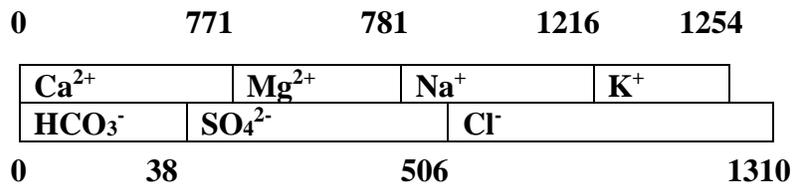
On constate que l'ajout de chaux avec une augmentation entraîne une diminution de la concentration en magnésium d'un pourcentage élevé de 87,48 mg/l (avant ajout de chaux) à 2,43 mg/l après traitement.

La concentration en calcium (avant traitement) passe de 196.39 à 442.8 mg/l (après traitement) et de cette façon, la dureté de l'eau brute diminue après l'ajout de chaux par une augmentation, elle devient donc 62.4 ° F. Par conséquent, l'ajout de chaux avec une augmentation n'est pas suffisante pour réduire la dureté.

3 .2.Etude expérimental:

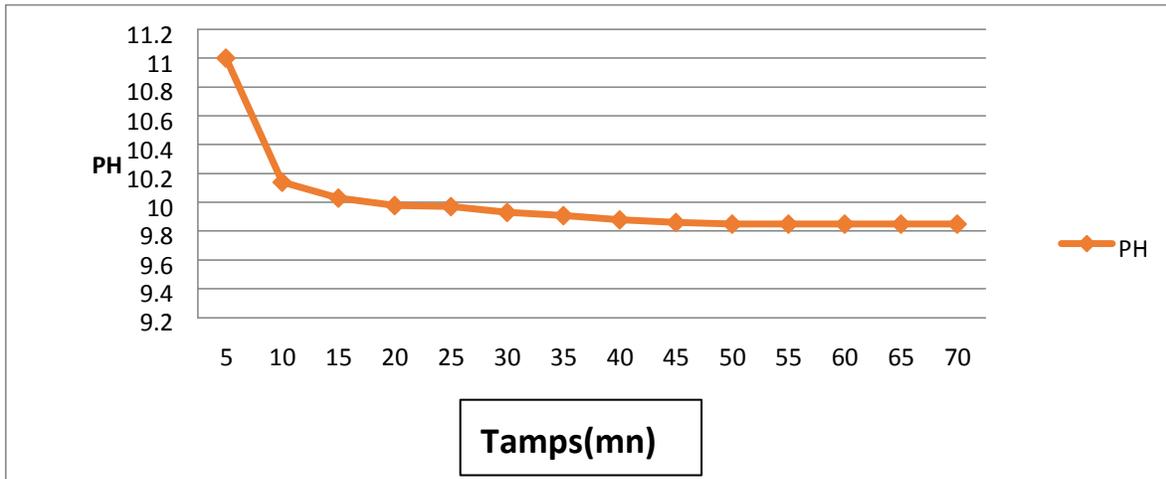
Ce sont les résultats de l'étude expérimentale de l'eau brute Al-Hadab 2 dans la ville de Ouargla, où l'expérience a été réalisée dans le laboratoire de recherche scientifique de l'Université KasdiMerbah, avec les mêmes étapes, l'état final de l'histogramme est comme suit:

□Diagramme à barre :Spécifications finales de l'eau traitée .

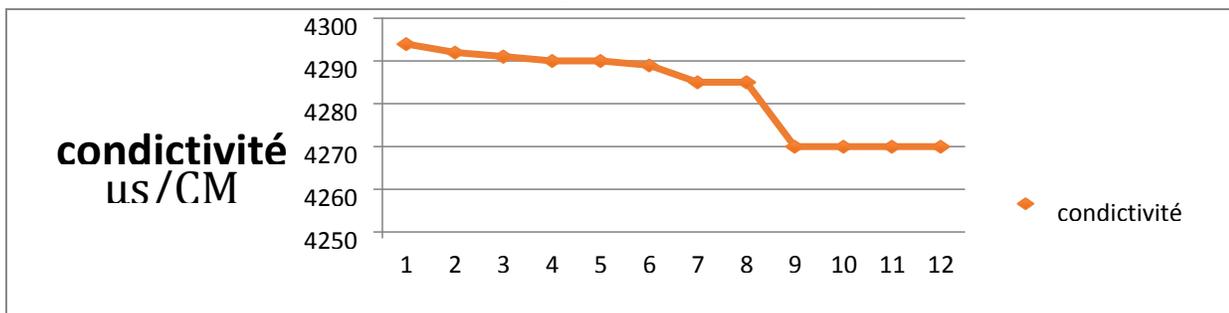


Pour surveiller les changements de pH, de conductivité et de turbidité et pour déterminer la réaction idéale, les trois courbes suivantes montrent les changements de pH, de conductivité et de turbidité au fil du temps.

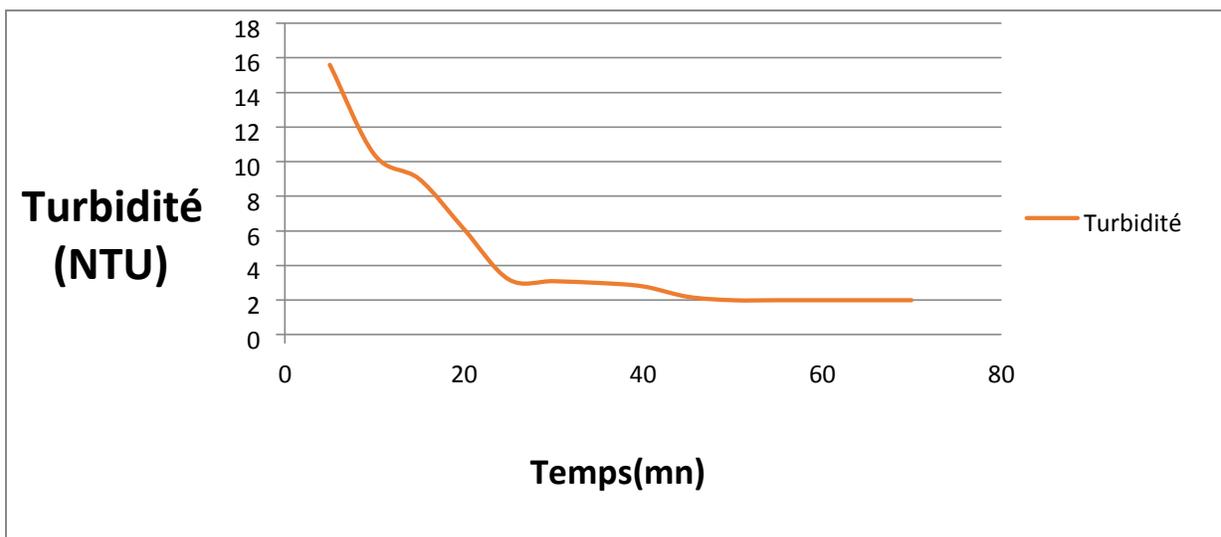
La figure(8) montre que la conductivité dans l'eau brute Al-Hadab2 diminue jusqu'à ce qu'elle se stabilise en quelques minutes à 4270µS/cm, ce qui indique que la fin de la précipitation des sels de calcium (CaCO3) et de magnésium (Ma (OH)) et une diminution du pH a été observée en tant que tel jusqu'à ce qu'il se stabilise au point 85, 9 après 50 minutes et jusqu'à ce que la turbidité après ce qui était une valeur maximale jusqu'à ce qu'elle diminue et la stabilité était après 50 minutes à NTU2.



Courbe7: Evolution de l'indice d'hydrogène en fonction du temps en ajoutant de chaux en excès



Courbe8: Modifications de la conductivité électrique en termes de temps en ajoutant de chaux en excès.



Courbe9: Modifications de la turbidité en fonction du temps par ajout de la chaux en excès

3.3. Etude Comparative entre résultats théorique et expérimental :

Après ajout de chaux avec une augmentation, le résultat de la méthode de traitement a été une augmentation de la concentration en calcium de 39 196 mg/l à 309 mg/l, tandis que la concentration en magnésium a diminué de 07,84 mg/l à 2,43 mg/l après traitement. , la dureté de l'eau brute (al-Hadab 2) théoriquement Ou empiriquement pas dans les normes de l'OMS 50 F°.

Tableau(11): Spécification pour l'eau de puits de (Hadeb 2) avant et après traitement à la chaux en excès

éléments	Eaux brutes	Resita traitée théorique	Resita traitée pratique	Les normes de l'OMS
Calcium (Ca ²⁺) mg/l	196.39	309	309	200
Magnésium (Mg ²) mg/l	87.48	2.43	2.43	150
Sodium (Na ⁺) mg/l	200	200	200	200
Potassium (K ⁺) mg/l	30	19	18	20
Chlorure(Cl) mg/l	570.30	570	570	-
Sulfate(SO ₄ ⁻) mg/l	450	449	449.6	400
Bicarbonates(HCO ₃ ⁻) mg/l	164.37	488.6	46.4	500
PH	7.1	-	9.85	7-8.5
Conductivité μs/CM	2900	-	4410	2800
Dureté Total(TH) F °	85	62.4	78.1	50
Turbidité NTU	0.584	-	2	5

4 .Procéde par addition de la chaux en excés et la soude (forage El hadeb):

Comme l'ajout de chaux en excés (la méthode précédente) n'était pas suffisant pour traiter l'eau brute, nous avons utilisé un deuxième traitement pour éliminer la dureté en ajoutant une solution de carbonate de sodium.

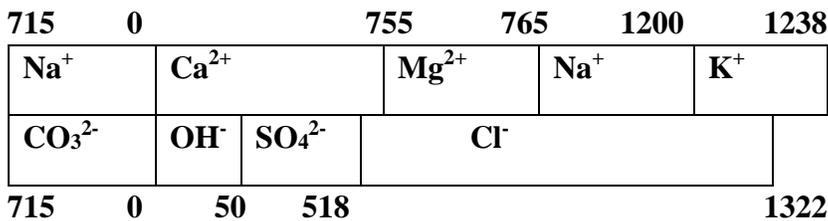
4.1 .Etude Théorique:

Les réactions chimiques les plus importantes pour atteindre les résultats souhaités sont les suivantes :

➤ **La quantité de soude nécessaire:**

Pour ajouter de la chaux et de la soude en augmentant la différence entre l'équivalent total de la dureté des ions calcium et magnésium et la dureté carbonatée associée aux ions calcium et magnésium, la solution de soude appropriée a été déterminée, la dureté restante après le processus d'ajout de chaux en excés le schéma suivant :

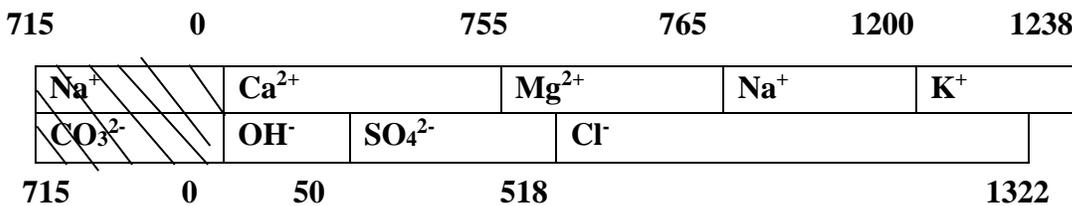
- **Diagramme à barres :** Caractéristiques du puits d'eau pour hadeb 2 en ajoutant de la soude.



➤ **Dépôt de carbonate de calcium (CaCO3):**

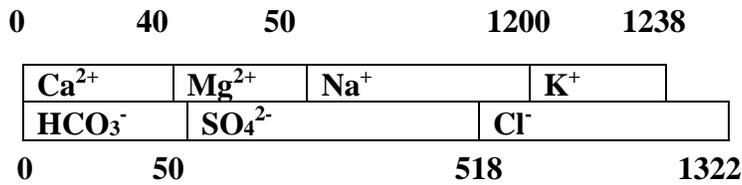
A ce stade, en ajoutant de la chaux et de la soude à l'eau brute, laissant 40 mg/l de calcium hydraté pour prévenir les poussées d'acné, le graphique à barres suivant :

- **Diagramme à barres :** Détermination de la sédimentation et de la précipitation du calcium.



En ajoutant la quantité nécessaire de CO2 (50mg/l), l'état final de l'eau après l'ajout de chaux et de soude est augmenté par un schéma à barres .

□ **Diagramme à barres** : Les spécifications finales de l'eau traitée après ajout de chaux et de soude en excès.

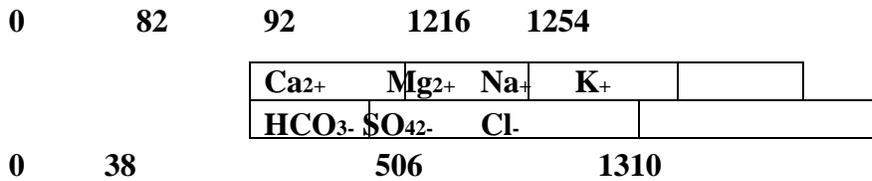


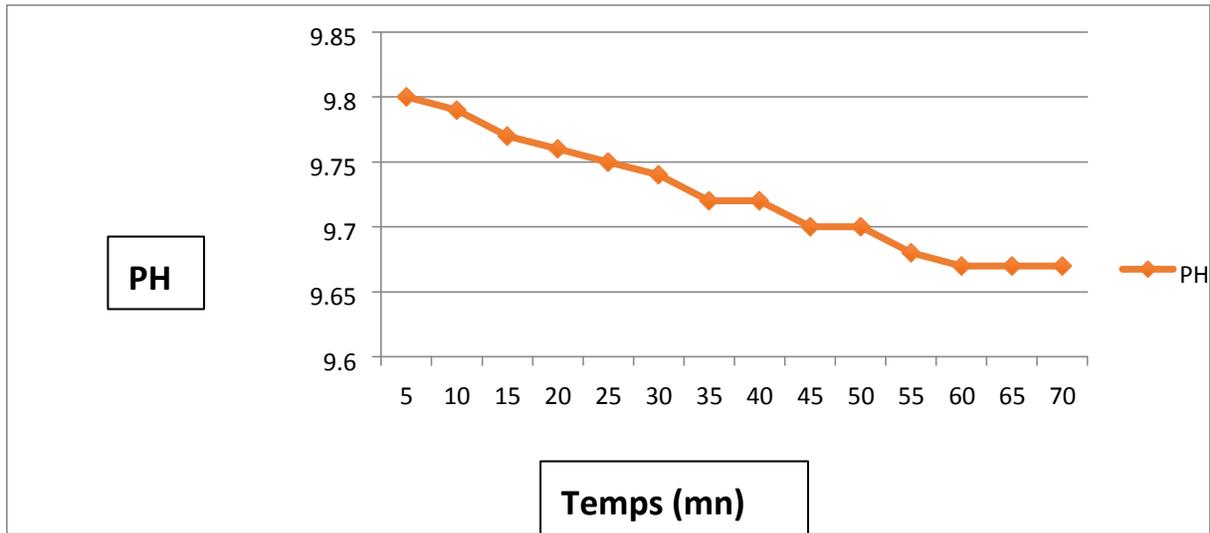
D'après le graphique précédent, nous avons remarqué que la concentration de calcium dans l'eau diminuait d'un pourcentage élevé après traitement de 16 mg / l, et par conséquent, les ions magnésium atteignaient une concentration de 2,43 mg / l, contrairement à la concentration de sodium, sa concentration après traitement est devenue très élevée par rapport à sa concentration avant traitement et puisque les concentrations de magnésium et de calcium ont diminué La dureté de l'eau cam 2 a diminué et s'est mise aux normes de l'Organisation Mondiale de la Santé

4.2.Etude expérimental:

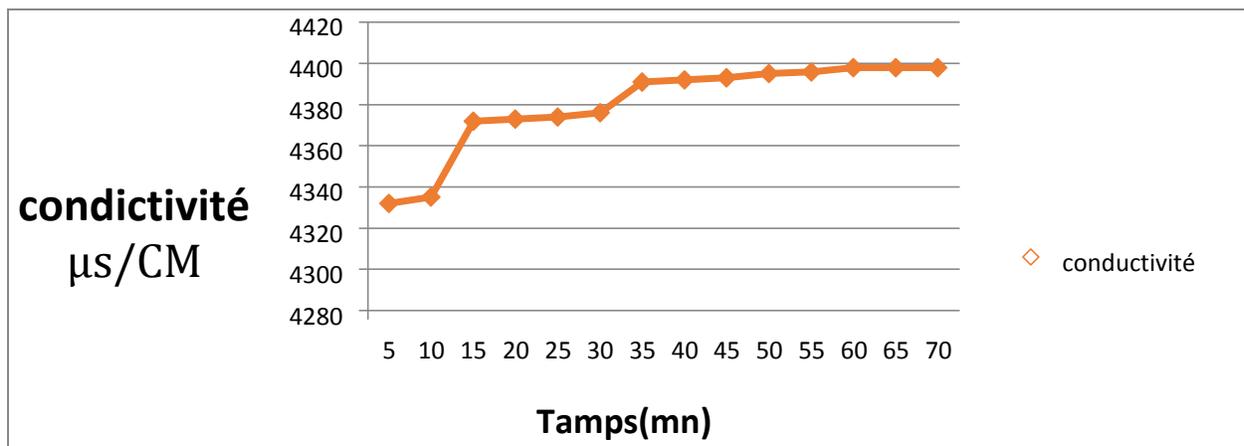
En suivant les mêmes étapes (étude théorique typique), les spécifications finales de l'étude expérimentale indiquées dans le diagramme à barres suivant ont été obtenues :

□ **Diagramme à barres** :. Résultats du traitement expérimental de la méthode d'addition de chaux et de soude en excès.

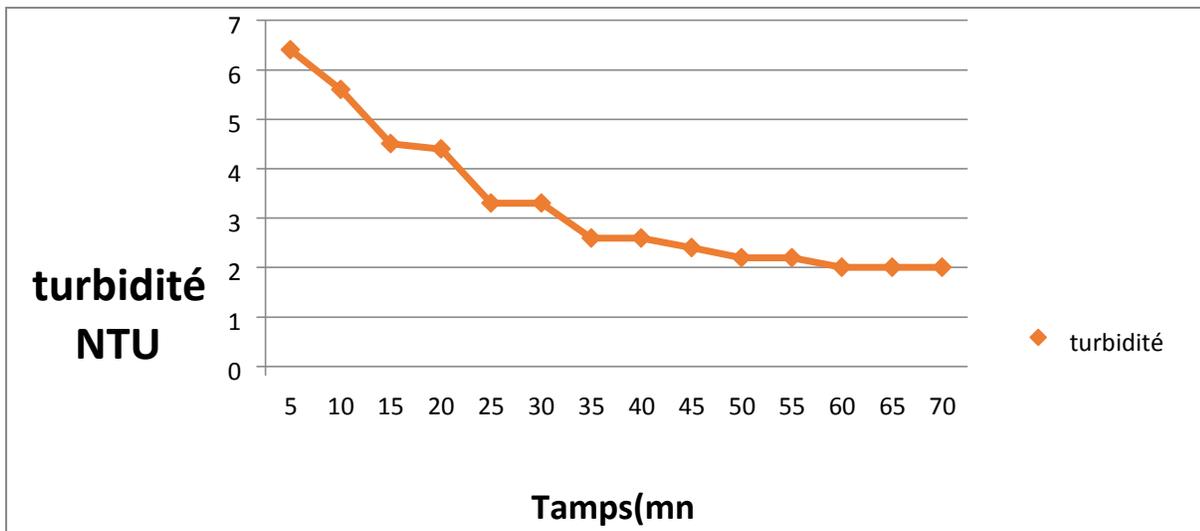




Courbe 10: Evolution de l'indice d'hydrogène en fonction du temps en ajoutant de chaux et soude en excès



Courbe 11: Modifications de la conductivité électrique en termes de temps en ajoutant de chaux et soude en excès



Courbe12: Modifications de la turbidité en fonction du temps par ajout de la chaux en excée et soude.

Nous avons étudié les changements de pH, de conductivité et de turbidité à différents moments. Nous avons remarqué un léger changement du niveau de pH par rapport à l'étape précédente (ajout de chaux avec une augmentation), après 50 minutes, il se stabilise à 9,67, tandis que la conductivité augmente jusqu'à la stabilité est à 7,4398 US/cm et la valeur de turbidité diminue jusqu'à atteindre NTU2.

4.3. Etude Comparative entre résultats théorique et expérimental .

La phase d'ajout de chaux en excès n'ayant pas donné les résultats souhaités en terme de dureté, le traitement s'est poursuivi en ajoutant de la soude et de la chaux avec une augmentation, et on constate que la concentration en calcium a diminué après traitement de 39,196 mg/l à 32 mg/l

, et à partir de là, nous voyons que la dureté de l'eau a diminué jusqu'à la valeur autorisée de 50 F°.

Tableau (12) : Les résultats du traitement à la chaux et à la soude en excès.

Eléments	Eaux brutes mg/l	Resita traitée théorique mg/l	Resita traitée pratique mg/l	Les normes de l'OMS mg/l
Calcium (Ca²⁺)	196.39	16.03	32.86	200
Magnésium (Mg²⁺)	87.48	2.43	2.43	150
Sodium (Na⁺)	200	689.67	516.79	200
Potassium (K⁺)	30	20	20	20
Chlorure (Cl⁻)	570.30	570	570	-
Sulfatee (SO₄²⁻)	450	449	449.6	400
Bicarbonates (HCO₃⁻)	164.37	488.6	46.41	500
PH	7.1	-	9.67	7-8.5
Conductivité (µs/cm)	2900	-	4398	2800
Dureté (F)	85	10.3	5.3	50
Turbidité NTU	0.584	-	2	5

D'après les études expérimentales précédentes qui ont été menées, nous avons remarqué qu'en ajoutant plus de chaux et de soude, les résultats sont acceptables en termes de dureté, c'est donc dans les normes internationalement autorisées et un pH de 9, 67.

Nous avons ajouté aux échantillons précédents des gouttes d'eau, et nous avons remarqué des changements au niveau des concentrations de calcium et de magnésium, ainsi que sur la dureté de l'eau.

V.2. procédés d'adoucissement par précipitation et acide sulfurique (H_2SO_4):

et station Ben amer

5.1.La chaux segmente la acide H_2SO_4 :

Lors de l'ajout de gouttes de H_2SO_4 à l'échantillon, on constate une augmentation de la concentration en calcium de 390 mg/l à 417 mg/l et de la concentration en magnésium de 177 mg/l à 201,9 mg/l et une augmentation de la dureté de l'eau de 53,48 mg/l à 58, 8 mg/l de $CaCO_3$.

5.2.La chaux segmente la Soude la acide H_2SO_4 :

Nous avons remarqué lors de l'ajout de gouttes de H_2SO_4 une augmentation de la concentration en calcium de 280 à 325 mg/l et une diminution de la concentration en magnésium de 169 mg/l à 128,5 et égale en dureté de l'eau jusqu'à 43,9 mg/l de $CaCO_3$.

5.3.La chaux en excès et acide H_2SO_4 :

En ajoutant de la chaux avec une augmentation et des baisses de H_2SO_4 , la concentration de calcium a diminué de 322 mg/l à 249 mg/l et la concentration de magnésium a diminué de 172 mg/l à 128 mg/l, et la dureté a diminué de 47,6 mg / l de $CaCO_3$ à 36,28 mg / l de $CaCO_3$.

5.4.La chaux en excès et soude et la acide H_2SO_4 :

Nous avons constaté une augmentation de la concentration en calcium après ajout de gouttes de H_2SO_4 de 105 mg/l à 192 mg/l et une augmentation de la concentration en magnésium de 145 mg/l à 224 mg/l et une augmentation de la dureté de l'eau de 26,74 mg/l l de $CaCO_3$ à 43,9 mg / l de $CaCO_3$.

5.5.Les résultats de l'analyse de l'eau d'Al-baine Al-Hadab et de l'eau de la station Ben Omar

Nous avons étudié l'eau de l'usine de Ben Omar Ouargla à chaque étape de traitement, de l'eau brute à l'eau traitée.

Nous avons prélevé tous les échantillons d'eau d'Al-Hadab, ainsi qu'un échantillon de chaque étape de la phase de traitement de l'eau du puits, station Ben Omar, et avons analysé cet échantillon au Laboratoire de Recherche Scientifique, Université de KasdiMerbah, Ouargla.

Les deux tableaux suivants présentent les analyses de l'eau d'Albain Al-Hadab après traitement et de l'eau du puits de Ben Omar:

Tableau(13):Analyse de l'eau d'Albain(El hadeb) .

l'échantillon	Ca²⁺(mg/l)	Mg²⁺ (mg/l)	TH(mg/l de CaCO₃)
La Chaux segment	390	177	53.48
La Chaux segment H₂SO₄	417	201.9	58.8
La Chaux segment + soude	280	169	43.96
La Chaux segment +soude + H₂SO₄	328.5	128.5	42.56
La chaux en excès	322	172	47.6
La chaux en excès +H₂SO₄	249	130.2	36.28
La chaux en excès + soude	105	145	26.3
La chaux en excès + soude + H₂SO₄	192	224	30.24
L'eau brute Hadab	425.5	179.5	56.56

Tableau (14):Analyse l'eau Ben Amer

élément		L'eau Forage	Filtre à Sable	Filtre Cartouche	L'eau Osmose	L'eau Traité	N.A
Ca ²⁺	mg/l	456.9	409	347	0	37.675	200
Mg ²⁺	mg/l	38.88	151.5	140.5	3.25	10.69	150
TH	F°	130	51.8	45.36	4.2	13.8	50

Le tableau présente les analyses physiques et chimiques de l'eau de l'usine de Ben Omar à travers les étapes de traitement.

On note que la présence de fortes concentrations de calcium et de magnésium dans l'eau brute, ainsi qu'une dureté élevée qui dépasse les normes de l'Organisation Mondiale de la Santé, mais à chaque étape elle diminue peu à peu jusqu'à ce que l'eau devienne potable et consommable et les concentrations sont parmi ces normes.

Conclusion :

Pour adoucir les eaux souterraines dans la région de Ouargla, nous utilisons les méthodes suivantes :

- Ajouter uniquement de la chaux
- Ajouter du citron vert et du soda
- Ajouter un incrément de chaux
- Ajouter plus de citron vert et de soda

Comme l'ajout de chaux et de soude coûte cher et pour éviter les pertes de matière, on peut ajouter de la chaux et de la soude uniquement pour réduire la dureté de l'eau.

Et pour traiter l'eau du puits dans la région de Ouargla.

Pour que l'eau soit potable et consommable, nous passons par étapes :

- Filtre à sable.
- Filtre à cartouche .
- Filtre Osmose.
- L'eau de mélange + Hcl (Traite).

Conclusion générale

Après ce travail que nous avons évoqué, l'étude montre le traitement de la dureté de l'eau, qui était théorique et appliqué sur le terrain dans la région de Ouargla, plus précisément dans la région de Hadda 2 et la station de Ben Omar, en raison du résultat de la forte température car il s'agit d'une eau souterraine, ce qui provoque la transformation du bicarbonate en carbonate et après traitement et comparaison avec les normes sanitaires internationales, nous avons constaté que la dureté de l'eau est acceptable. Mais malgré cela, avec l'augmentation de la température, les concentrations des éléments Ca^{2+} et Mg^{+} sont suffisants pour provoquer l'entartrage et le blocage des conduites d'eau.

Nous avons donc ajouté de la chaux et de la soude par étapes, et nous avons obtenu des résultats conformes aux normes sanitaires internationales, et nous avons étudié la comparaison entre les résultats de la station de Ben Omar.

Selon nous, nous avons constaté que la meilleure façon d'éliminer la dureté de l'eau est la méthode de la station de Benn. Cependant, le danger existe toujours en raison de la nature du climat qui caractérise le désert algérien en raison de la température élevée, ce qui augmente la dureté de l'eau. eaux souterraines.

Bibliographies

- [1]-:مجلة النبا : دور المياه في نشوء الحضارات العدد 53 شوال 1421 هـ ،كانون الثاني 2001 م .يقولم: عبد الله موسى نسخة محفوظة 18 اغسطس 2017 على موقع واي باك مشين.
- [2] : Livre de le traitement des eaux (Raymond Desjardins).
- [3] : د. نصر الحايك ،مدخل الى كيمياء الماء (تلوث ، معالجة ، تحليل) ، من منشورات المعهد العالي للعلوم التطبيقية و التكنولوجيا ، الجمهورية العربية السورية 2017.
- الجنوب [4] : باوية قيس (توزيع و تحليل ايونات الفلورور في المياه الصالحة للشرب و اهم الاغذية المستهلكة في الجزائر) : منطقة ورقلة نمودجا (اطروحة دكتوراه جامعة قاصدي مرباح).
- [5]:مارك ج . هامر ، جويور . الماء وتقنية مياه الصرف ، ترجمة يوسف رضوان .
- [6]: مبروك سراوي (تخفيض الفلوريد في مياه منطقة تقرت دراسة مقارنة و العوامل المؤثرة) رسالة ماجستير جامعة قاصدي مرباح – ورقلة 2008/2007.
- [7]: عطية جمال (نزع الفلوريد من مياه منطقة الوادي دراسة مقارنة و عوامل مؤثرة)رسالة ماجستير .
- [8] : ا.د.صابر سيد منصور السماري ، (ترجمة) الوكالة الوطنية للحوض الهيدروغرافي .
- جون و مور اليزابيت ا – مور جامعة عمر الختار الدار البيضاء الكيمياء www.adz
- [9]:محمد الطاهر علي سعد ، عبد الرزاق سليمان التومي (بكتريولوجيا مياه الشرب) مركز بحوث التقنيات الحيوية 2008
- [10]: عباس يزي (استعمال الحقل المغناطيسي في معالجة المياه) مذكرة لنيل شهادة مهندس دولة في الكيمياء الصناعية ، المركز الجامعي بورقلة 2000/1999
- [11] : عباسية حكيم (الخصائص الكهربائية للماء :الحساب النظري للساحة الكهربائية) رسالة ماجستير جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2006/2005.
- [12]:د.سامح غرابية ، د يحي الفرحان ،كتاب المدخل الى العلوم البيئية .جامعة اليرموك اربد ،الجامعة الاردنية /عمان 1998 .
- [13]:د. عصام محمد عبد الماجد احمد و د . الطاهر محمد الدريدي (الماء) الطبعة الثانية . 2001.
- [14]:Livre les traitement de l'eau pour l'ingénieur (procédés physico-chimiques et biologiques cours et problèmes résolus.
- [15]: CLAUDE. C (1999), les traitements des eaux.
- [16]:DJIDEL.M. (2009). Pollution minérale et organique des eaux de la nappe superficielle de la cuvette D'Ouargla (Sahara septentrional, Algérie). Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba.
- [17]: <https://www.hanna instruments .fr>

ملخص: درجة مئوية لمياه الالبان في جنوب الجزائري تسبب عسرة المياه ترسبات 60 في درجة حرارة عالية تقدر ب
تى في منشآت التبريد. كبيرة داخل قنوات توزيع المياه و ح
و من هنا تطرقنا لحل هذه المشاكل بالبحث و إيجاد معالجة التي تفيدنا في تخفيض عسرة المياه في منطقة ورقلة
و عدم وجود آثار سلبية مستقبلا. ففي دراستنا نعتمد على معالجة عسرة المياه مع مراعاة الجانب الاقتصادي
بإضافة ثاني أكسيد الكربون. جير. 'ترسيب عسرة لمات المفتاحية:الك

Résumé :

À une température élevée de 60 degrés Celsius, l'eau d'Al-Albian dans le sud de l'Algérie provoque de gros sédiments dans les canaux de distribution d'eau et même dans les installations de refroidissement. Par conséquent, nous avons discuté de la résolution de ces problèmes en recherchant et en trouvant un traitement qui nous serait bénéfique pour réduire la dureté de l'eau dans la région de Ouargla, en tenant compte de l'aspect économique et de l'absence d'effets négatifs à l'avenir. Dans notre étude, nous nous appuyons sur le traitement de la dureté de l'eau en ajoutant du dioxyde de carbone.

Mots clés : dureté , sédimentation ,chaux.

Abstract :

At a high temperature estimated at 60 degrees Celsius, the water of the Albian in the south of

Algeria causes large sediments inside the water distribution channels and even in the cooling facilities. From here we tackled the solution of these problems by researching and finding a treatment that would benefit us in reducing the water hardness in the Ouargla region, taking

into account The economic aspect and the absence of negative effects in the future. In our study, we rely on treating water hardness by adding carbon dioxide.

Keywords:hardness 'sedimentation' lime.

Bibliographies

- [1]-:مجلة النبا : دور المياه في نشوء الحضارات العدد 53 شوال 1421 هـ ،كانون الثاني 2001 م .يقلم: عبد الله - موسى نسخة محفوظة 18 اغسطس 2017 على موقع واي باك مشين.

[2] : Livre de le traitement des eaux (Raymond Desjardins).

- [3] : د. نصر الحايك ،مدخل الى كيمياء الماء (تلوث ، معالجة ، تحليل) ، من منشورات المعهد العالي للعلوم التطبيقية و التكنولوجيا ، الجمهورية العربية السورية 2017.

الجنوب [4] : باوية قيس (توزيع و تحليل ايونات الفلورور في المياه الصالحة للشرب و اهم الاغذية المستهلكة في الجزائري : منطقة ورقلة نموذجاً (اطروحة دكتوراه جامعة قاصدي مرباح).

- [5]:مارك ج . هامر ، جويور . الماء وتقنية مياه الصرف ، ترجمة يوسف رضوان .
[6]: مبروك سراوي (تخفيض الفلوريد في مياه منطقة تقرت دراسة مقارنة و العوامل المؤثرة) رسالة ماجستير جامعة قاصدي مرباح – ورقلة 2008/2007.
[7]: عطية جمال (نزع الفلوريد من مياه منطقة الوادي دراسة مقارنة و عوامل مؤثرة)رسالة ماجستير .
[8] : ا.د.صابر سيد منصور السماري ، (ترجمة) الوكالة الوطنية للحوض الهيدروغرافي .
جون و مور اليزابيت ا – مور جامعة عمر الختار الدار البيضاء الكيمياء www.adz
[9]:محمد الطاهر علي سعد ، عبد الرزاق سليمان التومي (بكتريولوجيا مياه الشرب) مركز بحوث التقنيات الحيوية 2008

- [10]: عباس يزي (استعمال الحقل المغناطيسي في معالجة المياه) مذكرة لنيل شهادة مهندس دولة في الكيمياء الصناعية ، المركز الجامعي بورقلة 2000/1999
[11] : عباسية حكيمه (الخصائص الكهربائية للماء :الحساب النظري للساحة الكهربائية) رسالة ماجستير جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2006/2005.
[12]:د.سامح غرايبة ، د يحي الفرحان ،كتاب المدخل الى العلوم البيئية .جامعة اليرموك اربد ،الجامعة الاردنية /عمان 1998 .
[13]:د. عصام محمد عبد الماجد احمد و د . الطاهر محمد الدرديري (الماء) الطبعة الثانية . 2001 .
ماجستير جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2006/2005.

[14]:Livre les traitement de l'eau pour l'ingénieur (procédés physico-chimiques et ologiques cours et problèmes résolus.

[15]: CLAUDE. C (1999), les traitements des eaux.

[16]:DJIDEL.M. (2009). Pollution minérale et organique des eaux de la nappe superficielle de la cuvette
D'Ouargla (Sahara septentrional, Algérie). Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba.

[17]:<https://www.hannainstruments.fr>