

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE**

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Kasdi Merbah Ouargla



FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES

Département de : Génie civil et Hydraulique

C:.....
R:.....

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de

Master, Filière: Hydraulique

Spécialité : Traitement, épuration et gestion des eaux

Thème

**Contribution à l'amélioration des eaux de la nappe phréatique
pour être utilisées en irrigation de toutes les cultures
Dans la région d'Ouargla**

Présenté par :

Nedjmi Amina

Maamri Lidia

Soumis au jury composé de :

Y.GHERAIRI

MAA

UKM Ouargla

Présidente

S.KOUADRI

DOCTEUR

UKM Ouargla

Examineur

A.BELMABEDI

MAA

UKM Ouargla

Promotrice

A.KADRI

DOCTEUR

UKM Ouargla

Co-Promoteur

Année Universitaire: 2022 / 2023

Dédicace

A qui le paradis est sous ses pieds, *ma chère mère*
À mon modèle et une couronne sur ma tête, *mon père bien-aimé*

A celui qui a complété ma vie avec son *cher mari*
À qui sont aide-moi depuis mon enfance jusqu'à maintenant,
mes sœurs

A ma deuxième famille et ma maison actuelle, *ma famille,*
Bensacia

Je ne serais pas arrivé ici sans vos prières, votre soutien et votre patience avec
moi

Je remercie ALLAH pour ces bénédictions et de vous avoir dans ma vie

NEDJMI AMINA

Dédicace

Je dédie le fruit de mes efforts au sourire de la vie et au secret de l'existence,
à celui dont la supplication est le secret de ma réussite, à celui qui a partagé
avec nous notre joie et notre peine

Et celle qui a passé sa jeunesse à nous rendre heureux et a fait de son mieux
pour nous faire plaisir au plus précieux des êtres, ma chère maman, qui restera
mon modèle dans

La vie, à ceux qui ont humilié devant nous les difficultés et beaucoup sacrifié
pour nous, je représente pour lui une pause d'honneur et de reconnaissance,
mon cher père, à mes frères et sœurs qui ont partagé le fardeau de la vie avec
nous.

LIDIA MAAMRI



Remerciement

Nous remercions le propriétaire de la grâce et de l'existence, **ALLAH**

Tout-Puissant, et un merci spécial et grand à notre professeur,

Amal Belmaabdi

Nous remercions les membres du comité MAA Y.Ghraiiri et Docteur S.Kouadri
pour votre patience dans la lecture

de notre note, et je remercie tous ceux qui nous ont soutenus de près ou de
loin

MAAMRI LIDIA

NEDJMI AMINA



Résumé :

L objectif de notre étude est d'améliorer et de valoriser les eaux de la nappe phréatique avec des déchets naturelles locales sans valeur pour être réutiliser en irrigation sans aucun risque sur la santé.

Nous avons constaté que la concentration des paramètres mesuré tels que : Ce, TDS, Na⁺, K⁺, HCO₃⁻ et dureté totale ont diminué par rapport à la concentration initiale, ce qui signifie que l'adsorption puisse être utiliser au futur comme un traitement complémentaire pour améliorer la qualité des eaux de la nappe phréatique, réduire les dommages causés par la salinité et préserver l'environnement.

Les mots clés : nappe phréatique, pollution, charbon actif, adsorption, fibre de palmier, Isotherme d'adsorption, irrigation.

Summary:

The objective of our study is to improve and valorize groundwater with local natural waste of no value to be reused in irrigation without any health risk.

We found that the concentration of measured parameters such as: Ce, TDS, Na⁺, K⁺, HCO₃⁻ and total hardness decreased compared to the initial concentration, which means that adsorption can be used in the future as a complementary treatment, to improve groundwater quality, reduce salinity damage and preserve the environment.

Key words: groundwater, pollution, activated carbon, adsorption, palm fiber, adsorption isotherm, irrigation

المخلص:

الهدف من دراستنا هو تحسين وتثمين المياه الجوفية بواسطة تدوير النفايات الطبيعية المحلية التي لا قيمة لها و إعادة استخدامها في السقي دون أي مخاطر صحية. وجدنا أن تركيز العوامل المقاسة مثل: Ce، TDS، Na⁺، K⁺، HCO₃⁻ والعسرة الكلية للمياه انخفضت مقارنة بالتراكيز الأولية، مما يعني أنه يمكن استخدام الامتزاز في المستقبل كمعالجة تكميلية لتحسين جودة المياه الجوفية وتقليل أضرار الملوحة والحفاظ على البيئة. الكلمات المفتاحية: المياه الجوفية، التلوث، الفحم النشط، الامتزاز، ألياف النخيل، معادلة الامتزاز، السقي.

Sommaire

	Liste des tableaux	
	Liste des figures	
	Introduction générale	01
Chapitre 1	Zone d'étude et nappe phréatique	
1	Introduction	03
2	Généralité sur la zone d'étude	03
2.1	Situation géographique	03
2.2	Climat	04
2.2.1	La température	04
2.2.2	Les précipitations	05
2.2.3	.Les vent	06
2.2.4	L'évaporation	06
2.2.5	Humidité de l'air	07
2.2.6	Insolation	08
2.3	Hydrogéologie	08
3	Caractérisation de la nappe phréatique	09
3.1	Définition	09
3.2	. Le cycle d'eau	10
3.3	Caractéristique de la nappe phréatique	11
	Le continental intercalaire « CI »	11
	Le Complexe Terminal « CT »	11
4	III.4 Problèmes de la nappe phréatique	12
Chapitre 2	charbon actif importance et utilisation	
1	Introduction	15
2	Historique	15
3	Définition	16
4	Utilisation	16

5	. Caractéristique	17
5.1	Tissu	17
5.2	Structure	17
5.3	Surface spécifique	17
6	Etape de préparation	18
6.1	La carbonisation	18
6.2	L'Activation	18
6.3	L'activation physique	19
6.4	L'activation chimique	19
7	Les applications des charbons actifs	19
7.1	Adsorbant	20
7.2	Catalyseur	20
7.3	Sources du charbon actif	21
8	Conclusion	22
Chapitre 3	Résultats et discussion	
1	Introduction	24
2	Préparation du charbon	24
2.1	Calcination	24
2.2	Activation	25
2.3	Préparation des échantillons	25
3	Analyse des paramètres physico chimique	26
3.1	Echantillonnage	26
3.2	Prélèvement de l'eau à analyse	26
3.3	Transport des échantillons	27
3.4	Méthode d'analyse	27
3.4.1	Le potentiel d'hydrogène (PH)	28
3.4.2	La conductivité (Ce)	28
3.4.3	La totalité de sels dissous (TDS)	28

3.4.4	La dureté totale	29
3.4.5	Alcalinité totale	29
3.4.6	Le potassium	30
3.4.7	Le sodium	30
4	La désinfection	31
4.1	Test de chlore résiduel	31
4.2	Break point	32
5	Conclusion	33
Chapitre 4	Résultat et discussions	
1	Introduction	35
2	Résultat d'analyse	35
2.1	Analyse physico- chimique	35
	Les paramètres physico-chimiques	36
2.1.1	Le PH	36
2.1.2	La conductivité	37
2.1.3	TDS	38
2.1.4	TH	39
2.1.5	TAC	40
2.1.6	Potassium	41
2.1.7	Sodium	41
2.2	Calcul des indices de qualité des eaux pour l'irrigation	42
2.2.1	Calcul du PBH	42
2.2.2	Calcule du RSC	43
2.2.3	Calcul du SAR	43
2.2.4	Calcul du SSP	44
2.2.5	Calcule du KR	44
2.3	Adsorption, résultats et modèle mathématique	45
2.4	Dose optimale de la désinfection	46
	Conclusion générale	49
	Références bibliographique	
	Annexe	

Liste des tableaux

Chapitre1		
Tableau .1	Température moyenne mensuelle	04
Tableau .2	Evaporation moyenne mensuelle	06
Chapitre3		
Tableau1	Qualité d'eau en fonction de la dureté	29
Chapitre4		
Tableau 1	Résultats des paramètres physico-chimiques	35
Tableau 2	variation du pH	36
Tableau 3	Variation de la conductivité électrique	37
Tableau 4	Variation de la totalité des sels dissouts	38
Tableau 5	Variation de la dureté de l'eau	39
Tableau 6	Variation de l'alcalinité totale	40
Tableau 7	Variation de la concentration de potassium	41
Tableau 8	Variation de la concentration du sodium	42
Tableau 9	Calcul de danger potentiel lié au bicarbonate	42
Tableau 10	Paramètres du modèle de Freundlich	46
Tableau 11	Résultat de la Demande en chlore	46

Listes des figures

Chapitre1		
Figure .1	carte de la situation géographique de wilaya Ouargla	04
Figure. 2	température moyennes mensuelles	05
Figure.3	répartition mensuelle des pluies à Ouargla	05
Figure.4	vitesse moyenne mensuelle interannuelle de vent	06
Figure.5	évaporation moyenne mensuelle interannuelle	07
Figure.6	humidité moyenne mensuelle interannuelle	07
Figure 7	durée d'insolation moyenne mensuelle interannuelle	08
Figure.8	coupe hydrologique à traverse le Sahara	09
Figure .9	le cycle de l'eau à la nappe phréatique	10
Figure 10	carte piézométrique du continental interannuel	11
Figure 11	carte piézométrique du complexe terminal	12
Chapitre2		
Figure 1	La structure microscopique du charbon actif	17
Figure 2	La structure poreuse d'un grain de charbon actif	18
Figure 3	Les étapes de fabrication du charbon actif	19
Figure 04	les constituants d'un palmier dattier	22
Chapitre3		
Figure1	Fibre palmier dattier	25
Figure2	Le charbon de la fibre	25
Figure3	Activation de la masse du charbon	25
Figure4	Lieu de l'échantillonnage	27
Figure5	Multi paramètre de mesure	27
Figure6	Mesure du sodium et potassium	31
Figure7	Comprimé DPD N°1 avec comparateur de couleur	32
Figure8	Dosage du résiduel de chlore	33

Chapitre4		
Figure 01	Variation du pH	36
Figure 02	Variation de la conductivité électrique	37
Figure 03	variation de TDS	38
Figure 04	Variation de la dureté de l'eau	39
Figure 05	Variation du TAC	40
Figure 06	variation du K ⁺	41
Figure 07	Variation du Na ⁺	42
Figure 08	Log Qe en fonction du Log Ce (modèle de Freundlich)	45
Figure 09	La courbe du break point	47

Introduction générale

L'eau a toujours été considérée comme une condition essentielle à la vie humaine, animale et végétale, et un facteur qui doit exister pour le développement des activités individuelles et la stabilité sociale.

L'eau est une ressource naturelle très limitée dans les régions semi-arides. Certaines activités sont plus exigeantes en eau et d'autres plus prioritaires, mais le plus souvent l'eau utilisée est dégradée et polluée. Les rejets issus des utilisations domestiques, agricoles et industrielles de l'eau peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes pathogènes, menacent la qualité de l'environnement dans son ensemble (Tamrabet et al, 2003)

L'homme obtient ses besoins en eau à partir de deux sources principales, qui sont les sources d'eau de surface, qui comprennent les rivières, les lacs et les ruisseaux de la vallée, et les sources d'eau souterraine, qui comprennent l'eau de puits, qui sont les aquifères.

Il y a longtemps, les nappes souterraines étaient des sources humaines, elles sont très importants pour l'habitation, et même les grandes villes s'approvisionnent en eau à partir des puits qui pénètrent dans les aquifères, et même les villages arides qui dépendent de leur approvisionnement sur les aquifères.

L'utilisation des eaux souterraines provenant de nappes profondes et captives offre une meilleure protection contre la pollution des eaux de surface.

L'irrigation agricole est située près de la surface de la terre (à quelques centaines de mètres) et est réapprovisionnée en eau douce, généralement des rivières ou de l'eau atmosphérique (précipitations) (Mechri.B, 2009)

Notre contribution d'améliorer la qualité de cette nappe présente beaucoup d'avantages très intéressants, d'abord une exploitation dans l'irrigation, une solution pour la diminution de la remontée de la nappe, valorisation des déchets naturels et leur recyclage et préservation des nappes profondes à l'alimentation en eau potable. Aussi pour une éventuelle réutilisation des eaux traitées en industrie, et pour une meilleure protection de la santé publique.

Chapitre1 : La Zone D'étude et la nappe phréatique.

I. Introduction

Dans ce chapitre, nous donnerons un aperçu sur la wilaya d'Ouargla, de sa situation géographique, de son climat, de ces eaux de l'aquifère et bien sur une caractérisation de sa nappe phréatique, nous espérons que cette eau sera traitée et exploitée dans le domaine d'irrigation agricole.

II. Généralité sur la zone d'étude

La wilaya de Ouargla est considérée comme une des wilayas les plus importants dans Algérie, elle la capitale du sud-est, et un important pôle administratif et régional avec une superficie de 163230 km², La population est estimée à 590 958 habitants. Géographiquement située au Nord du Sahara algérien, dans le domaine aride du grand désert africain. **(Harez.A; Djelalia.H)**

II.1. Situation géographique

La Ville de Ouargla est située dans une dépression appelée « cuvette de Ouargla », de superficie de 140, 000 hectares. Elle inclut les agglomérations, N'Goussa, Rouissat, Ain El Beida et Sidi Khoulied. Elle s'étend entre les coordonnées $X = 710'000$; $Y = 3'530'000$ et $X = 730'000$; $Y = 3'600'000$ **(UTM,Clarke 1880)**

Elle se situe à 128 m. d'altitude, à 190 km à l'Est de Ghardaïa, 388 km au Sud de Biskra et à 160 km au Sud-ouest de Touggourt, elle est limitée par :

- La Wilaya d'El-Oued au Nord,
- La Wilaya d'Illizi au Sud,
- Les Wilayat de Djelfa Biskra et Ghardaïa au Nord-Ouest et Ouest,
- La Wilaya de Tamanrasset au Sud-ouest
- Et par la Tunisie à l'Est. **(B-J Suisse, 2002)**



Figure 01 : Carte de la situation géographique de la willaya de Ouargla

II.2. Climat

Ouargla se situe dans une zone saharienne, son climat sec désertique est caractérisé par une aridité qui s'exprime par l'irrégularité et la rareté des précipitations, une sécheresse permanente, des amplitudes thermiques très importantes et un régime des vents qui se traduit par des courants chauds et secs

i. La température :

La température est la sensation de froid et chaud de l'air mesurée grâce à un thermomètre, elle est influencée par des facteurs comme la latitude, l'altitude, la saison etc.

Tableau (01) : Températures moyennes mensuelles Période (1991-2006)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Octo	Nov	Déc
T(°C)	11.35	13.36	17.65	21.85	27.24	32.33	34.68	34.01	30.29	24.27	16.95	12.33

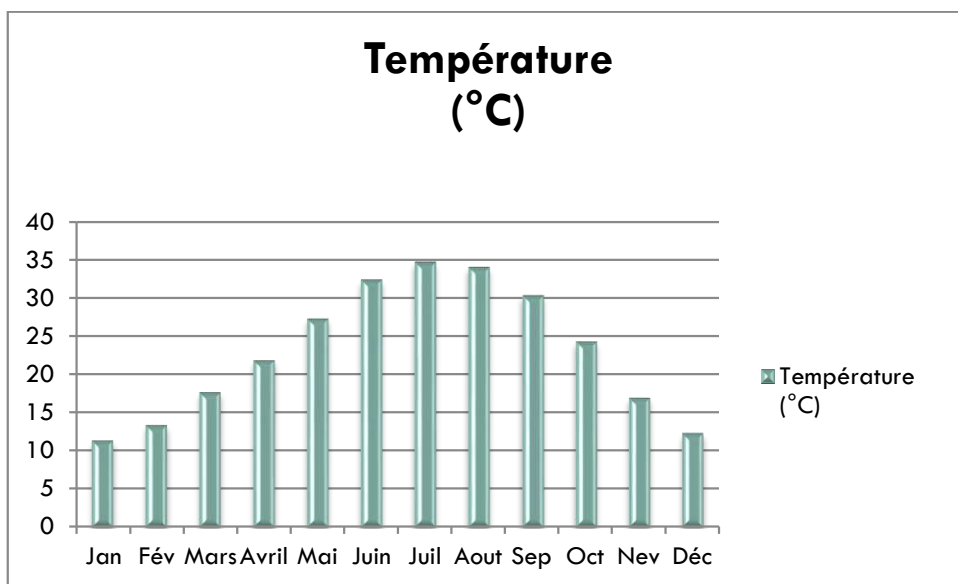


Figure 02 : Températures moyennes mensuelles

D'après les données climatiques de la station d'Ouargla, la région est caractérisée par un climat chaud et sec, on constate dans cette période, la température décroît du mois de juillet (maximum: 34.68°C jusqu'au mois de janvier (minimum : 11.35 °C).

ii. Les précipitations :

Les précipitations ont pratiquement toujours lieu sous forme de pluies, la pluviométrie maximale est de l'ordre de 4.34 mm enregistré pendant le mois de février, et le minimum est de l'ordre de 0,09 mm enregistré pendant le mois de Juin.

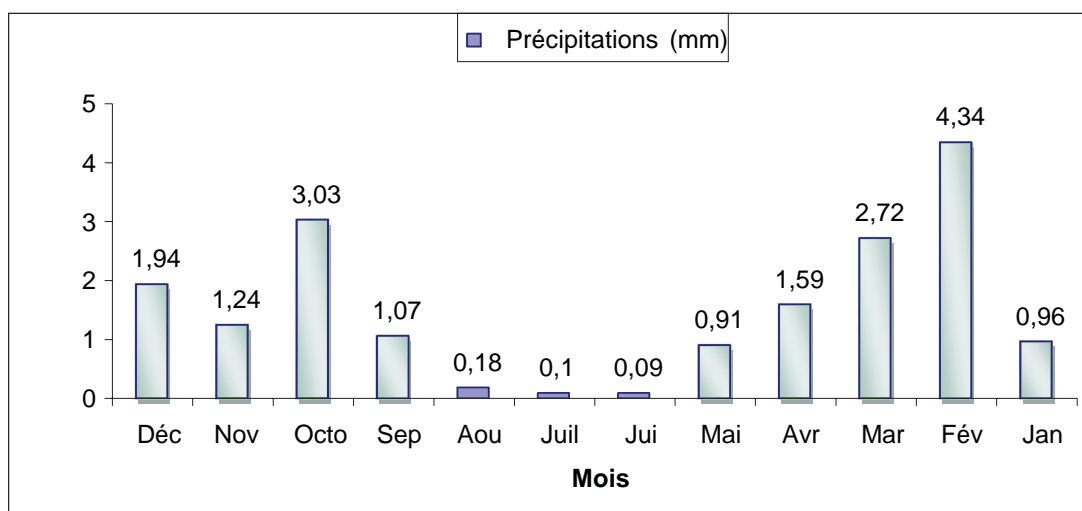


Figure 03 : Répartition mensuelle des pluies à Ouargla

iii. Les vents

Dans les régions d'étude, les vents soufflent pendant toute l'année avec une vitesse variable allant de 2,74 m/s en Aout à 4,64 m/s au mois de Juillet dans la région d'Ouargla, les vitesses de vent sont fortes sur toute la période estivale.

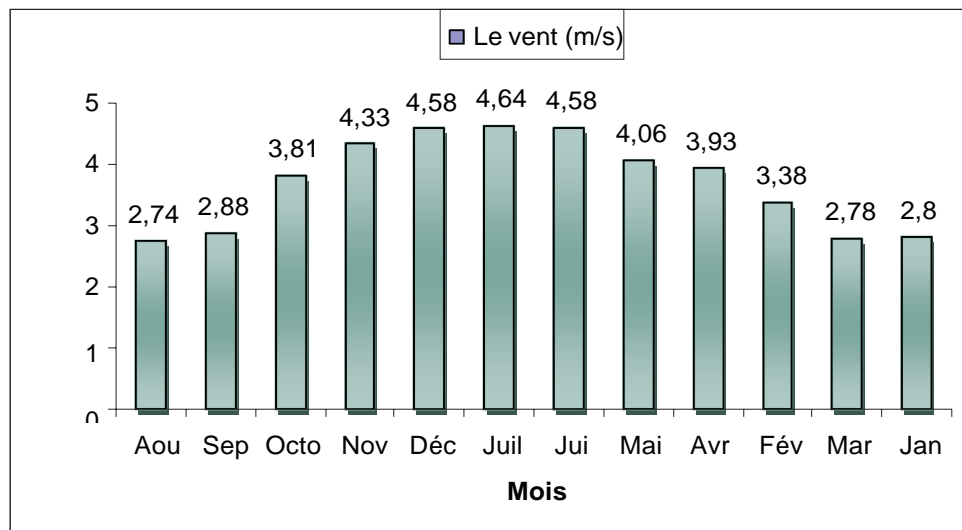


Figure 04 : Vitesse moyenne mensuelle interannuelle du vent (m/s)

iv. L'Évaporation :

L'évaporation elle est définie comme étant le passage de la phase liquide à la phase vapeur, il s'agit de l'évaporation physique des plans d'eau.

Dans la région d'Ouargla, l'évaporation est d'une moyenne de l'ordre de 266.39 mm/an avec un minimum de 90.8 mm en janvier et un maximum de 415.6 mm en juillet.

Tableau (02): Evaporation moyennes mensuelles période (1991-2006)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Octo	Nov	Déc
Evapo.moy(mm)	90,8	119,5	179,5	244,4	289,2	364,8	415,6	392,4	274,8	212,8	115,2	107,9

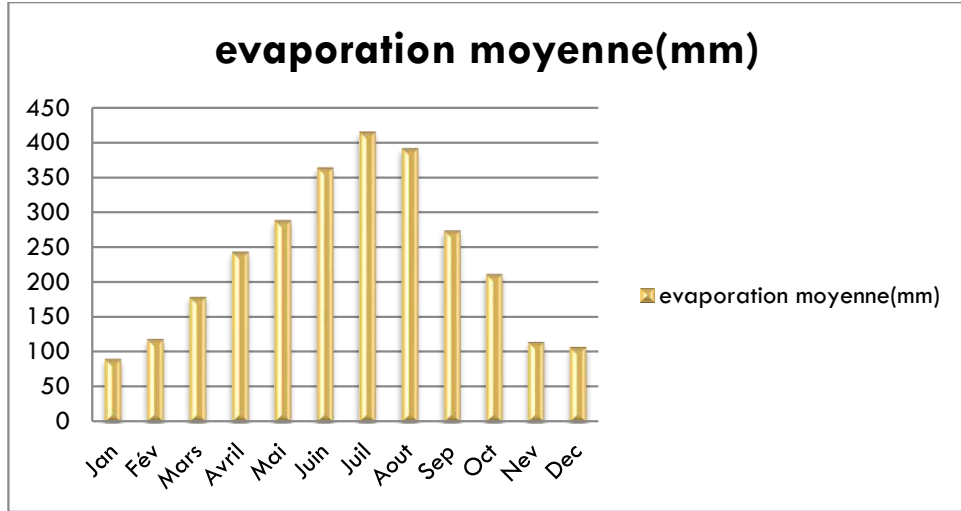


Figure 05 : Evaporation moyennes mensuelles, interannuelles

v. Humidité de l'air :

L'humidité de l'air est faible, elle varie sensiblement en fonction des saisons, les moyennes mensuelles varient entre 26 % et 65 %, sachant que la moyenne annuelle est de l'ordre de 44%. Juillet est le mois le plus sec, alors que décembre est le mois le plus humide

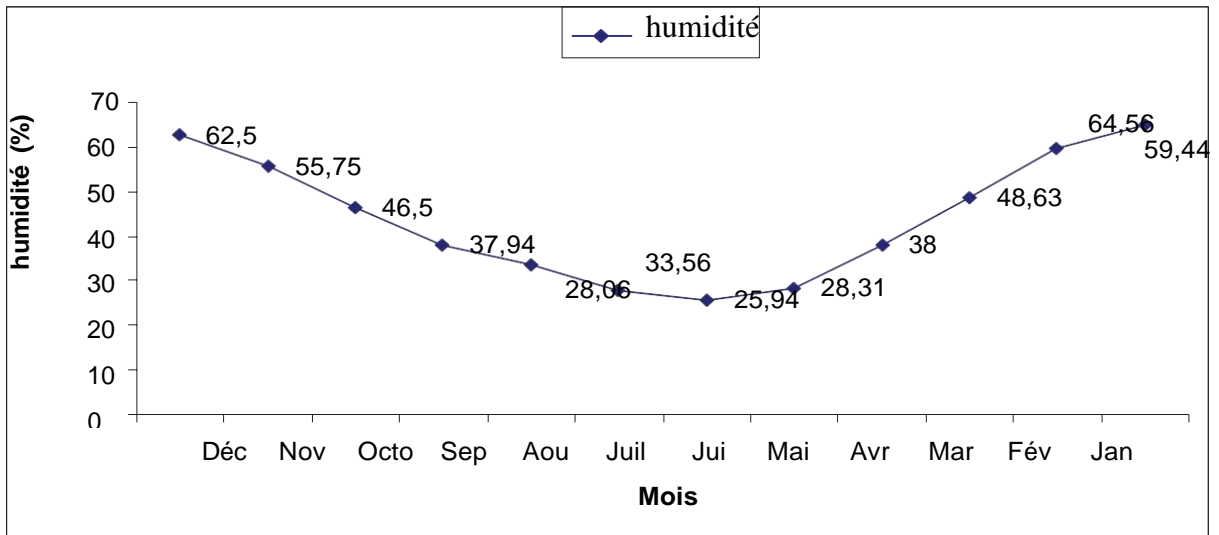


Figure06 : Humidité moyenne mensuelle interannuelle (%)

vi. Insolation :

L'insolation est la mesure du rayonnement solaire que reçoit une surface au cours d'une période donnée. La durée d'ensoleillement est généralement exprimée en une moyenne d'heures par mois.

A la cuvette d'Ouargla l'insolation est forte, le maximum est atteint au mois de Juillet avec une durée de 342 heures d'insolation et le minimum au mois de décembre avec une durée de 203 heures.

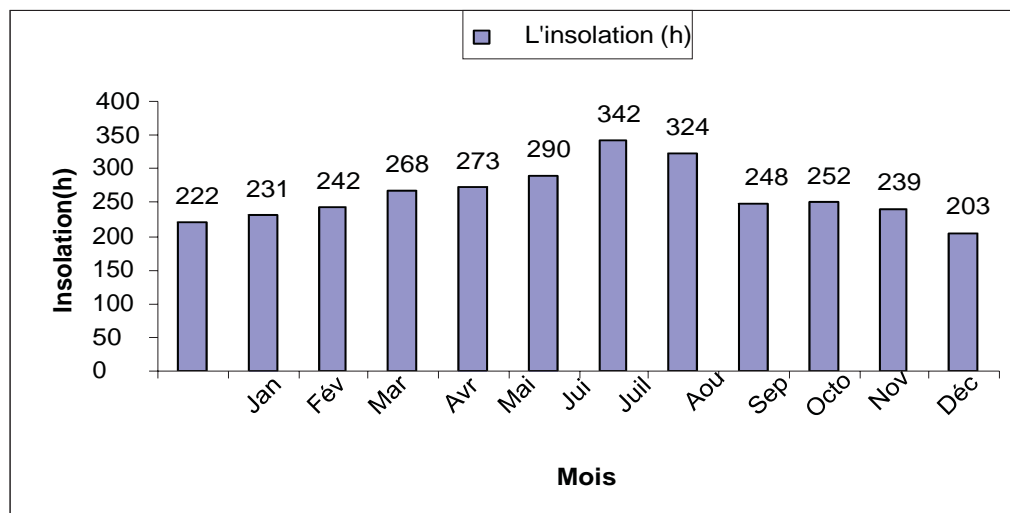


Figure 07 : Durée d'insolation moyenne mensuelle interannuelle (heure)

II.3. Hydrogéologie

La cuvette d'Ouargla appartient au Bas-Sahara algérien. Il s'agit d'un immense bassin sédimentaire, particulièrement bien doté en couches perméables favorables à la circulation souterraine des eaux.

Certaines, recouvertes de terrains imperméables, assurent l'existence de nappes captives alors que d'autres, situées au sommet des dépôts et sans couverture étanche, permettent la formation de nappes phréatiques (**B-J Suisse, 2002**)

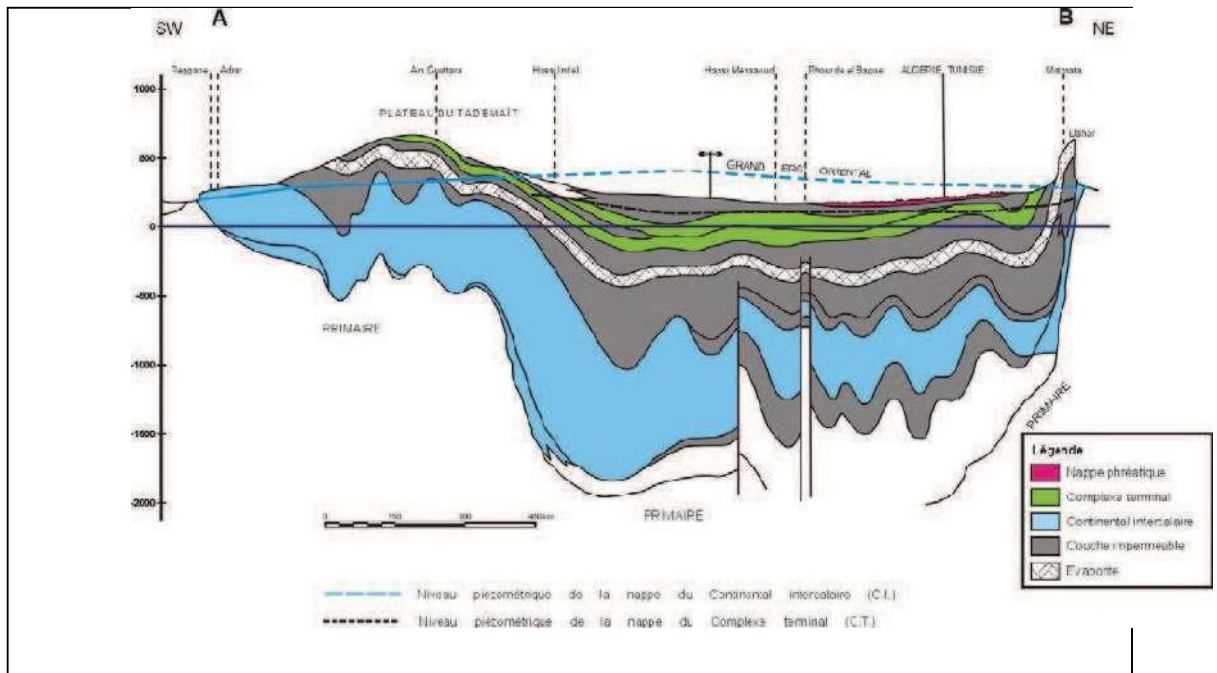


Figure 08 : Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (UNESCO, 1972)

III. Caractérisation de la nappe phréatique

La nappe phréatique se situe dans les zones de dépressions ou les vallées. Elles sont alimentées par les pluies, les crues, les eaux de drainage ou encore par les fuites dans les ouvrages d'exploitations.

Ces ressources superficielles sont importantes surtout au Sahara, elles servent pour l'irrigation des palmeraies et des jardins

A Ouargla, la nappe superficielle est épaisse de 1 à 8 m et repose sur un substratum imperméable, qui occupe tout le fond de la vallée de Ouargla et l'isole des nappe artésienne sous-jacentes. (Sid.R et al, 2021)

III.1. Définition

Les nappes phréatiques sont des réservoirs d'eaux souterraines stockées à faible profondeur dans des roches poreuses et perméables qui composent les zones aquifères. Il existe des nappes souterraines profondes de plusieurs centaines de mètres, mais les nappes dites phréatiques sont des nappes suffisamment proches de la surface pour être accessibles aux activités humaines. (Le centre d'information sur l'eau)

III.2. Le cycle de l'eau

Est un concept qui englobe les phénomènes du mouvement et du renouvellement des eaux sur la terre.

Sous l'effet du rayonnement solaire, l'eau évaporée à partir du sol, des océans et des autres surfaces d'eau, entre dans l'atmosphère. L'élévation d'une masse d'air humide permet le refroidissement général nécessaire pour l'amener à saturation et provoquer la condensation de la vapeur d'eau sous forme de gouttelettes constituant les nuages, en présence de noyaux de condensation. Puis la vapeur d'eau, transportée et temporairement emmagasinée dans les nuages, est restituée par le biais des précipitations aux océans et aux continents.

Une partie de la pluie qui tombe peut être interceptée par les végétaux, l'autre non interceptée atteint le sol, elle peut s'évaporer directement du sol, s'écouler en surface jusqu'aux cours d'eau (ruissellement de surface) ou encore s'infiltrer dans le sol.

Il peut aussi y avoir emmagasinement temporaire de l'eau infiltrée sous forme d'humidité dans le sol, que peuvent utiliser les plantes. Il peut y avoir percolation vers les zones plus profondes pour contribuer au renouvellement des réserves de la nappe souterraine.

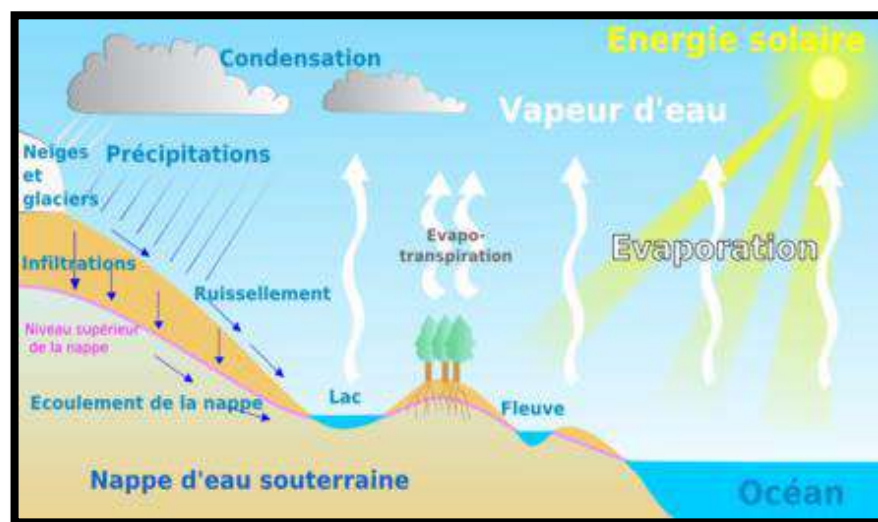


Figure 09 : le cycle de l'eau

Un écoulement à partir de cette dernière peut rejoindre la surface au niveau des sources ou des cours d'eau. L'évaporation à partir du sol, des cours d'eau, et la transpiration des plantes complètent ainsi le cycle. (Mechri.B, 2009)

III.3. Caractéristiques de la nappe phréatique

D'après plusieurs auteurs dont la ressource en eau souterraine dans la région est contenue dans les deux grands systèmes aquifères qui sont : le Complexe Terminal (CT) et le Continental Intercalaire (CI) tous deux surmontés par la nappe phréatique qui est présenté dans l'ensemble des oasis

Le continental intercalaire « CI » :

Le continental intercalaire est un aquifère dont la réserve est estimée à 30 000 milliards de m³. Dans la région d'Ouargla il est exploité entre 1150 m et 1350 m de profondeur. (Bellaouar 2008), il est composé de dépôts continentaux sablo-gréseux et sablo-argileux du Crétacé inférieur. (BONNARD & GARDEL, 2003)

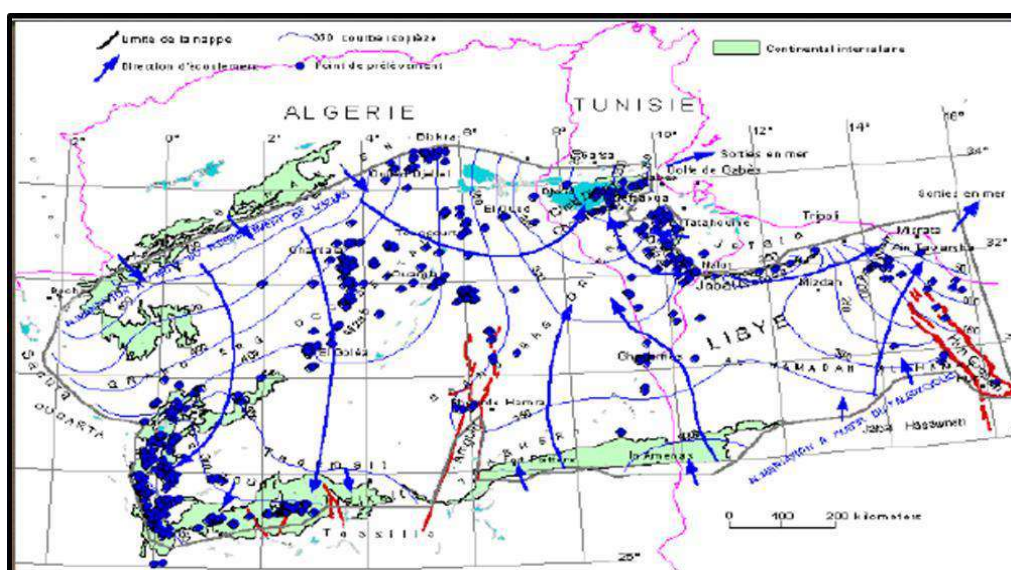


Figure 10 : Carte piézométrique de référence du "CI" (OSS, 2003)

Le Complexe Terminal « CT » :

Le Complexe Terminal s'étend sur une superficie de 350 ,000 Km² avec une profondeur oscillant entre 100 et 500 m.

Le CT est constitué, par des formations d'âge et de lithologie différents : à la base il y a le Sénonien-Eocène carbonaté et au sommet, on trouve le Mio-Pliocène sablo argileux.

L'écoulement des eaux souterraines de la nappe du CT s'effectue vers les chotts du Nord du Sahara Oriental : Melrhir et Merouane, en Algérie (**Khadraoui, 2007**)

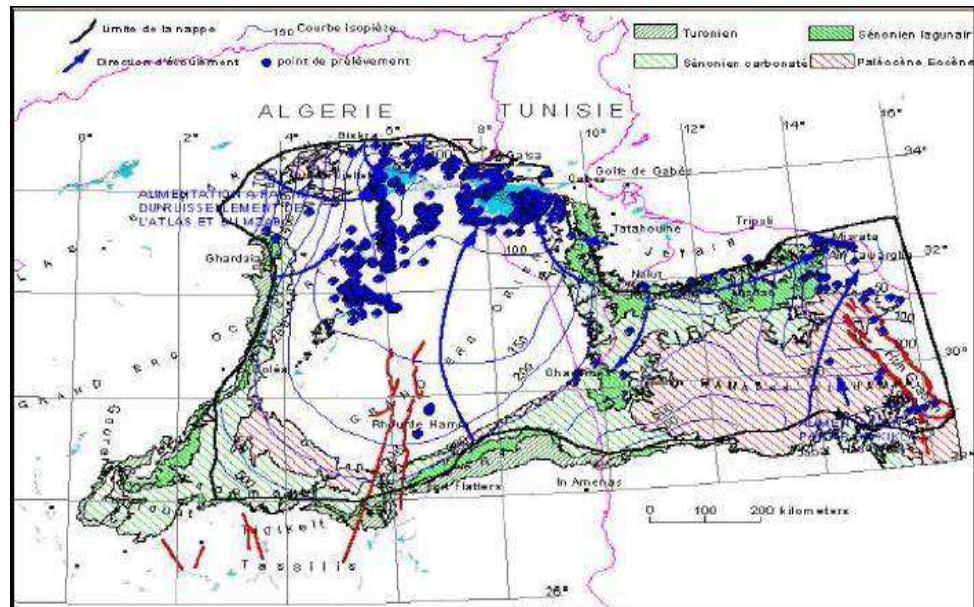


Figure 11 : Carte piézométrique de référence du complexe terminale (OSS, 2003)

III.4. Problèmes de la nappe phréatique

Les régions du SUD-EST Algérien souffrent depuis plusieurs années des problèmes environnementaux et écologiques causés par la remontée des eaux de la nappe phréatique.

L'impact néfaste de ce phénomène se manifeste par :

- La dégradation de la palmeraie.
- La dégradation des réseaux routiers.
- La dégradation des structures voir leurs fondations. (**Mechri.B, 2009**)

La cuvette de Ouargla souffre de l'effet de la remontée des eaux de la nappe phréatique dû aux excès d'eau pompée d'une façon abusive des nappes profondes dans la première nappe, ce qui s'est traduit par une remontée importante d'eau.

Cette nappe a connu une remontée du niveau d'eau ayant provoqué de graves problèmes d'ordre écologique dans les zones urbaines et agricoles.

Ce phénomène a engendré des affaissements de terrain et la création d'un milieu anaérobique néfaste pour les cultures et les palmiers.

Une des causes principales de la remontée des eaux de la nappe phréatique dans la cuvette d'Ouargla est d'ordre morphologique, une topographie très plane conjuguée à un manque d'exutoire naturel. L'alimentation de la nappe provient essentiellement :

- Des rejets d'eaux usées d'origine domestique
- De l'eau excédentaire liée à une irrigation irrationnelle des palmeraies
- Des eaux de ruissellement venant des parties hautes et des apports de crues des trois oueds dans la cuvette (N'sa, M'Zab et M'ya) (**Sid. R et al, 2021**)

Chapitre2 : Charbon actif importance et utilisation

I. Introduction

Le carbone est un élément chimique avec le symbole C et le numéro atomique 6, et il est situé dans les éléments du deuxième cycle et au sommet du groupe quatorzième (le quatrième groupe selon la numérotation des groupes principaux) dans le tableau périodique en tant qu'élément de groupe principal, comme son groupe est appelé par son nom, le groupe carboné

Le carbone est abondant dans la nature, car il se classe au quinzième rang dans l'ordre d'abondance des éléments de la croûte terrestre en termes de concentration, et quatrième en abondance dans l'univers en termes de masse. Le carbone est le deuxième élément le plus abondant dans le corps humain en masse

Le carbone se trouve sous forme associée dans de nombreux produits naturels tels que les roches carbonatées, le dioxyde de carbone et dans pétrole, charbon et tourbe, en plus de sa présence sous forme d'hydrates de méthane au fond des océans. En raison de l'importance la vitalité du carbone, sa diversité et sa formation d'un grand nombre de composés organiques, le carbone est l'un des éléments de base pour l'existence de la vie.

Le charbon actif occupe une position avancée sur le marché commercial en raison de ses propriétés uniques et du coût de sa production faible par rapport aux adsorbants inorganiques

Dans notre étude, nous mettrons en lumière l'une des formes les plus importantes de charbon traité, qui est le charbon actif, dont nous connaissons les propriétés techniques pour les derniers milliards d'années, cependant, ses premières applications industrielles furent, avec la canne à sucre à la fin du 18^{ème} siècle, il a une grande capacité d'adsorption et est utilisé dans le domaine industriel, notamment pour décolorer les liquides sucrés. Angleterre depuis 1918, il a également été utilisé pendant la Première Guerre mondiale comme masque contre les gaz toxiques. **(Ben mir et saidi 2022)**

II. Historique

L'histoire du charbon actif remonte aux anciens Égyptiens depuis 0551 av. M Ils l'ont utilisé pour désinfecter l'eau pendant une procédure opérations chirurgicales, puis il a été utilisé comme substitut du charbon animal dans les opérations de raffinage du sucre en l'an 1000 après JC, puis il a été utilisé pendant la Première Guerre mondiale dans les masques de

protection pour se protéger des gaz toxiques, et les utilisations du charbon actif se sont multipliées et successivement à ce jour. **(Ben mir et saidi 2022)**

III. Définition

Définition des charbons actifs Les charbons actifs sont des produits carbonés poreux, constitués principalement de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et de petites quantités de soufre et d'azote. Ils se présentent sous forme d'une poudre noire plus ou moins fine et inodore. Le conseil Européen des fédérations de l'industrie chimique (C.E.F.I.C) les définit comme suit : « Les charbons actifs sont des produits carbonés dotés d'une structure poreuse présentant une très grande surface de contact interne. Ces matériaux issus des procédés industriels peuvent adsorber une large variété de substances qui se fixent sur leurs surfaces internes, ils sont par conséquent appelés adsorbants». **(Chaouch.N, 2014)**

Le Conseil des fédérations européennes de l'industrie chimique (C.E.F.I.C) définit le charbon actif comme des matériaux carbonés ayant une structure la porosité donnent une grande surface de frottement interne, ces matériaux sont capables d'adsorber de nombreux composés sur leur surface interne.

IV. Utilisation

- Traitement de l'eau potable
- Traitement de l'eau dans les piscines
- Les masques à gaz toxiques filtrent
- Éliminent les odeurs des environnements fermés tels que les hôpitaux, les restaurants et les aéroports virtuels, réfrigérateurs, etc.
- Absorber les émissions de mercure des centrales électriques au charbon et incinérateurs de déchets médicaux
- Utilisé pour éliminer les composés organiques volatils des salles de nettoyage à sec et de peinture
- Réhabilitation des sites contaminés et traitement des déversements chimiques. **(Ben mir et saidi 2022)**

V. Caractéristique

1. Tissu

La texture cristalline du charbon actif est définie comme ayant une forme géométrique constituée de l'arrangement de particules microscopiques et de pores dans un grain Charbon actif, ce dernier dépend de la qualité du matériau à partir duquel le charbon actif est préparé et de la technique de préparation, et se distingue principalement avec une surface et une porosité qualitative.

2. Structure

Le charbon actif a une structure microcristalline poreuse, contenant des unités structurales de base proches de celles du graphite
En effet, la structure cristalline de ce dernier est constituée d'un ensemble de couches planes d'atomes de carbone, similaires aux cycles aromatiques.

Chaque cristal est stratifié, le charbon actif A° est constitué d'une composition ordonnée de microcristaux de taille variable 5 à 151Å⁰ est irrégulier distant de 3,6Å⁰.

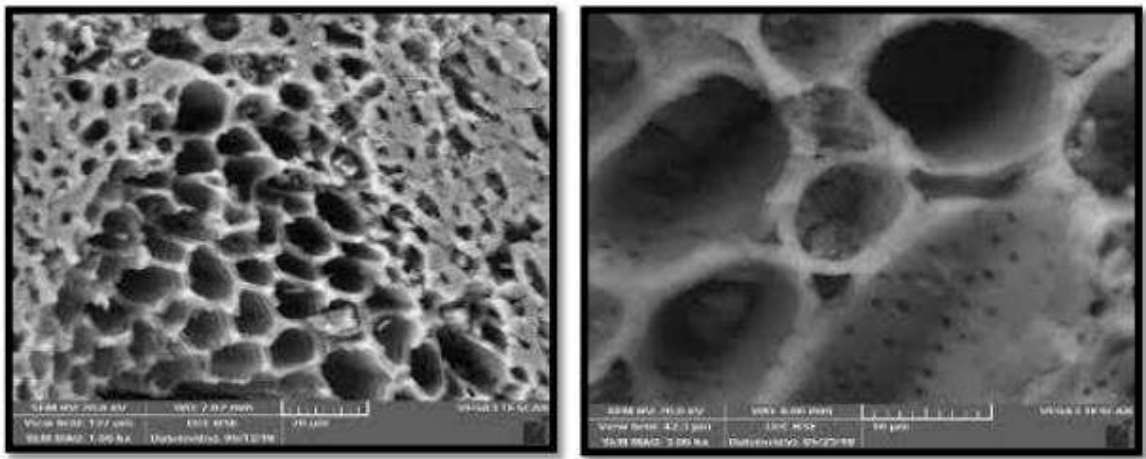


Figure 01 : La structure microscopique du charbon actif

3. Surface spécifique

La surface spécifique est la surface développée par le charbon actif qui tient compte de tous les excès présents

Dans l'axe moléculaire, qui est attribué à l'unité de masse de charbon actif, qui peut atteindre 300 m/g

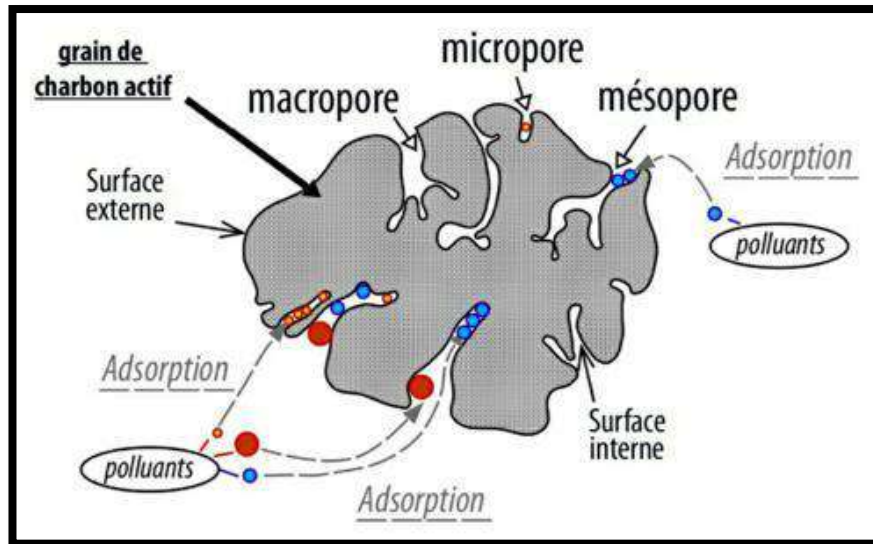


FIGURE 02 : LA STRUCTURE POREUSE D'UN GRAIN DE CHARBON ACTIF

(Nadia.M ; Grégorio.C, 2020)

VI. Etapes de préparation

La fabrication de CA se décompose en deux étapes : la carbonisation (ou Pyrolyse) et l'activation

1. -La carbonisation :

La carbonisation ou la pyrolyse est une décomposition thermique appliqué sur la matière première à haute température dans l'intervalle de (400°C à 1000°C) dans un four sous vide, ou avec un courant continu d'un gaz inerte (ex : azote), afin de minimiser le contact entre les produits carboné et les produits volatiles. A partir l'effet de chaleur les gaz volatiles va dégager, et par conséquent la substance restant va être plus riche en carbone. Le but de la carbonisation est d'obtenir un produit fortement carboné, par le dégagement des gaz volatils et les hétéroatomes (H, O), mais sa structure poreuse reste très limitée, ce qui nécessite de procéder à l'activation pour développer la structure poreuse.

2. -L'Activation :

A pour but le développement de la structure poreuse en éliminant les goudrons qui obstruent les pores, élargir les pores créés durant le processus de carbonisation, et à créer les fonctions de surface (généralement oxyde) qui sont à l'origine des interactions entre les solides et les solutés adsorbés. On distingue deux types d'activation : activation physique ou activation chimique.

3. L'activation physique :

L'activation physique consiste en une oxydation à haute température (800-1000°C) par un agent oxydant gazeux. Les gaz principalement utilisés sont : l'air, la vapeur d'eau, ainsi que le dioxyde de carbone (CO₂), ou encore un mélange de ces gaz.

4. L'activation chimique

On mélange la substance carbonée (bois, tourbe, paille, papier, os, coquilles de noix, ...) avec des réactifs déshydratants et oxydants, on chauffe le mélange, puis on lave. Parmi les réactifs chimiques utilisés: ZnCl₂, H₃PO₄, H₂SO₄, NaOH, KOH... On cherche actuellement à produire des adsorbants de moindre qualité mais à partir de déchets tels que les ordures urbaines, cette activation se fait à une température de 500°C qui donne un charbon actif où les pores plus larges méso- et macropores prédominent.

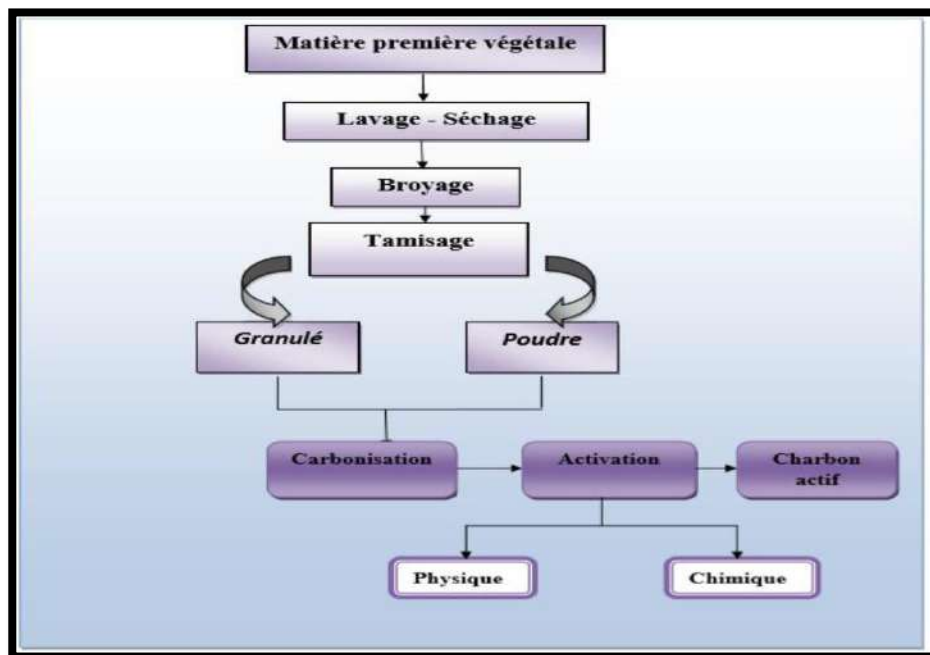


Figure 03: Les étapes de fabrication du charbon actif

VII. Les applications des charbons actifs

Le charbon actif est un matériau stable, pratiquement inflammable en raison de l'absence de produits volatils et doué d'excellentes propriétés d'adsorption qui sont à la base de ses utilisations. (AL-Qodah Z., Shawabkah R)

1. Adsorbant

Le charbon actif est un bon adsorbant, utilisé dans différents domaines :

- Le traitement des eaux potables ou des eaux industrielles qui sont produites à partir des eaux de surface. Le charbon actif fixe alors les composés organiques dissous qui n'ont pas été éliminés par autoépuration (ou élimination biologique naturelle). Nous citons en exemple les substances qui donnent le goût et la saveur à l'eau. Ces adsorbants retiennent également certains métaux lourds à l'état de traces.
- Le traitement tertiaire des eaux résiduaires ou industrielles. Dans ce cas le charbon actif peut être considéré comme un complément au traitement biologique. Ce procédé est utilisé pour l'élimination des colorants.
- Le traitement des eaux résiduaires industrielles : ce traitement est employé lorsque l'utilisation des techniques biologiques n'est pas permise. Le but du charbon actif est donc d'éliminer les composés toxiques non biodégradables.
- La purification industrielle des produits pharmaceutiques, chimiques ou alimentaires (Sucre, huiles végétales...). (Shepherd A.R.,(1992))

2. Catalyseur

Le charbon actif peut agir comme catalyseur dans différentes réactions grâce à ses propriétés. Les plus importantes applications industrielles de charbon dans ce domaine sont la production de phosgène et l'oxydation des gaz nocifs.

Autres domaines d'utilisation des charbons actifs :

- Masques à gaz, filtres à cigarettes et filtres utilisés dans les installations de ventilation en circuit fermé (hotte de cuisine par exemple) ;

- Dans l'industrie, les charbons actifs utilisés pour la séparation en phase liquide ont des tailles de pores distribuées autour ou supérieures à 3 nanomètres (nm) tandis que ceux utilisés en phase gazeuse ont des tailles de pores inférieures :
- Extraction de l'or de SES minerais, stockage de l'hydrogène (nano fibre de charbon actif).
- Support pour métaux catalytiques ultra divisés (platine ou nickel sur charbon actif).
- Extraction de l'or des minerais (fixation sur le charbon actif).
- Balais (frotteurs) dans les générateurs et moteurs (utilisation de plus en plus rare).
- Médecine (**El-Temaimi R.M.F 2010**)

VIII. Sources du charbon actif

Le charbon actif obtenu à partir de biomasse ou les sous-produits agricoles, qui coûtent moins cher que les charbons actifs issus de matières fossiles, peut être fabriqué à partir de beaucoup de substances ayant une grande teneur en carbone comme les coques de grains, les déchets de maïs, les coques de noix.

A l'heure actuelle la demande croissante de matériaux adsorbants pour des procédés de protection de l'environnement suscite une recherche complémentaire dans la fabrication des charbons actifs à partir de matières qui ne sont pas classiques, concrètement à partir des déchets végétaux.

Parmi les matières de base (précurseurs) utilisées aujourd'hui pour fabriquer le charbon actif, figurent la sciure de bois, la tourbe, le lignite, la houille, la cellulose, les résines échangeuses d'ions épuisées telles que les polymères styrène-di vinyle benzène, et les résines phénol formaldéhyde, les pneus automobiles usagés, les boues et le marc de café.

Le charbon actif obtenu à partir des déchets végétaux est pourtant très intéressant du point de vue économique, comme l'ont montré différentes études. Les matériaux les plus effectifs et commercialement viables sont les coques de noix et les noyaux de fruits, les coques d'amandée, les noyaux d'olives, les noyaux de pêches, et la coque de pécan.



figure 04 : les constituants d'un palmier dattier

IX. Conclusion

La principale application du charbon actif est la purification. C'est la vaste structure poreuse de la matrice carbonneuse qui assure l'adsorption par le charbon actif des produits contaminants indésirables des liquides et des flux gazeux, de manière économique.

En revanche la surface spécifique et la structure poreuse de charbon actif dépendent beaucoup des matières de départ et du mode de traitement.

Chapitre3 : Matériel et méthode.

1. Introduction :

En vu de valoriser et d'étudier le pouvoir d'adsorption du charbon préparé à base des déchets naturels (fibre de palmier) pour minimiser la salinité des eaux de la nappe phréatique pour être utiliser en irrigation sans risque, on a fait une visite le 17 mars à une palmeraie pour faire les prélèvements nécessaires a fin de pouvoir faire les analyses nécessaire, à savoir : la température, le pH, la conductivité électrique, la Totalité Des Sels Dissouts, la dureté totale, les bicarbonates, le sodium et le potassium.

Le prélèvement est effectué au niveau d'une exploitation agricole située à la commune d'Ouargla (Hassi Miloud), et traité avec le charbon active préparé à base de fibres de palmier dattier au niveau de laboratoire pédagogique de génie des procédés.

Les analyses physico chimiques, dureté et alcalinité ont été faite au niveau du laboratoire traitement des eaux du département hydraulique et génie civil et le dosage des deux paramètres sodium et potassium et la dose optimale de désinfection au niveau de l'Algérienne Des Eaux (ADE) d'Ouargla

Les résultats sont interprétés et comparés avec les exigences de la norme de l'Organisation Mondiale de Santé (OMS) et les normes algérienne pour les eaux d'irrigation.

2. Préparation du charbon :

1. Calcination

- Enlèvement des feuilles de palmier
- Nettoyez-le et enlevez les résidus liés à celui-ci
- Coupez-le en petits morceaux
- Mettez-le dans un four 500°C pendant 4 heures
- Laisser refroidir puis moude et tamiser



Figure01: fibre de palmier dattier

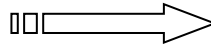


Figure02 : le charbon de la fibre

2. Activation

A pour but le développement de la structure poreuse en éliminant les goudrons qui obstruent les pores, élargir les pores créés durant le processus de carbonisation, on a utilisé l'activation chimique.

On mélange la substance carbonée (fibre de palmier) avec l'acide sulfurique H_2SO_4 de concentration 1N, on chauffe le mélange, puis on lave. Cette activation se fait à une température de $500^{\circ}C$ qui donne un charbon actif où les pores plus larges méso- et macropores prédominent.

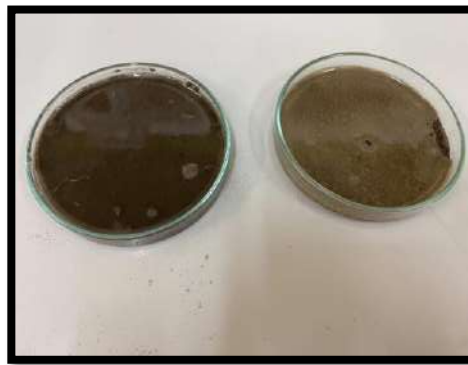


Figure 03: Activation de la masse du charbon

3. Préparation des échantillons :

Dans le but d'étudier l'adsorption de la salinité sur le charbon actif préparé à base de fibre de palmier, on a réalisé un jar test en mettant en jeu une dose croissante d'adsorbant en

(mg/l) pour une concentration initiale définie de la salinité d'eau de la nappe phréatique de l'ordre de **2506 mg/l**, pendant 30 minutes à une vitesse constante.

Après, on a dosé pour chaque bécher le résiduel de salinité en mg/l.

3. Analyses des paramètres physico chimique

1. Echantillonnage :

Les principaux aspects dont il faut tenir en compte pour obtenir un échantillon d'eau représentatif sont les suivants :

- La sélection convenable du point d'échantillonnage.
- Le strict respect des procédures d'échantillonnage.
- La conservation adéquate de l'échantillon.

2. Prélèvement de l'eau à analyser :

Comme on a dit ci-précédent, le prélèvement se fait à la surface libre d'une source d'eau de nappe phréatique creusé avec une machine à creusé dans la palmerais lieu de notre étude dans des conditions réglementaires d'hygiène. Les principaux renseignements à fournir pour une analyse d'eau :

- Identité des préleveurs.
- Date et heure de prélèvement.
- Motif de la demande d'analyse.
- Point de prélèvement d'eau.
- Origine de l'eau (nappe phréatique HASSI MILOUD).

Les eaux doivent être prélevées dans des flacons de 500 ml en polyéthylène rincées avec l'eau de la nappe étudié puis fermé hermétiquement sans laisser des bulles d'air. Ceux-ci sont immergés en position verticale en le tenant par le fond, l'ouverture soit légèrement plus haute que le fond et dirigée dans le sens contraire de courant.



Figure 04: Lieu de l'échantillonnage

3. Transport des échantillons :

Les analyses doivent être effectuées le plus tôt possible après le prélèvement, dès leurs arrivés au laboratoire (NA 762, 1990)

4. Méthodes d'analyse :

On a fait le dosage des paramètres physico chimique pour l'échantillon d'eau brute et les cinq échantillons traités avec les doses croissantes du charbon préparé, à l'aide d'un multi paramètres de marque HANNA HI 9829, qui est un appareil électronique multi-mesure, c'est-à-dire qu'il mesure et donne plus d'un résultat pour plus d'un facteur au même moment, comme la mesure de la température, la conductivité, le pH , la TDS de la solution..etc



Figure 05: Multi Paramètres de mesure

4.1. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le potentiel d'hydrogène, noté pH, est une mesure de l'activité chimique des ions hydrogène en solution. Le pH de la plupart des eaux naturelles se situe entre 6.5 et 8.5. Au dessous de ce seuil, l'eau est dite agressive. Il a un effet corrosif sur les canalisations, et peut conduire à la dissolution de certains métaux toxiques tels que le plomb, il influe sur les différents procédés de traitement physicochimique.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

Principe : le pH s'effectue par mesure de la différence de potentiel entre l'électrode de mesure (électrode de verre) et une électrode de référence à potentiel connu (électrode au calomel à concentration saturée en KCl)

Mode opératoire

- Introduire l'électrode du multi paramètre dans l'échantillon
- Lire la valeur affichée sur l'appareil.

4.2. La conductivité (Ce) :

Toute eau est plus ou moins conductible. Cette conductivité est liée à la présence des ions dans l'eau, elle augmente avec la concentration des sels ioniques dissous et aussi avec la température. La conductivité donne une idée précise sur la minéralisation de l'eau. [Djellakh.B ; Selfaoui.M, 2008]

Mode opératoire

- Introduire l'électrode du multi paramètre dans l'échantillon
- Lire la valeur affichée sur l'appareil.

4.3. La totalité des sels dissouts(TDS) :

La mesure du TDS est réalisée à l'aide de l'appareil multi paramètre.

Mode opératoire

- Introduire l'électrode du multi paramètre dans l'échantillon
- Lire la valeur affichée sur l'appareil.

4.4. La dureté totale :

Le dosage de la dureté totale est effectué par la méthode titrimétrie à l'EDTA, et les résultats sont comparés les données de du tableau ci-dessous qui indique la qualité d'eau en fonction la dureté

Tableau 01: Qualité d'eau en fonction de sa dureté

Dureté	0-7	7-22	22-32	32-54	>54
Qualité d'eau	Douce	Modérément douce	Assez douce	Dure	Très dure

Mode opératoire

On introduit 50 ml d'eau à analyser dans un bécher de 250 ml, on ajoute 4 ml de solution tampon pH 10 et 2 à 3 gouttes de l'indicateur NET. La solution se colore en rose.

En maintenant une agitation, on verse la solution d'EDTA (de Concentration 3.725 g/l) rapidement au début puis goutte à goutte lorsque la solution commence à virer du rose au bleu. Après on vérifie que la coloration ne change plus par l'addition d'une goutte supplémentaire d'EDTA .La teneur global en calcium et en magnésium C_{ca+mg} , exprimé en méq/l est donnée par l'équation :

$$TH (C_{ca+mg}) = [Ca^{+2}] + [Mg^{+2}] = ((0.02 * V) / 50) * 1000$$

Où V : est le volume en millilitre de la solution EDTA utilisé pour obtenir le virage de couleur.

4.5. Alcalinité Total :

Lorsque le pH de l'eau est inférieur à 8,3 (cas des eaux naturelles en général), uniquement le TAC est mesuré par un titrage avec un acide dilué de H₂SO₄ en présence d'un indicateur coloré, le méthyle orange (Rodier.J, 1984).

Mode opératoire

Prélever 100 ml de l'eau à doser et les placer dans un bécher, puis on ajoute quelques gouttes de méthyle orange et on titre avec l'acide dilué H_2SO_4 jusqu'au virage de couleur du jaune orangé au rose orangé. On note le volume (V) de l'acide utilisé jusqu'au virage de la couleur

Si le pH < 8.3 donc TAC = $[HCO_3^-]$

4.6. Le Potassium :

La teneur du potassium dans les eaux naturelles est de l'ordre de 10 à 15 mg/l à une telle valeur, il ne présente pas d'inconvénients pour la santé des individus (**Bouziane.L, 2018**).

$[K^{+1}] = (\text{conductivité}/1000) * \text{facteur}$ avec facteur = 7 (**ADE, 2023**)

4.7. Le Sodium :

Pour le sodium contenu dans les eaux de boisson, il faut souligner que les valeurs limites varient en fonction de ressources disponibles et des habitudes alimentaires. Le sodium est largement répandus dans la nature, représentent 26g/kg de la croûte terrestre.

Pour les eaux d'irrigation c'est un paramètre important à mesurer, les eaux souterraines en contiennent parfois beaucoup, ce qui dans certains cas peut accroître leur salinité.

$[Na^{+}] = (100 * x) / 208$ (**ADE, 2023**)



Figure 06 : Mesure du sodium et du potassium (ADE OUARGLA)

4. La Désinfection :

Après notre contribution à l'amélioration de la qualité des eaux de la nappe phréatique de point de vue salinité, on a aussi essayé de trouver la dose optimale de chlore à ajouter pour désinfecter notre eau.

La désinfection des eaux vise l'inactivation ou la destruction des micro-organismes pathogènes présents dans les eaux. Pour que la désinfection soit efficace, il faut que le choix d'un moyen de désinfection soit efficace pour la plupart des micro-organismes pathogènes, facile à utiliser et coûts d'investissement et d'exploitation économique. **(Cours TDE.BELMABEDI, 2023)**

1. Test de chlore résiduel :

Détermination du chlore résiduel libre

Le chlore résiduel libre présent dans une eau traitée sous forme d'acide hypochloreux (HOCL) ou d'ions hypochlorite (ClO^-) ou les deux à la fois, suivant la valeur de pH.

La détermination du chlore résiduel se fait par le teste de DPD : Diéthyle Paraphénylène Diamine, indicateur d'essai au moyen d'un comparateur visuel.

Pour obtenir la dose optimale de désinfectant dans notre étude, on a choisi le meilleur échantillon traité avec le charbon actif qui présente le meilleur rendement de réduction de salinité, qui est l'échantillon N° : 5.

Mode opératoire

On ajoute un comprimé de DPD à l'échantillon ce dernier donne une coloration qui sera ensuite comparée aux couleurs de comparateur. On détermine enfin la quantité du chlore résiduel présent dans l'eau en mg/l.

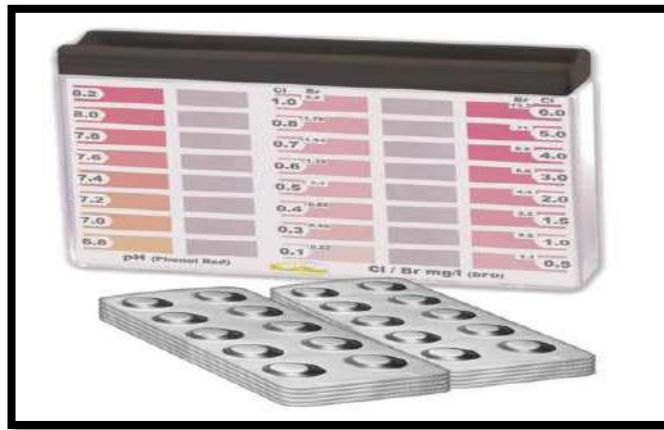


Figure 07 : comprimé DPD N°1 avec comparateur de couleur

2. Break point :

Détermination du break-point :

Le break-point est la dose en chlore correspondant à la disparition de toutes les chloramines (sont des composés chimiques caractérisés par le groupement $-N-Cl$, d'où leur nom signifiant amine chloré) et les odeurs minimales. [Cours TDE.BELMABEDI, 2023]

Mode opératoire

- On prépare une solution de concentration connue qu'on utilise pour déterminer la demande en chlore.
- On prépare 5 flacons de verre brun de volume 250 ml, que l'on numérote. On introduit dans chacun des flacons 100 ml d'eau à analyser (échantillon 5), puis on ajoute des quantités connues de solutions chlorées, croissantes de flacon en flacon, de façon à avoir des concentrations précises en chlore actif.

- On laisse les flacons à l'obscurité pendant 30 min après les avoir bouchés et agités.
- Au bout de 30 min exactement on dose le chlore résiduel avec un comparateur par introduction de réactif colorimétrique habituel DPD n°1.
- On trace la courbe du chlore résiduel en fonction du chlore injecté



Figure 08 : dosage du résiduel de chlore

5. Conclusion

Afin d'apparaître la qualité physicochimique des eaux de la nappe phréatique dans le lieu de notre étude, il est indispensable de maîtriser et respecter toutes les conditions demandés dans les protocoles expérimentales soit pour le prélèvement, la conservation des échantillons ou pour les analyses.

Pour ces raisons, l'analyseur doit être vigilant et prend en considération toutes les conditions de prélèvement, d'échantillonnage et d'analyses nécessaires.

Chapitre 4: Résultat et discussion.

I. Introduction

Dans ce chapitre nous présentons les résultats et la discussion des analyses physico-chimiques et de désinfection effectuées sur l'eau de la nappe phréatique prélevée de Hassi Miloud à Ouargla, les résultats de leur traitement par charbon actif préparé à partir de fibre de palmier dattier, ensuite le dosage de la dose optimale de chlore pour la désinfection et la modélisation mathématique des données obtenus.

Aussi on va comparer les résultats avec les normes exigées, pour évaluer leur qualité vis-à-vis l'irrigation.

II. Résultats d'analyses :

II.1. Analyse physico-chimique

Il s'agit des paramètres mesurables qui sont en relation avec la structure naturelle des eaux, les résultats de l'analyse sont présentés dans le tableau ci-dessous et ils sont illustrés graphiquement.

Tableau 01: Résultats des paramètres physico-chimiques

Paramètres	Unités	Eau brute	E 1 (0,06 mg/l)	E 2 (0,12 mg/l)	E 3 (0,18 mg/l)	E 4 (0,24 mg/l)	E 5 (0,4 mg/l)
pH	/	8.12	6.5	7.3	7.2	7	7.3
Ce à 25	µs/cm	4788.2	4591.1	3896.8	2968.8	2886.7	2697
TDS	mg/l	2500	2360	2350	2220	2110	2020
TH	még/l	14.2	11.1	10.8	10.6	10.4	10.2
Na ⁺	még/l	19.73	14.6	13.81	13.1	12.64	12.45
K ⁺	még/l	0.88	0.84	0.71	0.54	0.53	0.5
HCO ₃ ⁻	még/l	0.38	0.32	0.18	0.14	0.1	0.06

I/ Les paramètres physique et chimique :

i. Le PH

Le potentiel hydrogène, noté pH, est une mesure de l'activité chimique des protons ou ions hydrogène en solution.

Tableau 02 : variation du pH

	Eau brute	E 1 (0,06 mg/l)	E 2 (0,12 mg/l)	E 3 (0,18 mg/l)	E 4 (0,24 mg/l)	E 5 (0,4 mg/l)
pH	8,12	6,5	7,3	7,2	7	7,3

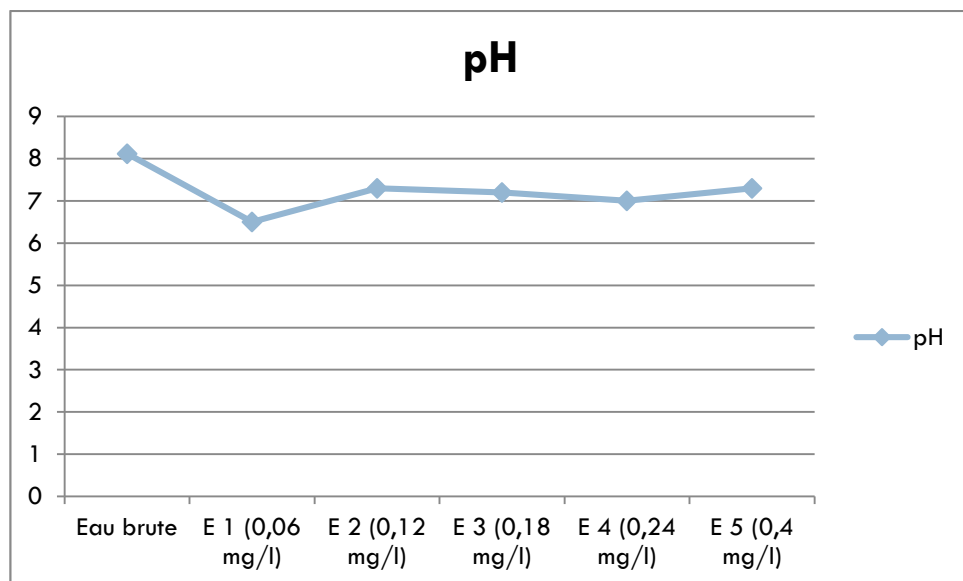


Figure 01 : Variation du pH

D'après la figure ci-dessus qui présente l'évaluation du pH de l'eau en fonction du temps les 5 échantillons traité avec le charbon préparé sont dans les normes, par rapport à l'eau brute qui est légèrement alcalin.

ii. la conductivité :

La conductivité électrique est l'aptitude d'un matériau à laisser les charges électriques se déplacer librement, autrement dit à permettre le passage du courant électrique.

Tableau 03 : Variation de la conductivité électrique

	Eau brute	E 1 (0,06 mg/l)	E 2 (0,12 mg/l)	E 3 (0,18 mg/l)	E 4 (0,24 mg/l)	E 5 (0,4 mg/l)
température	26,19	26,19	26,3	26,27	26,4	26,62
Ce (us/cm)	4900	4704	4005	3045	2973	2790
Ce à 25°C	4788,2	4591,1	3896,8	2968,8	2886,7	2697

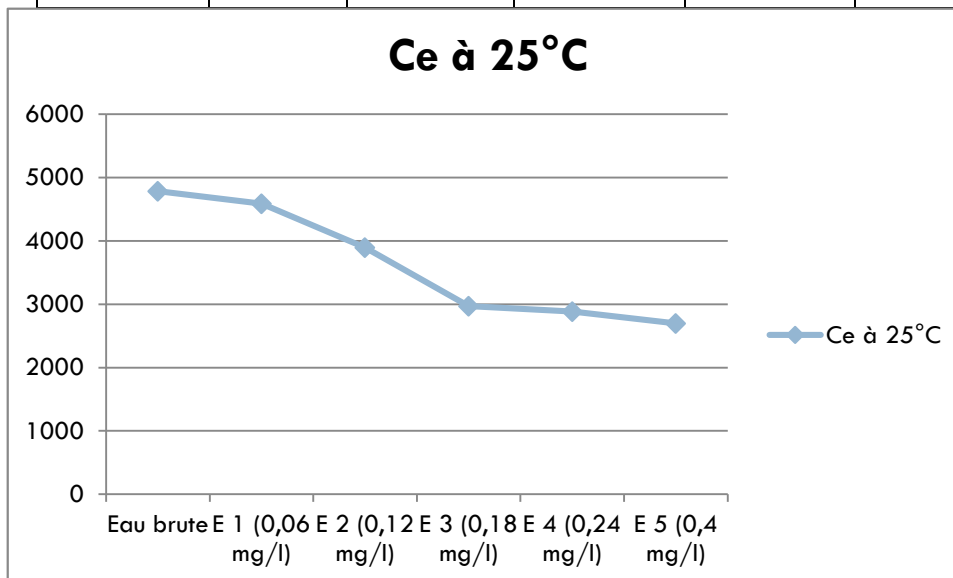


Figure 02 : Variation de la conductivité électrique

Les résultats des mesures ont permis d'observer la valeur de la conductivité électrique de l'eau brute (4788.2 µS/cm), l'eau des échantillons E1, E2, E3, E4 et E5 qui sont respectivement 4591.1, 3896.8, 2968.8, 2886.7 et 2697 µS/cm (2570 µS/cm) et qui ne dépasse pas la norme d'irrigation fixée à 12000 µS/cm

D'après les résultats on remarque que la conductivité diminue quand la dose du charbon actif ajoutée augmente ce qui signifie qu'il y a une adsorption des ions présents dans les échantillons.

iii. TDS :

La teneur totale en matières dissoutes (TDS) réunit le poids total des constituants minéraux dissous dans l'eau pure par unité de volume de l'échantillon d'eau. Les solides dissous sont principalement des minéraux, des sels et des matières organiques qui peuvent être un indicateur général de la qualité de l'eau.

Les résultats trouvés sont mentionnés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 04 : Variation de la totalité des sels dissouts

	Eau brute	E 1 (0,06 mg/l)	E 2 (0,12 mg/l)	E 3 (0,18 mg/l)	E 4 (0,24 mg/l)	E 5 (0,4 mg/l)
TDS g/l	2,5	2,36	2,35	2,22	2,11	2,02

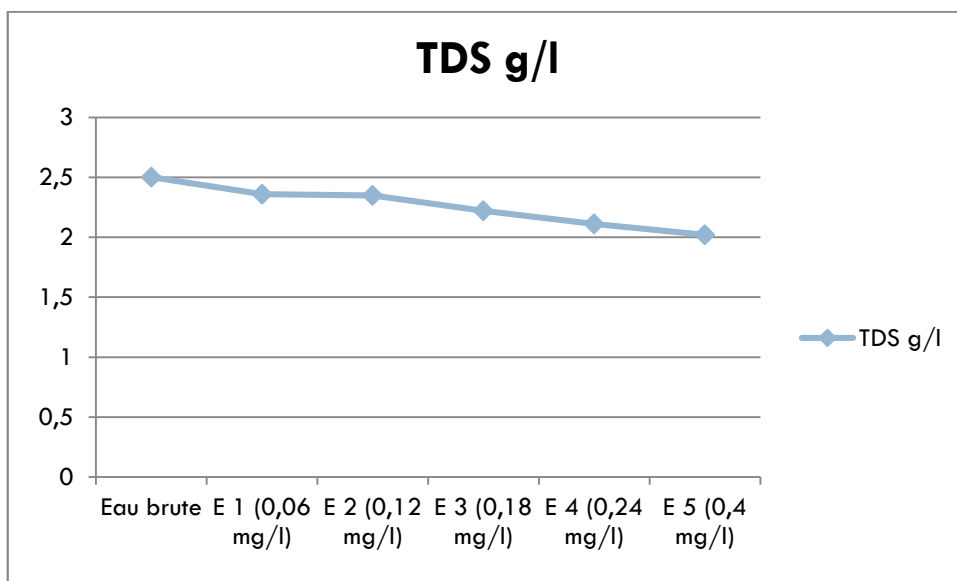


Figure 03 : variation de TDS

D'après nos résultats tous les échantillons ont des mesures qui sont compatibles avec les normes, aussi la TDS diminue quand la dose du charbon actif ajoutée augmente ce qui signifie qu'il y a une adsorption des ions présents dans les échantillons.

iv. **TH :**

La dureté de l'eau est un indicateur de la minéralisation de l'eau en cations divalents susceptibles de précipiter sous forme d'incrustations calcaires, elle est due uniquement aux ions calcium et magnésium.

Les résultats trouvés sont mentionnés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 05 : Variation de la dureté de l'eau

	Eau brute	E 1 (0,06 mg/l)	E 2 (0,12 mg/l)	E 3 (0,18 mg/l)	E 4 (0,24 mg/l)	E 5 (0,4 mg/l)
TH (F°)	71	55,6	54	53	52	51

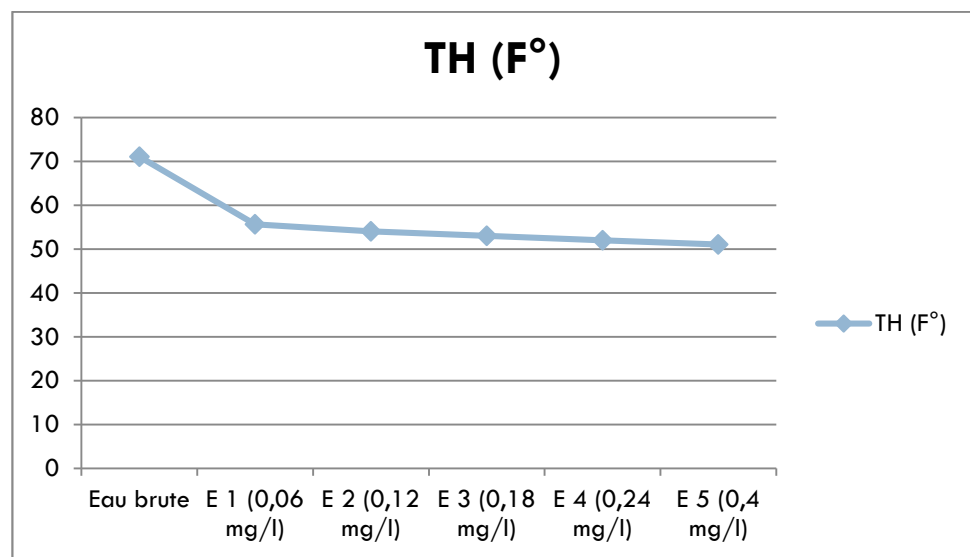


Figure 04 : Variation de la dureté de l'eau

D'après la figure qui représente l'évaluation de la Dureté, on remarque que la dureté des échantillons est dans les normes.

Et quelle diminue en augmentant la dose du charbon actif ajouté.

v. **TAC :**

L'alcalinité totale est une mesure de tous les alcalins (carbonates, bicarbonates et hydroxyde) présents dans un échantillon

Dans les eaux naturelles, elle est mesurée à partir des ions bicarbonates (HCO_3^-) seulement, les résultats sont mentionnés dans le tableau ci-dessous

Tableau 06 : Variation de l'alcalinité totale

	Eau brute	E 1 (0,06 mg/l)	E 2 (0,12 mg/l)	E 3 (0,18 mg/l)	E 4 (0,24 mg/l)	E 5 (0,4 mg/l)
HCO_3^- (F°)	1,9	1,6	0,9	0,7	0,5	0,3

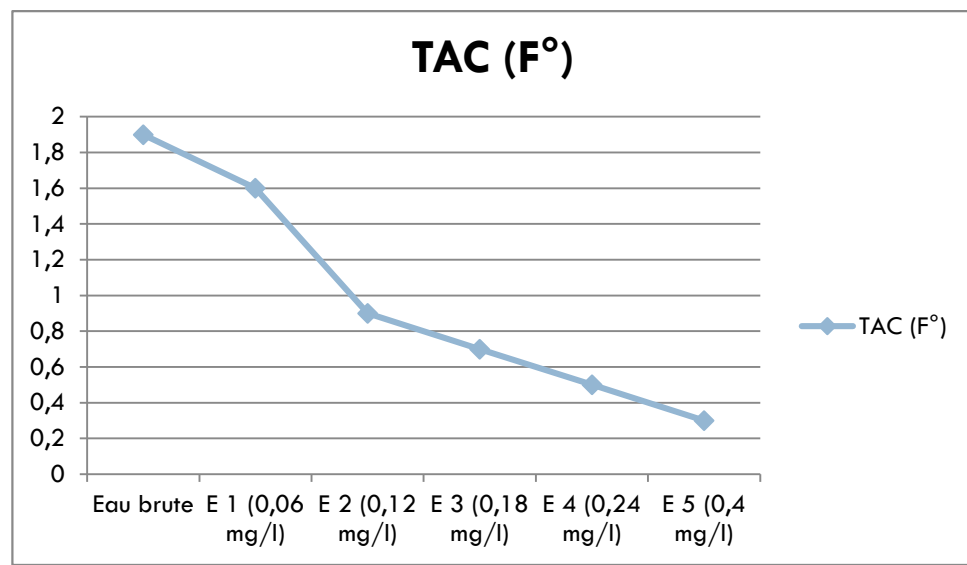


Figure 05 : Variation du TAC

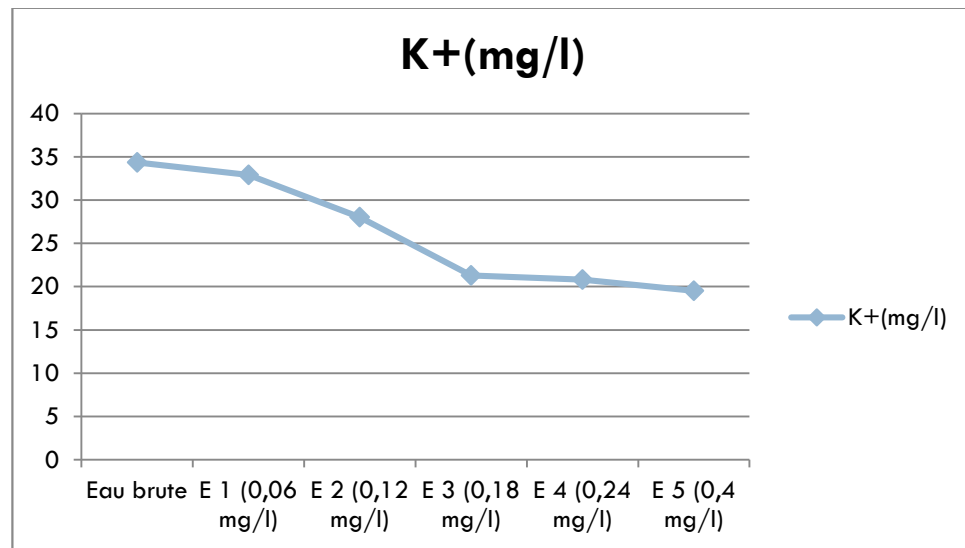
D'après la figure qui représente l'évaluation de Bicarbonate, on remarque que le Bicarbonate d'échantillons diminue en augmentant la dose du charbon actif ajouté.

vi. Potassium :

Le potassium évolue dans le sol sous sa forme minérale de cation K^+ . Il est peut être fixé aux argiles et soluble dans l'eau du sol.

Tableau 07 : Variation de la concentration de potassium

	Eau brute	E 1 (0,06 mg/l)	E 2 (0,12 mg/l)	E 3 (0,18 mg/l)	E 4 (0,24 mg/l)	E 5 (0,4 mg/l)
K^+ (mg/l)	34,34	32,92	28,03	21,31	20,81	19,53

**Figure 06 :** variation du K^+

D'après la figure qui représente l'évaluation de Potassium, on remarque que le Potassium diminue en augmentant la dose du charbon actif ajouté

vii. Sodium :

L'ion Sodium est très soluble et a la particularité de remplacer le Calcium et le Magnésium dans la structure des agrégats du sol. Cela entraîne leur destruction et une déstructuration du sol qui devient plus étanche et moins aéré.

Tableau 08 : Variation de la concentration du sodium

	Eau brute	E 1 (0,06 mg/l)	E 2 (0,12 mg/l)	E 3 (0,18 mg/l)	E 4 (0,24 mg/l)	E 5 (0,4 mg/l)
Na ⁺ (mg/l)	453,79	335,57	317,72	301,21	290,8	286,53

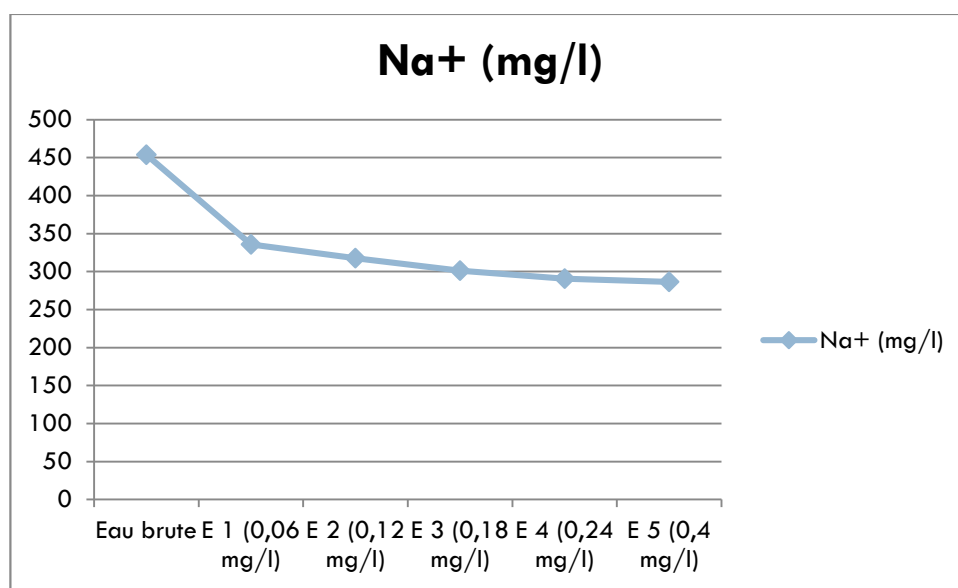


Figure 07 : Variation du Na⁺

D’après la figure qui représente l’évaluation de Sodium, on remarque que le Sodium d’échantillons diminue en augmentant la dose du charbon actif ajouté

II.2. Calcul des indices de qualité des eaux pour l’irrigation

Les indices de qualité déterminent le niveau de contamination des ressources hydriques et représentent l’évolution spatio- temporelle de la pollution.

1/ Calcul du PBH :

Tableau 09 : Calcul de danger potentiel lié au bicarbonate

	Eau brute	E 1 (0,06 mg/l)	E 2 (0,12 mg/l)	E 3 (0,18 mg/l)	E 4 (0,24 mg/l)	E 5 (0,4 mg/l)
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	23.18	19.52	10.98	8.54	6.1	3.66
PBH	Aucun impact					

Selon le facteur PBH tous les échantillons et l'eau brute n'ont aucun impact sur l'utilisation de l'eau en irrigation

2/ Calcul du RSC :

$$RSC = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$$

	Eau brute	E 1 (0,06 mg/l)	E 2 (0,12 mg/l)	E 3 (0,18 mg/l)	E 4 (0,24 mg/l)	E 5 (0,4 mg/l)
RSC (méq/l)	-13.82	-10.78	-10.62	-10.46	-10.3	-10.14
	Aucun impact					

Les résultats obtenus montrent que l'indice RSC est négatif, il indique donc qu'il y a un risque d'accumulation de sodium dans le sol pour tous les échantillons

3/ Calcul du SAR :

Le Taux d'Adsorption du Sodium (SAR) est utilisé pour déterminer la qualité de l'eau en Sodium, calculé de la façon suivante :

$$SAR = \frac{Na^+ (meq / liter)}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} (meq / liter) + Mg^{2+} (meq / liter)}{2}}}$$

	Eau brute	E 1 (0,06 mg/l)	E 2 (0,12 mg/l)	E 3 (0,18 mg/l)	E 4 (0,24 mg/l)	E 5 (0,4 mg/l)
SAR (méq/l)	7.52	6.24	6.11	5.7	5.54	5.53
Ce à 25	4788.2	4591.1	3896.8	2968.8	2886.7	2697
Classe d'eau	S3 C4	S2 C4	S2 C4	S2 C4	S2 C4	S2 C4

On remarque que tous les échantillons traités se classent dans la catégorie S2 C4 ce qui signifie que la qualité d'eau des échantillons est une eau qui ne convient pas à l'irrigation

Dans les conditions normales et peut être utilisée si les espèces ont une très bonne tolérance à la salinité et le sol est bien drainé.

Tandis que l'eau brute ce classe dans la catégorie S3 C4, c'est une eau qui ne convient pas à l'irrigation totalement.

Mais aussi on peut remarquer que les points dans le diagramme (voir annexe) s'organisent par ordre décroissant avec l'augmentation de la dose du charbon ajouté, c'est-à-dire si on augmente la dose de charbon la classe d'eau va se diriger vers la classe mieux que la précédente.

4/ Calcul du SSP:

$$SSP = ([Na^+]/([Ca^{2+}]+[Na^+]+[Mg^{2+}]))*100$$

	Eau brute	E 1 (0,06 mg/l)	E 2 (0,12 mg/l)	E 3 (0,18 mg/l)	E 4 (0,24 mg/l)	E 5 (0,4 mg/l)
SSP (%)	58.14	56.8	56.11	55.27	54.86	54.96
Classe d'eau	< 60 % Eau de bonne qualité et adapté à l'irrigation					

On remarque que tous les échantillons traités avec le charbon actif préparé à base de fibre de palmier dattier sont de bonne qualité et adaptés à l'irrigation, et leur indice SSP est inferieur à l'indice SSP de l'eau brute.

5/Calcule du KR :

$$KR = \frac{Na^+}{Ca^{2+}+Mg^{2+}}$$

	Eau brute	E 1 (0,06 mg/l)	E 2 (0,12 mg/l)	E 3 (0,18 mg/l)	E 4 (0,24 mg/l)	E 5 (0,4 mg/l)
KR	1.36	1.31	1.27	1.23	1.2	1.22
Classe d'eau	> 01 Eau de mauvaise qualité et impropre à l'irrigation					

Selon l'indice KR, on remarque que tous les échantillons traités avec le charbon actif préparé à base de fibre de palmier dattier y compris l'eau brute sont supérieur à un (01) ce qui signifie qu'ils sont de mauvaise qualité et impropre à l'irrigation.

II.3. Adsorption, résultats et modèle mathématique

La linéarisation de l'isotherme d'adsorption de Freundlich est donnée par la formule suivante : $\log(Q_e) = (1/n) \cdot \log C_e + \log K$

En traçant $\log(Q_e)$ en fonction de $\log C_e$, on obtient une droite de pente $1/n$ et d'ordonnée à l'origine $\log K$.

La modélisation des résultats expérimentaux d'isotherme d'adsorption du de la salinité par le charbon de fibre de palier dattier est ainsi présentée sur la Figure ci-dessous, les paramètres du modèle de Freundlich obtenus ainsi que le coefficient de détermination sont regroupés dans le Tableau ci-dessous aussi :

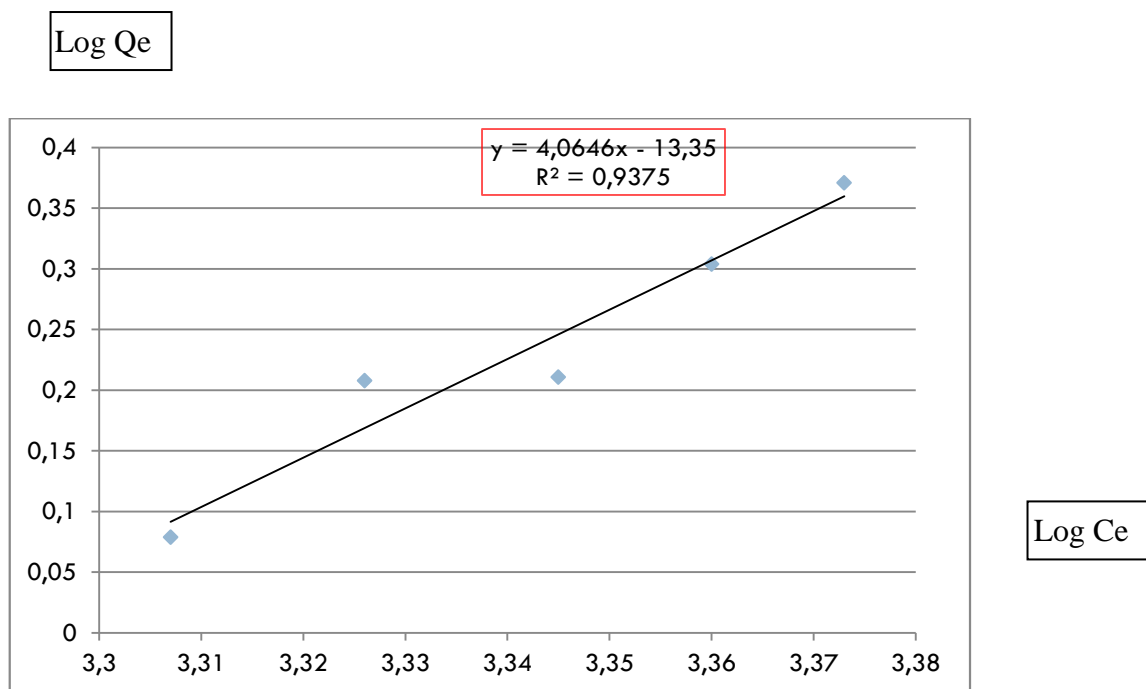


Figure 08 : Log Qe en fonction du Log Ce (modèle de Freundlich)

Tableau 10: Paramètres du modèle de Freundlice

K	N	R ²
4.4610-14	0.246	0.937

On note que pour $1/n > 1$, on dit qu'on a une forte adsorption, tandis que pour $1/n < 1$, on dit qu'on a une faible adsorption (Bouziane.L, 2018).

Dans notre cas : $n = 0.246 > 1$, donc l'adsorption de la salinité sur le charbon de fibre de palmier dattier a une forte adsorption

II.4. Dose optimale de la désinfection

L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution de l'eau. Les organismes pathogènes sont très nombreux et très variés et ne peuvent donc pas faire l'objet d'une recherche spécifique.

De plus leur identification est très difficile voire impossible dans le cas des virus car leur durée de vie peut être très courte.

Dans notre étude, on est juste intéressé par la détermination de la dose de la demande en chlore

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Résultat de la Demande en chlore

N ° flacon	01	02	03	04	05
Chlore injecté (ml/l)	0.125	0.25	0.5	1	2
Chlore résiduel (mg/l)	0.05	0.1	0.65	0.32	1

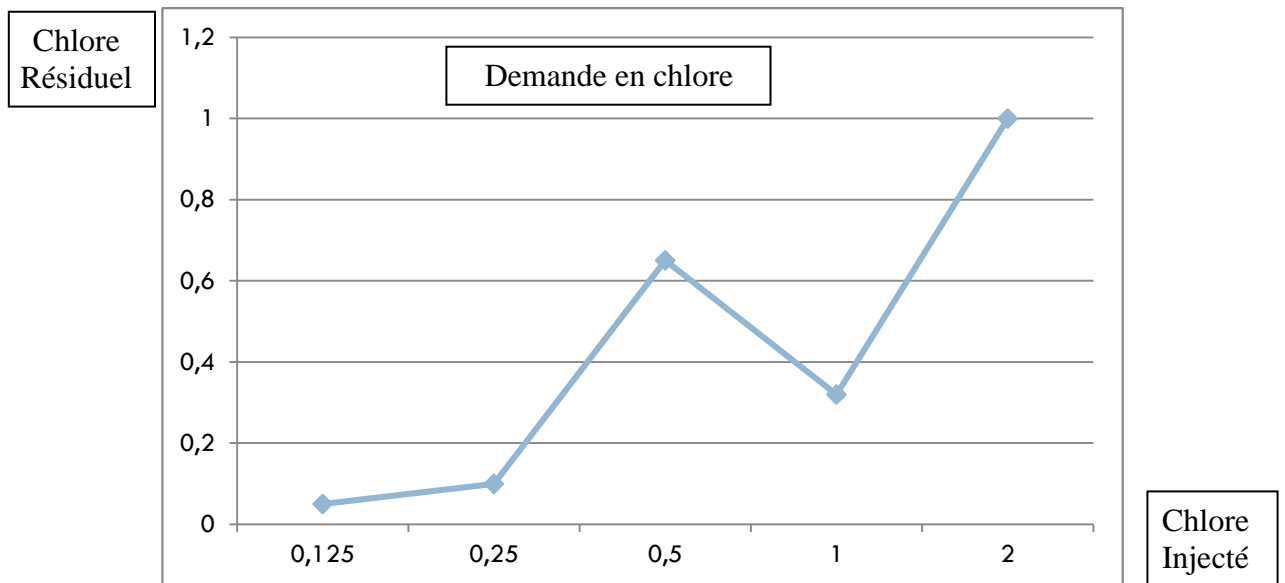


Figure 09 : La courbe du break point

D'après la courbe ci-dessus on remarque que :

Le point de rupture est à 0,32 mg/l, donc la quantité de chlore à injectée est **1 ml** de la solution de chlore (dose 40 %) par 1 litre d'eau à traitée.

N° flacon	04
Dose de chloration	1 ml

Après avoir interpréter les résultats précédentes, on peut conclure que :

- Les 5 échantillons traités avec le charbon préparé sont dans les normes, par rapport à l'eau brute qui est légèrement alcalin.
- La conductivité diminue quand la dose du charbon actif ajoutée augmente ce qui signifie qu'il y a une adsorption des ions présents dans les échantillons.

- La TDS diminue quand la dose du charbon actif ajoutée augmente ce qui signifie qu'il y a une adsorption des ions présents dans les échantillons.
- La Dureté, le Bicarbonates, le potassium et le sodium des échantillons diminuent en augmentant la dose du charbon actif ajouté.
- Les indices de qualité déterminent le niveau de contamination des ressources hydriques et représentent l'évolution spatio-temporelle de la pollution, les résultats sont différents d'un indice à un autre à cause de la différence entre les paramètres utilisés pendant le calcul de chacun d'eux.
- Les résultats de la modélisation montrent que le charbon préparé à base des fibres de palmier dattier a une forte adsorption vis à vis la salinité.
- Une diminution notable des concentrations après le traitement de la majorité des paramètres physicochimiques par le charbon actif
- Le point de rupture est à 0.32 mg/l, donc la quantité de chlore à injectée est **1 ml** de la solution de chlore (dose 40 %) par 1 litre d'eau à traitée.

Donc, on peut conclure que :

- La géographie d'Ouargla est la principale raison de la remontée du niveau de la nappe phréatique
- Le climat de Ouargla affecte le cycle de l'eau de l'aquifère par augmentation de la salinité dans le sol
- La structure particulière le charbon de fibre de palmier dattier lui permet d'améliorer la qualité des eaux de la nappe phréatique, donc d'en bénéficier dans de nombreux domaines

- L'exploitation de matières premières sans valeur beaucoup trouvées dans la région d'étude simples dans la production de charbon conduit à la préservation de l'environnement
- Le pH affecte les facteurs physiques et chimiques
- Le traitement de la nappe phréatique d'Ouargla avec du charbon à base de fibre palmier conduit à son exploitation et à la solution de nombreux problèmes

Vu cette étude, on recommande :

- D'approfondir la recherche sur les techniques de traitement de l'eau destinée à l'irrigation et voir autre sources que l'utilisation excessive des réserves d'eaux profondes.
- On améliore la qualité d'eau de nappe phréatique par deux étapes : adsorption sur charbon actif et désinfection
- Sensibilisation à la réutilisation des déchets naturelles dans le domaine de traitement des eaux

Conclusion générale

Nous avons confirmé à travers ce travail que le procédé d'adsorption a un rôle efficace dans le traitement des eaux de la nappe phréatique en raison de la capacité du charbon actif à adsorber et minimiser les paramètres étudiés, tels que : la dureté, l'alcalinité, le sodium, le potassium et par la suite diminuer aussi la totalité des sels dissouts et la conductivité, qui constituent une menace pour la santé publique et l'environnement.

Nous avons proposé une solution à la consommation excessive des nappes profondes par l'utilisation de la nappe phréatique diminuant par la suite sa remontée et ses problèmes dans l'environnement sur la vie sociale et économique.

Aussi, nous avons donné une solution par le recyclage des déchets naturelles protégeant par la suite notre environnement.

Les résultats de notre étude nous ont permis de trouver :

- Une solution pour la remontée de la nappe phréatique
- Utilisation des ressources non exploitées dans l'irrigation d'une façon saine
- Recyclage et valorisation des déchets naturelle
- Exploitation des résultats de recherche scientifique pour trouver des solutions à des problèmes que nous souffrons tous les jours.

Espérons que notre étude sera une référence scientifique à d'autre recherche dans notre domaine.

References bibliographiques

References étrangères :

ADE, 2023 laboratoire

AL-Qodah Z., Shawabkah R.,(2009),": Production and characterization of Granular Activated carbon from Activated sludge",Brazilian J.Chem. Eng., Vol.26, No.01, pp.127-136.

Apoorv Verma , Brijesh Kumar: Yadav , N.B. Singh , Data on the assessment of Groundwater Quality in Gomti-Ganga alluvial plain of Northern India, Data in Brief (2020),

BOUZIANE LAMYIA, (2018): élimination des métaux lourds par adsorption sur des déchets solides de faible cout, application des plans d'expériences, thèse de doctorat , université Badji Mokhtar Annaba

Bureau d'étude B.J Suisse juillet 2002 : étude d'assainissement des résiduaires, pluviales et d'irrigation mesure complémentaire de lutte contre le remonté de la nappe phréatique

Chauna Noura 2014 : utilisation du sous-produit du palmier dattier dans le traitement physico-chimique des eaux polluées, thèse doctorat science université, Hadj Lakhdar, Batna

CLAUDE CARDOT;(2010) : les traitements de l'eau pour l'ingénieur.

Cours TDE.BELMABEDI, 2023

Harez Amira , Djelalia Hanane : mémoire master u,b,m annaba p-7-18

Hydrologie-Andrée moussée

Nadia Morin-Crini , grégirio 2020 : réglementation paramètre chimique et biologique

Et procédés d'épuration innovant p241-27 édition presse universitaire de Franche-Comté

Ozenda, 1991 Rouvilloss-Brigol 1975

Sid Rayane, Ben Guessoum Dounai, Bedoui Souhila Ouargla 2020 : mémoire master impact des activités agricole sur la nappe phréatique

RODIER J. (1984) : L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, Ed. Dunod, Paris.

Shepherd A.R.,(1992),: Granular Activated carbon for water & wastewater treatment", Rev. 10/92, Tp-3.

References en Arabic:

التميمي ر.م.ف. (10) دراسة عملية و نظرية باستخدام الكربون المنشط منتج المحلية فيبرج الامتزاز ذو الطبقة المحشوة رسالة ماجستير بكلية الهندسة جامعة البصرة

بن مير فاطمة الزهراء. سعيدي ايمان مذكرة ماستر دراسة مقارنة طرق تحضير الفحم النشط و تطبيقاته
2022/06/02

Annexe

Interprétation de l'indice de SAR/Conductivité

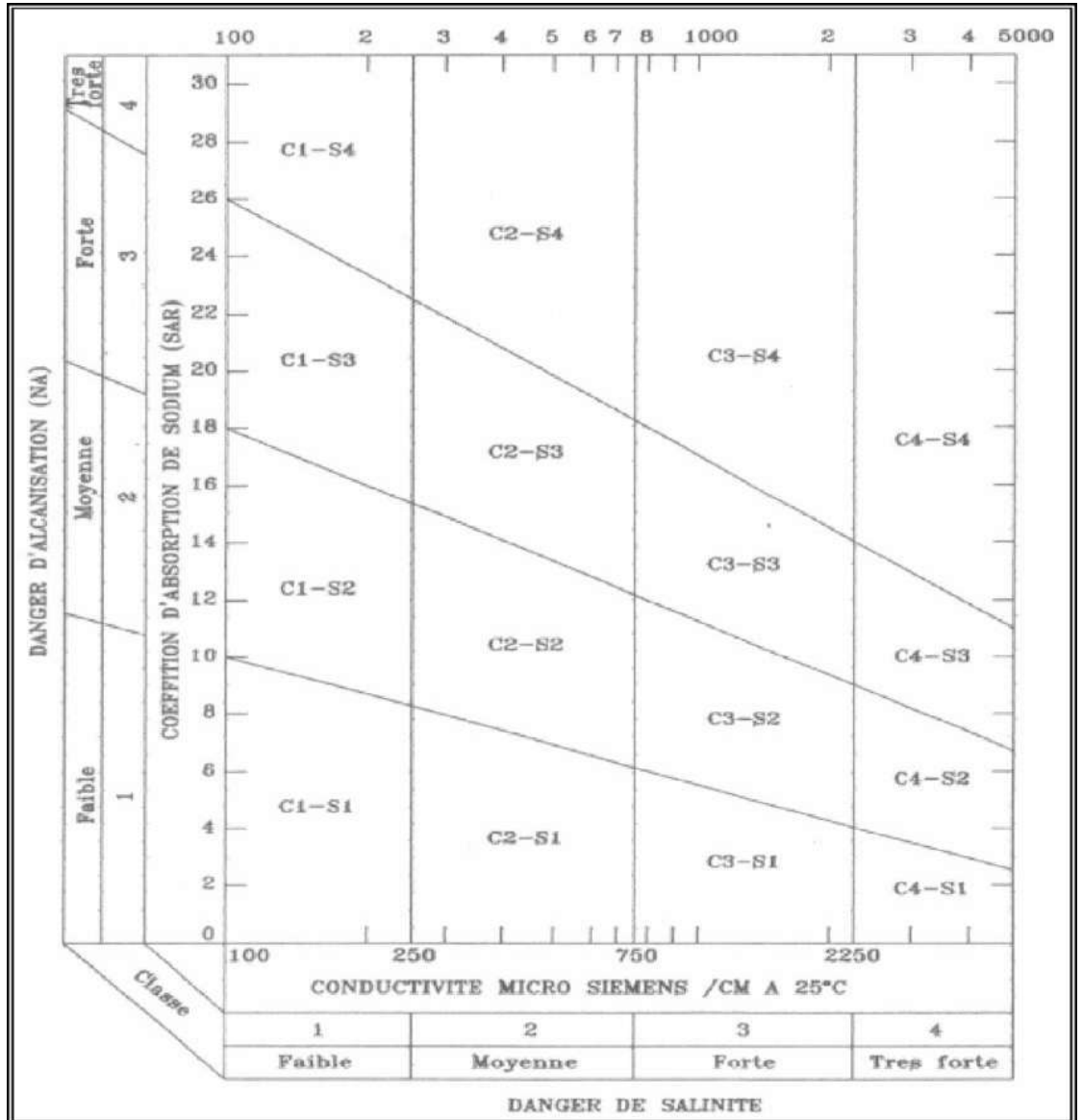


Diagramme de Piper

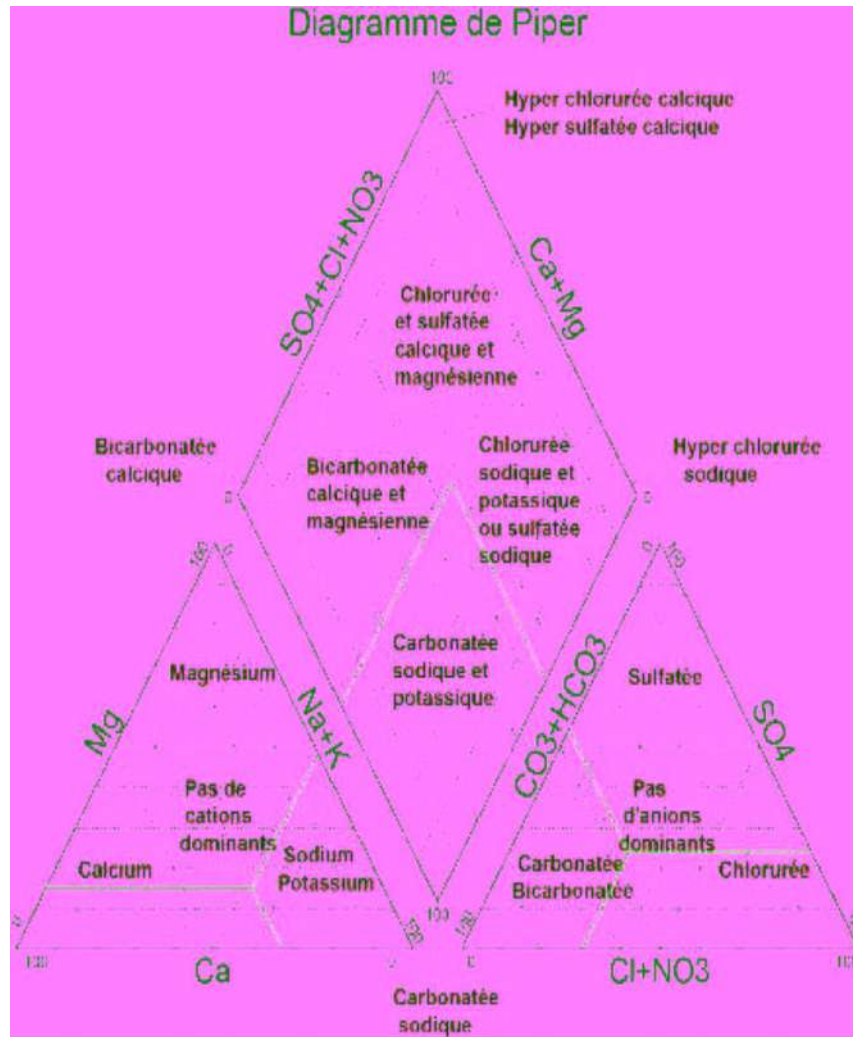


Diagramme de riverside

Riverside

