

République Algérienne Démocratique et Populaire

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique**

CENTRE UNIVERSITAIRE D'EL-OUED

INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de

LICENCE ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Techniques

Spécialité : génie des procédés

Présenté par :METOURI Imane

MANSOUR Hania

DJABALLAH Hanane

Thème

**Evaluation de la concentration de sodium dans les eaux
d'alimentation de la vallée d' OUED-SOUF**

Soutenu le 31 Janvier 2009

Devant le jury composé de :

Mr	TAMMA	Nour-eddine	MA	Président
Mr	FADEL	Ammar	MA	Examineur
Mr	LAOUINI	Salah-eddine	MA	Rapporteur

2009-2010

Résumé

L'objectif de cette étude est de déterminer: Evaluation de la concentration de sodium dans les eaux d'alimentation de la vallée de SOUF, a cette fin, nous avons listé :

l'étude de la zone géologique et hydrogéologique.

Caractéristique de l'eau.

Pollution des eaux souterraines.

Le sodium.

et dans les travaux expérimentaux ont mesuré la concentration de sodium dans les différents échantillons dans cette région, par méthode de Potentiométrie, et puis proposé quelques solutions pour réduire le taux élevé de sodium dans l'eau, tels que l'osmose inverse et la distillation

المخلص

الهدف من خلال هذه الدراسة هو التعرف على : تغيير تركيز الصوديوم في الماء المستهلك في منطقة سوف، ومن أجل بلوغ الهدف تم التطرق إلى:

دراسة خصائص المنطقة جيولوجيا وهيدروجيولوجيا.

خصائص الماء.

تلوث المياه الجوفية.

الصوديوم.

وفي العمل التجريبي تم قياس تركيز الصوديوم في عينات مختلفة من هذه المنطقة، وذلك بطريقة

Potentiométrique ثم اقترحنا بعض الحلول للتقليل من ارتفاع نسب الصوديوم في الماء وذلك عن طريق التقطير

أو الأسموز العكسي.

SOMMAIRE

Introduction générale	311
V-4-1-Présentation de la zone d'étude	34
I-1- Situation géographique et topographie et climatologique	32
I-2- Cadre géologique de la région de OUED- SOUF	34
I-3- Cadre Hydrogéologie de la région de OUED- SOUF	6
V-4-1-1-Définition	34
conclusion	34
Caractéristique des eaux potables	34
Introduction	8
V-4-1-2-Principe de l'osmose inverse	8
II-1- Caractéristiques des eaux potables	8
V-4-2-Distillation	35
II-1-1 Propriété physico-chimique	9
V-4-2-1-Définition	35
conclusion	12
V-4-2-2-Principe de distillation	35
Pollutions des eaux souterraines	36
Introduction générale	36
III-1-1- Les risques de la pollution des eaux	37
III-1-2- Causes de la pollution des eaux	14
III-2- La pollution des eaux souterraines	15
III-2-1- L'entrée et le milieu de la pollution	15
III-2-2 les origines de pollution	16
Conclusion	17
Le Sodium	
IV- 1- definition	18
IV-2- Presence dans l'environnement	19
IV-3- la Présence dans les denrées alimentaires	19
IV-4- Effets sur la santé	20
Conclusion	21
Le travail expérimental	
V-1- Echantillonnage et prélèvement	22
V -1-1-Echantillonnage	22
V-1-2-Matériel de prélèvement	22
V-1-3-Mode de prélèvement	23
V-1-4-Principaux renseignements fournir pour une analyse d'eau	23
V-1-5-étude expérimentale au traitement des échantillons	25
V-2- Appareillage	25
V-3- Mode opératoire	26

INTRODUCTION GENERALE

L'eau depuis la vieille, raison principale pour la suite de la vie et à tous les organismes vivants sur les différentes formes et types, ont été de nombreuses sources d'eau sur la surface de la terre comme les mers et les rivières et les océans et même les eaux souterraines.

C'est là ont été plusieurs questions sur la validité de cette eau pour boire, en fonction de ce qui a été identifié sur les causes de la pollution des ressources naturelles .

Les eaux souterraines sont vulnérables à la contamination, par exemple pendant le mouvement entre les couches de la terre, parce qu'il y a des roches, des sels, des minéraux solubles dans l'eau, et en particulier les éléments qui ont une grande affinité pour soluble dans l'eau, comme le sodium, qui entre dans la composition de nombreuses roches, il n'est pas considéré comme un métal toxique, bien qu'il présente des avantages dans le corps humain, comporte également des risques de la santé.

Il est connu que la principale source d'eau dans la région de SOUF, les eaux souterraines, Est-ce que les eaux souterraines contiennent un pourcentage élevé de sodium? Est-ce que ces eaux sont potables ?

A partir de cette question, nous allons examiner cette étude.

Chapitre I

présentation de la zone d'étude

Introduction

Avant tout projet, l'étude du site est nécessaire pour connaître la caractéristique physique du lieu et les facteurs influençables sur la conception d'un projet.

I-1- Situation géographique et topographie et climatologique

I-1-1-Situation géographique :

La Wilaya d'El-Oued est située au Nord–Est du Sahara Septentrional elle est limitée par les wilayas suivantes:

- Tebessa au Nord-Est
- Khenchela au Nord
- Biskra au Nord-Ouest
- Ouargla au Sud et au Sud Ouest.
- Djelfa a l'Ouest
- La Tunisie à l'Est

La Wilaya d'El Oued occupe une superficie de 44.586 Km² (soit un taux de 1.87 % du superficie totale du territoire national).Elle est composée de 30 Communes et 12 Daïras.

Notre aire d'étude représente la vallée du Souf, par 7°E et 33°5 N (extrait de la carte Michelin 953). Elle est limitée par :

- Au Sud par la mer de dunes du grand erg oriental,
- A l'Est par une série de Chotts,
- A l'Ouest par l'Oued Righ (fleuve de fossile) et par la ligne de palmeraie qui court de Biskra à Touggourt.

Mais ses frontières sont plus amples si l'ont considèrent l'aire de pâturage des nomades qui s'étend au Nord jusqu'au Nememcha (contreforts des Aurès), et au Sud jusqu'à la frontière libyenne. La zone d'étude occupe une superficie de 11738 Km qui représente 18 Communes et 9 Daïras.

I-1-2- Situation Topographie :

L'altitude moyenne de la région est de 80 mètres accuse une diminution notable du Sud au Nord peut être de 25 mètres au dessous du niveau de la mer dans la zone des Chotts qui occupent le fond de l'immense bassin du bas Sahara.

I-1-3-Situation climatologique:

-Relief:

Le relief est très accidenté et couvert des chaînes de dunes surtout la partie Sud Ouest, atteignant 100 m de hauteur, et reposant sur une formation quaternaire de plusieurs dizaines de mètres de sable fin éolien, compact, homogène et uniforme avec l'existence d'un nombre important de cratères creusés par l'homme (ghouts) et des acquêtes vide entre les dunes (houds)

-Climat:

Le climat est de type saharien et désertique et se caractérise par des précipitations très faibles et des variations très importantes de température ,elles sont très élevées en été et descendre en hiver.

I-2-Cadre géologique de la région de OUED- SOUF [1] :

La géologie est un moyen d'investigation très utile en hydrogéologie car elle permet la détermination des horizons susceptibles d'être aquifères.

Le sous-sol de la région étant sableux et assurant l'infiltration et la circulation souterraines des eaux, est essentiellement représenté par des formations sablo-gréseuses du continental intercalaires, et des accumulations sableuses fluvio-lacustres de tertiaire continental.

Sur l'ensemble de la région d'El-Oued, les formations miopliocènes sont recouvertes par une considérable épaisseur de dépôts quaternaires présentés sous forme de dunes donnant naissance à un immense erg qui lui-même fait partie de l'extension du grand erg oriental.

I-2-1 Stratigraphie régionale :

les coupes de sondages établies à partir des forages, les profondeurs des étages varient d'une région à l'autre.

Sur la base des logs de forage de l'Albien faite, sur la région de Oued-Souf, nous citons les principales strates repérées dans cette région, en allant de la plus ancienne vers le plus récente .

I-2-1-1 Formation de l'ère Secondaire :

-Le Barrémien :

Cet étage est capté par tous les forages du continental intercalaires réalisés dans cette région; il présente une lithologie d'alternance de grès avec passages d'argiles et parfois des intercalations de calcaire dolomitique, on rencontre également des sables avec présence de silex. L'épaisseur moyenne de cet étage est de l'ordre de 200 à 230 mètres.

-L'Aptien :

Comme le Barrémien, ce dernier est constitué principalement par des formations dolomitiques, marneuses et marno-calcaires. D'après les coupes géologiques des forages réalisés dans la région, l'Aptien est le seul étage dont l'épaisseur ne dépasse pas les 30 mètres.

-L'Albien :

Cet étage est constitué par une alternance de marnes, de grès de sables et par des calcaires avec passages de silex et d'argile.

La limite inférieure est constituée par le toit de la barre aptienne, alors que sa limite supérieure se caractérise par l'apparition des faciès argilo carbonatés. D'après les coupes de sondages des forages Albien, l'épaisseur de cet étage varie de 100 à 150 mètres; dans d'autres endroits elle peut atteindre 200 mètres.

-Le Vraconien :

C'est en fait, une zone de transition entre l'Albien sableux et le Cénomaniens argilo carbonaté. Cet étage est constitué principalement d'une alternance irrégulière de niveaux argilo dolomitiques. On montre aussi des argiles sableuses et de rares passées de grès à ciment calcaire.

Dans la zone d'étude, l'épaisseur de cet étage varie entre 250 et 300 mètres. En raison de l'importance de ses niveaux argileux, il constitue une importante couverture de l'Albien.

-Le Cénomaniens :

Tous les forages réalisés dans cette région ont montré que cet étage est constitué par une alternance de dolomies, de calcaires dolomitiques, de marnes dolomitiques, d'argiles et d'anhydrites. Cet étage joue le rôle d'un écran imperméable.

Quant aux limites de cet étage, on peut dire que la limite inférieure est caractérisée par l'apparition d'évaporites et de dolomies qui la distingue nettement, la limite supérieure caractérisée par l'apparition d'évaporites et de calcaires correspondants à la limite inférieure du Turonien.

-Le Turonien :

Cet étage représente la base du complexe terminale. Il est généralement carbonaté et constitué par des calcaires dolomitiques et des dolomies micro cristallines compactes avec des intercalations de calcaires Turoniens et parfois de marnes.

Les forages de la région montrent clairement que son épaisseur varie d'un endroit à un autre, elle dépasse parfois 650 mètres.

-Le Sénonien :

La plupart des études géologiques effectuées à travers le Sahara algérien montrent que le Sénonien est formé de deux ensembles très différents du point de vue faciès : l'un correspond au Sénonien lagunaire situé à la base et l'autre au Sénonien carbonaté au sommet.

I-2-1-2 Formations de l'ère Tertiaire :

-L'Eocène:

Il est formé par des sables et des argiles, parfois on rencontre des gypses et des graviers. Dans cette région, l'Eocène est carbonaté à sa base, sa partie supérieure est marquée par des argiles de type lagunaire. L'épaisseur de cet horizon varie entre 150 et 200 mètres.

-Le Miopliocène :

Il repose en discordance indifféremment sur le Primaire d'une part et sur le Crétacé inférieur, le Turonien, le Cénomaniens et l'Eocène d'autre part, il appartient à l'ensemble appelé communément Complexe Terminale (C.T).

La plupart des coupes de sondages captant cet horizon, montrent que le Miopliocène est constitué par un empilement de niveaux alternativement sableux, sablo argileux avec des intercalations gypseuses et des passées de grès.

Sur toute l'étendue du Sahara oriental, Bel et Demargne séparent cet horizon en 4 niveaux:

I-2-1-3 Formations du Quaternaire :

Elles se présentent sous forme des dunes de sable dont le dépôt se poursuit sans doute encore de nos jours. Les terrains quaternaires représentent la couverture superficielle qui se localise surtout au niveau des dépressions et couvrent la plus grande extension au niveau du

bas Sahara, ils sont formés d'un matériel alluvial et éolien d'où on trouve la formation des alluvions sableuses et argileuses.

I-3- cadre Hydrogéologie de la région de OUED- SOUF [2]

L'étude hydrogéologie consiste à connaître la structure, l'identification des différents types d'aquifères, les conditions au limites et aussi la détermination des différents paramètre hydrodynamiques.

I-3-1- Définition :

Dans la Sahara septentrional les nappes aquifère les plus sollicitées sont la nappe phréatique, nappe du continental intercalaire et du complexe terminal.

La superficie total du complexe terminal est 350.000 Km². comme faciès on retrouve les formation récentes déposées dans la base Sahara depuis le début du tertiaire jusqu'au quaternaire (les formation de l'Eocène et de miopliocène). Les études géologiques réalisées dans le passer n'ont détecté aucune relation (communication) entre les deux principaux aquifères (continental intercalaire et complexe terminal) présents dans la zone d'étude.

I-3-2- les différents types des nappes de la vallée de SOUF:

I-3-2-1- Nappe phréatique :

Aquifère souterrain que l'on rencontre à faible profondeur et qui alimente traditionnellement les puits en eau potable. C'est la nappe la plus exposée à la pollution en provenance de la surface.

On distingue les nappes libres (non recouvertes, alimentées sur toute leur surface) des nappes captives (recouvertes, totalement ou partiellement, par une couche de terrain imperméable, nappes sous pression).

I-3-2-2- Nappe du complexe terminal :

Ce terme regroupe sous une même dénomination un ensemble de nappe aquifère qui sont situées dans des formations géologiques différentes. D'après CORNET 1964, nous rappelons l'existence des trois nappes dont les deux premières correspondant respectivement aux nappes des sables d'age Sénonien à Eocène supérieur.

I-3-2-3- Nappe du Continental Intercala

Le Continental Intercalaire, occupe l'intervalle stratigraphique entre la base du Trias et le sommet de l'Albien . Sa profondeur varie entre 1600 et 2000m, peut atteindre 2220m.

Cet aquifère est à ce jour capté pour l'alimentation en eau potable des agglomérations ainsi que pour l'irrigation des périmètres agricoles.

Conclusion

Selon la colonne stratigraphique de la région, on s'aperçoit que tous les trains peuvent être aquifères mais la présence des gypses dans la totalité des terrains rencontrés, est à l'origine des problèmes de salinité et donc de potabilité des eaux souterraines.

L'étude hydrochimique des eaux, nous a permis de préciser l'origine de la minéralisation et de confirmer la communication entre la nappe libre et la nappe de la formation Zebbag supérieur. Une évaluation de la ressource en eaux de ces niveaux aquifères a été entamée. Concrètement, nous avons montré que l'état du système aquifère, encore en équilibre, atteint un état d'exploitation de 95 % des ressources renouvelables pour la nappe phréatique. Il faut mettre en place une politique de gestion durable de cette ressource orientée vers la valorisation et la mobilisation de la ressource en eaux de surface évaluée à 11 Mm³/an à travers l'amélioration de la recharge de ces nappes à partir des eaux de ruissellement.

Coupe de forage d'El-Oued F1		X=885.300 Y=314.000 Z=98	Description géologique	Etages
0			Alternance d'argile parfois sableuse et de sable hétérogène à intercalation de gypse	Mio-pliocène
300			Alternance de calcaire fissuré et de calcaire massif	Eocène
640			Alternance de marne gris- verdâtre et de calcaire gris, compact et dur ;	Sénonien Carbonaté
740			Alternance de dolomie beige compact d'hanydrite blanche et de calcaire argileux	
840			Anhydrite blanche, massive dure avec passage de dolomie gris claire et intercalation de calcaire	Sénonien Lagunaire
1110			Dolomie beige microcristalline compacte, dure, avec passage de calcaire	Turonien
1167			non dolomitique	Cénomaniens
1200			Anhydrite massive et calcaire argileux à passages de	
1270			Anhydrite avec passage de calcaire, de dolomie et de marne	
1374			Anhydrite avec passage de calcaire, marne et dolomie avec intercalation d'argile	Vraconien
1498			Calcaire gris clair argileux à passage de dolomie compact, parfois microcristalline	
1700				
1750				
1800				
1850				

		1589	Marne grise à passage d'argile gris-vert, intercalation de silex, à faible passage de grés calcaire	Albien
		1613	Dolomie, calcaire, marne	Aptien
		1683	Argile brune rouge à intercalations de grés	Barrémien
		1770 1800	Grés, dolomie, calcaire et sable, intercalation de silex	
		1850		

Chapitre II

Caractéristique des eaux potables

Introduction

L'eau est un solvant exceptionnellement actif, qui sert de véhicule aux aliments et aux substances élaborées, ainsi qu'un métabolite essentiel. De plus, Elle intervient dans la croissance des êtres vivants.

Chez les plantes l'énorme quantité d'eau absorbée ne sert en grande partie, qu'à satisfaire la transpiration. Chez les animaux, Elle assure le nettoyage de l'organisme, le transport des nutriments (sang) et l'élimination des déchets par urine et la sueur.

Dans la nature, ils sont régénérées soit par filtration à travers le sol, soit par oxydation des substances organiques par le micro-organisme. Les conditions d'approvisionnement en eau risquent d'être détériorées par des phénomènes de pollution.

La loi normalement impose un contrôle tous les deux mois sur l'eau que nous buvons car elle est aussi important que l'air que nous respirons.

L'eau d'alimentation humaine peut être contaminée par d'autres micro-organismes qui sont à l'origine de maladie grave, ainsi avant sa distribution l'eau doit être traitée qu'elle soit apte aux différentes utilisations.

Néanmoins avant d'aborder la partie expérimentale de cette étude, il serait intéressant de donner un bref aperçu bibliographique sur les caractéristiques des eaux d'alimentation.

II-1- Caractéristiques des eaux potables[3] [4]

L'eau de boisson ou eau potable à usage sanitaire et alimentaire provenant directement du réseau public, peut être définie en se référant aux normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S), et la Communauté Européenne(C.E.E)comme une eau ne renfermant :

Ni substances chimiques dangereuses .

Ni germes nocifs pour la santé.

En outre, elle doit être aussi agréable à boire que les circonstances le permettent.

une eau potable doit être fraîche (c'est-à-dire avoir une température entre 8 et 12°C), limpide, inodore, transparente et aussi pure que possible du point de vue physico-chimique et bactériologique.

Ces deux derniers caractères sont déterminants dans la qualité des eaux de consommation publique, c'est pourquoi il a été jugé utile de les étudier en détail.

II-1-1 Propriété physico-chimique

Les analyses physicochimiques et organoleptiques comportent la détermination du goût, de la saveur, des odeurs, la turbidité, les cations, les anions et la nature des résidus, la conductivité électrique et le pH.

-les goûts, saveurs et odeurs

Une eau potable doit être sans goût, sans odeurs et sans saveurs. En effet, les variations de goût et de l'odeur d'une eau sont dues aux produits dissous comme les sels de $MgSO_4$, $NaCl$, etc....., qui dépassent certaines normes.

Les principaux corps pouvant donner à l'eau une saveur désagréable sont : le fer et le manganèse, le chlore actif, les phénols et les chlorophénols.

-la couleur

La coloration est un paramètre essentiel de la pollution, elle est due aux algues vertes aux substances humiques fortement colorées et aux substances chimiques, l'eau potable doit être incolore.

On repère la couleur à l'aide d'un comparateur optique et d'une gamme d'étalons de platino-cobalt à 500 mg/l de platine.

-les résidus secs

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau. Pour des valeurs inférieures à 60 mg/L, l'acceptabilité par le consommateur est bonne ; au-dessus de 1200 mg/l, l'eau devient désagréable.

-la turbidité

La turbidité est due aux matières en suspension finement divisées (argile, limon, grains de silice, matières organiques, ...), elle est inversement proportionnelle à la transparence.

-la conductivité

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1-2 cm² de surface et distances de 1cm. La détermination de la conductivité électrique peut évaluer approximativement la teneur en sels dissous.

-la température

Il est important de connaître la température de l'eau potable, car c'est le facteur le plus apprécié pour une eau de boisson, avec la clarté et le goût. Celle-ci varie avec les saisons et influe sensiblement sur les constantes d'équilibre (constantes de l'association des molécules).

Pour que l'eau potable soit désaltérante, sa température doit être varié entre 8 et 15 °C. Ce pendant, son augmentation favorise le développement des micro-organismes .

-le potentiel hydrogène (pH)

Les eaux naturelles sont des solutions ionisées, elles peuvent être acide, basique, ou neutre. Le pH des eaux destinées à la consommation humaine , est un paramètre très important , car il agit sur le goût et l'efficacité des procédés de traitement (chloration , coagulation,...) Ainsi que sur les phénomènes de corrosion, et entartrage des canalisations.

On peut considérer cependant comme intervalle de pH acceptable, des valeurs comprises entre 7 et 8,5 et comme limites supérieures des valeurs 6,5 et 9.

-la dureté ou titre hydrotimétrique

La dureté ou titre hydrotimétrique (TH) correspond à la somme de la concentration en cations de Ca⁺² et Mg⁺², à l'exception des alcalins.

Une eau est dite douce, lorsqu'elle est pauvre en ces cations et elle est dite dure lorsqu'elle en est riche .

- l'alcalinité de l'eau

Dans une eau naturelle, les ions responsables de l'alcalinité sont :

L'ion hydroxyde (OH⁻), l'ion carbonate (CO₃⁻) et l'ion hydrogénocarbonaté (HCO₃⁻).

En chimie des eaux, on définit deux titres alcalimétriques :

*TA (titre alcalimétrique simple)= (OH⁻) +1/2(CO₃⁻)

*TAC (titre alcalimétrique complet)= $(OH^-) + (CO_3^{2-})$, appelée aussi dureté carbonatée.

-les teneurs en éléments minéraux

Les éléments minéraux recherchés dans une eau potable sont classés en deux groupes : Anions et Cations.

A - les anions

Parmi les principaux anions recherchés dans une eau il y a :

-Les chlorures : sont liés principalement à la nature des terrains traversés ,ils provoquent des saveurs désagréables à l'eau ; ils s'agit surtout des chlorures de sodium.

-Les sulfates : sont des composés naturels des eaux; ils sont liés aux cations majeurs: calcium , potassium et sodium. Ils proviennent essentiellement de la dissolution du gypse ($CaSO_4, H_2O$).

-Les nitrates : il est reconnu que la présence des nitrates en quantité excessive dans l'eau d'alimentation présente un danger pour l'homme. Par ailleurs, cette présence constitue un risque de Méthémoglobinémie chez les nourrissons.

-Les phosphates : le phosphore (P) peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique .Les composés phosphorés qui, sans hydrolyse ou minéralisation, répondent au test colorimétrique, sont considérés comme étant des orthophosphates.

B-les cations

Les cations intéressants l'analyse physico-chimique est :

-Le sodium : existe avec des concentrations variables dans la totalité des eaux, car la solubilité de ses sels est très élevée. Son absorption ne provoque pas de danger sauf pour les malades qui souffrent d'hypertension, de cardiopathies artériosclérotiques.

Le seuil de perception gustative du sodium est de 20à100mg/l suivant l'anion associé.

-le potassium : est un élément à peu près constant dans l'eau ; les concentration dans l'eau de boisson dépassent rarement 07mg/l .cet élément ne présente pas d'inconvénients pour la santé.

-Le calcium : existe à l'état de bicarbonates, sulfates, chlorures. l'absorption quotidienne recommandée de calcium est de 450 à 1100 mg /j/hab, selon l'âge, le sexe, la grossesse, et la lactation.

-Le **magnésium** : dans l'eau provient de l'attaque des roches par l'acide carbonique. Le magnésium joue des rôles importants dans :

-La biogenèse dans certaines hormones.

-L'intervention dans certains systèmes enzymatiques.

A fortes concentration, le magnésium confère à l'eau une saveur amère.

Une eau potable ne doit contenir aucun germe pathogène.

La qualité microbiologique d'une eau est surtout déterminée par la présence ou l'absence des micro-organismes pathogènes responsables de morbidités et de maladies graves et parfois de mortalités élevées. La revue de ces maladies hydriques nous a semblé utile avant d'aborder la notion d'indicateurs.

Conclusion

L'eau est caractérisée par des caractéristiques physiques et chimiques associés les uns aux autres, existent en quantités déterminées sur la surface de la terre, en raison de nombreux facteurs qui sont en cours d'exécution sur la pollution, et pour être apte à l'eau potable il ya plusieurs conditions ont été convenues par l'Organisation mondiale de la Sa

Chapitre III

Pollution des eaux souterraines

Introduction

L'eau potable doit présenter des critères chimiques, physiques, bactériologiques et organoleptiques. Toutefois, ses qualités ne peuvent pas se définir dans l'absolu, c'est pourquoi, l'Organisation mondiale de la Santé a édité des normes internationales pour l'eau de boisson (normes bactériologiques, physiques, chimiques, biologiques et radiologiques).

Les normes européennes ont retenu comme limite supérieure 100mg/L, comme limite acceptable de 50 à 100 mg/L et comme limite recommandée moins de 50 mg/L (exprimée en Nitrate).

La réglementation française fait une distinction entre les eaux embouteillées, pour lesquelles la concentration limite est fixée à 10 mg/L d'azote soit 40 mg/L exprimée en nitrates et les eaux d'adduction collectives pour lesquelles aucune limite n'est fixée mais dont il devra être tenu compte du fait qu'une teneur supérieure à 50 mg/L en nitrates est susceptible de provoquer des troubles.

III-1-1- Les risques de la pollution des eaux [5]

Le risque de la pollution des eaux a cru considérablement depuis le début des années soixante dans l'ensemble du monde. Certes, dans les pays industrialisés, de vastes programmes ont permis de ralentir la progression de la contamination des eaux continentales, voire parfois du faire régresser.

Cette contamination est due aux rejets d'effluents domestiques et industriels chargés de matières organiques fermentescibles.

A l'opposer, les pollutions chimiques ont progressé, en particulier, celles dues aux métaux toxiques, aux fertilisants et aux pesticides. Cette pollution concerne de plus en plus non seulement les eaux superficielles mais les nappes phréatiques.

A l'heure actuelle, les grands fleuves et leurs affluents, de même que certaines nappes phréatiques sont polluées de façon chronique et permanente. Ils sont même contaminés au point d'être impropres aux usages domestiques, industriels voire agricoles.

III-1-2- Causes de la pollution des eaux [6]

Le tableau suivant représente les principaux causes de la pollution des eaux :

Type de pollution	L'agent causal	Source de l' agent causal
Physique : Pollution thermique Pollution radioactive	d'eau chaude Radio-isotopes	Centrales électriques Installations nucléaires

Chimique :		
-Pollution par les fertilisants	Nitrates Phosphates	Agriculture (lessives)
-Pollution par des métaux et métalloïdes toxiques	Mercure, cadmium, plomb, aluminium, arsenic, etc.	Industries, agriculture, combustions, (pluies acides)
- Pollution par les produits pesticides	Insecticides, herbicides, fongicides	Agriculture (industrie)
- Pollution par les détersifs	Agents tensioactifs	Effluents domestiques
- Pollution par les hydrocarbures	Pétrole brut et ses dérivés (carburant p .e.)	Industrie pétrolière, transport
- Pollution par des composés organochlorés	P.C.B., insecticides, solvants chlorés	Industries
-Pollution par les autres composés organiques de synthèse	Très nombreuses molécules (plus de 70 000 !)	Industries, (usages dispersifs pour certains)
- Matières organiques fermentescibles	Glucides, lipides, protides	
- Pollution microbiologique	Bactéries virus entériques, champignons,	Effluents urbains, élevages, secteur agro-alimentaire

Tableau N° 1 : causes de pollution des eaux

III-2- La pollution des eaux souterraines [7] [8]

La pollution peut se faire aussi par pénétration d'eau de rivière polluée. Les remarques faites au sujet de l'influence de la nature du terrain, terrains à perméabilité d'interstices, de fissures, karstiques, restent les mêmes que précédemment. Mais les différences des effets sont accentués par suite de la plus grande quantité d'eau en présence.

La pollution des eaux superficielles est très perceptible, attire de suite l'attention sur les dangers et les mesures à prendre pour la combattre.

Il est ainsi nécessaire qu'un travail d'ensemble soit fait, pour tout ce qui concerne les mesures hydrauliques, chimiques, biologiques, physiques à entreprendre pour comprendre la pollution et lutter contre celle-ci. dans le paragraphe suivant j'exposerai la pénétration et les trajets de la pollution dans les terrains jusqu'aux nappes d'eau souterraine; la nature et l'origine des pollutions; et les mesures nécessaires pour l'examen de la qualité des eaux souterraines en rapport avec la pollution.

III-2-1- L'entrée et le milieu de la pollution

La pollution peut se faire par la surface des affleurements de l'aquifère, aussi bien dans une nappe captive que dans une nappe libre. Mais l'intensité de la pollution, le transport, la vitesse de propagation, la vitesse de destruction de cette pollution dépendent essentiellement de la nature de l'aquifère.

Dans les terrains à perméabilité d'interstices tels que les sables la pollution ne se transmet qu'à une très faible vitesse; la grandeur de la surface des particules solides permet une rétention importante, surtout s'il y a des particules argileuses dans les terrains à perméabilité de fissures, (terrains cristallins et cristallophylliens). La vitesse n'est pas très rapide, la pollution le long de ces fissures est dirigée.

Dans les terrains caractéristiques, la pénétration est rapide souvent instantanée dans les diaclases ouvertes, dans les bétoires, les gouffres, les dépressions fermes. La vitesse de circulation est très grande et aucune filtration ne se produit.

Dans cette pollution par la surface des affleurements, deux cas peuvent se présenter il peut y avoir une pollution tout à fait générale, c'est-à-dire sur toute l'étendue des affleurements des aquifères. Telle peut être par exemple une contamination par le tritium ou l'épandage d'engrais. Dans le cas des nappes libres cette contamination est totale, c'est-à-dire s'étendant à toute la nappe, tandis que dans les nappes captives, de n'intéresse au premier chef que la zone amont d'infiltration et ne se propage que plus ou moins lentement au reste de la nappe.

Il peut y avoir une pollution locale, ne se produisant que par une faible surface. La pollution ne s'étendra qu'à une surface plus ou moins restreinte ou étendue suivant l'intensité de la pollution. Et cette pollution ira en décroissant à partir du centre de pollution. Ce sera par exemple, la pollution par une ferme, un puits perdu, une usineetc.

III-2-2 les origines de pollution :

Il nous reste à faire un classement large des causes des pollutions. Tout d'abord il y a lieu de considérer séparément les pollutions biologiques, les pollutions chimiques et les pollutions radioactives, car chacun de ces groupes requiert un traitement particulier.

Les origines peuvent être ainsi classées :

- Habitats humains: pollution essentiellement biologique excréments, fosses d'aisance, puits perdus, décharge des villes, puits, etc. conduites d'eau d'égout, eaux résiduaires, bassins de purification.
- Fermes: pollution essentiellement biologique habitats, animaux, fumier, fosse à purin etc., puits etc.
- Cultures: pollution biologique, par épandage de fumier, de gadoues, par irrigation d'eau d'égouts; pollution chimique, par épandage d'engrais minéraux chlorures et sulfate et nitrate de potassium, sels ammoniacaux, nitrate, phosphates etc. par irrigation amenant une augmentation de la salure par évapotranspiration, salure qui se transmet aux nappes par infiltration; par traitements antiparasitaires, pesticides.. etc.
- Eaux de rivières, canaux de navigation, canaux d'adduction, lacs, barrages,
- Recharges artificielles.
- Eau de mer.
- Industrie: Les pollutions chimiques et biologiques vont souvent de pair mais on peut mettre à part les usines atomiques.

Industries des produits pétroliers_forages, raffineries, réservoirs, oléoducs, réservoirs souterrains, postes de pompes à essence.... etc. déchets des mines, par exemple du sel de sodium ou de potassium arrivant à saturer dangereusement les nappes superficielles, terrils, exhausteurs etc. industries métalliques.

Industries chimiques, papeterie; sucrerie, distillerie, laiterie, teinturerie, lavage de laine....etc. Usines atomiques à déchets liquides et déchets solidesetc.

Conclusion

La pollution est une modification à une caractéristique physique ou chimique de l'eau, comme toutes les sources d'eau sur la surface est vulnérable à la contamination, en raison de plusieurs facteurs naturels et non naturels.

Chapitre IV

Le Sodium

IV- 1- définition [9]

Le sodium est un métal mou, blanc argenté et fortement réactif qui, dans la nature, ne se rencontre qu'à l'état combiné. Ce métal alcalin se présente fréquemment sous forme ionisée. On observe que, dans les milieux biologiques et même dans les solides tels que le chlorure de sodium.

Découvert par	Sir Humphrey Davy in 1807
Nombre atomique	11
masse atomique	22.98977 g.mol ⁻¹
Electronégativité de Pauling	0.9
Densité	0.97 g.cm ⁻³ at 20 °C
Point de fusion	97.5 °C
Point d'ébullition	883 °C
rayon Vanderwaals	0.196 nm
Rayon ionique	0.095 (+1) nm
Isotopes	3
Configuration électronique	[Ne] 3s ¹
Energie de première ionisation	495.7 kJ.mol ⁻¹
Potentiel standard	- 2.71 V

Le tableau N° 2: propriétés chimiques de Na

Sodium réagit rapidement à l'eau, et aussi avec de la neige et la glace, afin de produire d'hydroxyde de sodium et d'hydrogène. Quand il est exposé à l'air, le sodium métallique récemment coupé perd son aspect argenté et acquiert une couleur grise opaque en raison de la formation d'une couche d'oxyde de sodium. Le sodium ne réagit pas avec de l'azote, pas même à des températures très élevées, mais il peut réagir avec l'ammoniac pour former l'amidure de sodium. De sodium et l'hydrogène réagissent dessus de 200 ° C (390 F) pour former l'hydruure de sodium. De sodium réagit avec le carbone à peine, mais il réagit avec les halogènes. Il réagit également avec divers halogénures métalliques pour former le métal et de chlorure de sodium. Le sodium ne réagit pas avec les hydrocarbures paraffiniques, mais il forme des composés d'addition avec le naphthalène et d'autres composés aromatiques polycycliques et alcènes aryle. La réaction du sodium avec les alcools est similaire à la réaction du sodium avec de l'eau, mais plus lent. Il ya deux réactions générales avec des halogénures organiques. L'un d'eux exige la condensation de deux composés organiques, qui forment lorsque les halogènes sont éliminés. Le deuxième type de réaction comprend le remplacement d'atomes d'halogène par le sodium, pour obtenir un composé organique de

sodium.

IV-2- Presence dans l'environnement [10]

Le sodium est le plus abondant de tous les métaux alcalins, et il constitue 2,6 % de la croûte terrestre. Ses composés sont très répandus dans la nature. La dissolution des gisements de sel gemme et la météorisation des roches ignées constituent deux sources naturelles du sodium dans l'environnement.

La plupart des sols en contiennent une teneur de 0,1 à 1 %, principalement sous forme de silicates tels que les amphiboles et les feldspaths.

IV-3- la Présence dans les denrées alimentaires [11]

Le sodium est un constituant naturel de tous les aliments. Les teneurs varient considérablement selon les différents types d'aliments, et leur transformation peut avoir un effet marqué sur ces teneurs. 100 grammes de légumes crus et non transformés contiennent 33 mg de sodium, mais ceux qui sont transformés en contiennent 227 mg/100 g. 100 grammes de produits céréaliers non transformés en renferme 3 mg et les produits céréaliers transformés 386 mg/100 g.

Aliments	mg /100 g
Viandes et poissons fumés	2000 à 10000
Algues sèches	5000
Olives	2000 à 3000
Charcuteries	800 à 2500
Cornichons, câpres	1200 à 1600
Sauces industrielles	1000 à 1500
Biscuits salés, saucisson	1000
Fromages	400 à 2000
Beurre 1/2 sel	870
Pain	600 à 800
Choucroute	650

Le tableau N °3 : Tableau de la présence de quantité de sodium dans les produits alimentaires

IV-4- Effets sur la santé [12]

-Besoins essentiels

Le sodium constitue le cation le plus abondant du milieu extracellulaire. Il se trouve largement sous forme de chlorure et de bicarbonate assurant la régulation de l'équilibre

acido-basique. Une autre fonction importante du sodium consiste à maintenir la pression osmotique du milieu intérieur et ainsi à prévenir les pertes de liquide, il permet aussi de maintenir à un niveau normal l'excitabilité musculaire et la perméabilité cellulaire. L'organisme a besoin au minimum d'environ 120 mg/jour de chlorure de sodium (contenant environ 50 mg de sodium).

-Effets nocifs

Le volume du liquide régule la rétention du sodium et la concentration de ce dernier régule la quantité d'eau dans le corps. La répartition de l'eau de part et d'autre des parois des vaisseaux sanguins dépend de l'équilibre entre la pression osmotique effective du plasma et les pressions hydrostatiques externes nettes. Cet équilibre peut être perturbé pour différentes raisons : certaines formes d'hypertension, insuffisance cardiaque, néphropathies, cirrhose, toxémie gravidique ou maladie de Ménière.

Comme le corps possède des mécanismes très efficaces de régulation des teneurs en sodium du milieu interne, ce métal n'est pas fortement toxique aux concentrations où on le trouve normalement dans l'environnement ou dans l'alimentation.

Pour des raisons de qualité esthétique ou organoleptique, l'objectif fixé pour la concentration du sodium dans l'eau potable a été fixé à 200 mg/L. On considère ordinairement le goût de l'eau potable comme désagréable lorsque la concentration du sodium dépasse ce niveau. Le sodium n'est pas considéré comme toxique : un adulte normal en absorbe jusqu'à 5 g/jour. Même si l'apport moyen de sodium provenant de l'eau potable ne représente qu'une petite partie de ce qui est absorbé dans une alimentation normale, l'apport de sodium provenant de cette source peut être important pour les personnes souffrant d'hypertension ou d'insuffisance cardiaque, qui doivent en général suivre un régime alimentaire hyposodé. On recommande donc d'inclure ce métal dans les programmes de surveillance de la composition de l'eau, ce qui permet d'informer les médecins prescrivant des régimes hyposodés à leurs clients.

Conclusion

De façon générale, le goût de l'eau potable est jugé désagréable lorsque la concentration du sodium dépasse 200 mg/L. L'objectif de qualité esthétique ou organoleptique est donc fixé pour le sodium à 200 mg/L.

Le sodium n'est pas considéré comme un métal toxique. Les adultes normaux peuvent en consommer jusqu'à 5 g/jour sans effets nocifs apparents. Bien que de nombreuses études aient montré qu'une réduction de l'apport de sodium entraîne une baisse de la pression artérielle chez les hypertendus, on ne peut en déduire qu'une augmentation de l'apport de cet élément provoquerait de l'hypertension. On n'a donc pas fixé de concentration maximale acceptable pour le sodium dans l'eau potable.

Chapitre V

Le travail expérimental

Introduction:

Très peu de travaux de recherche ont concerné la quantité de sodium dans les eaux de la région d'EL-oued.

Dans ce travail nous avons tenté d'apporter une contribution à travers d'abord détermination des ions sodium des eaux de la région d'EL-Oued , puis l'élimination des ions Na^+ sur charge si présente .

V-1- Echantillonnage et prélèvement [13]

Une eau potable du point de vue chimique doit contenir sans excès un certain nombre d'éléments minéraux dont la présence lui confère une saveur agréable à l'exclusion de ceux seraient l'indice d'une contamination ainsi que toute autre substance toxique.

V -1-1-Echantillonnage

le prélèvement d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté.

L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau,il convient que le préleveur ait une connaissance précise des conditions du prélèvement et de son importance pour la qualité des résultats analytiques.

Il est donc nécessaire de mettre en place une organisation structurée, de disposer d'un personnel qualité, de développer une méthodologie adaptée à chaque cas, de procéder à un choix judicieux des points de prélèvement et d'utiliser le matériel convenable. Les résultats de l'analyse ne seront exploitables que si le prélèvement a un caractère représentatif.

V-1-2-Matériel de prélèvement

le matériel de prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière,l'emploi de flacons neufs en verre borosilicaté de préférence bouchés à l'émeri ou le cas échéant avec des bouchons en polyéthylène ou en téflon maintenus pendant un heure de l'eau distillé puis séchés.

Pour les analyses bactériologique, les flacons utilisés doivent assurés une fois bouché, une protection totale contre toute contamination. Il est conseillé d'utiliser des flacons en verre de un (1) litre. Avant l'usage, ces flacons doivent être soigneusement lavés, puit rinces à l'eau distillée, car il ne doit rester aucune trace d'un éventuel décapent ou antiseptique.

Ils sont ensuite séchés puis bouchés et stérilisés soit à l'autoclave à $121^{\circ}\text{c}\pm 1^{\circ}\text{c}$ durant 15mn, soit à sec à $170^{\circ}\text{c}\pm 2^{\circ}\text{c}$ durant 40 mn.

V-1-3-Mode de prélèvement

Le mode de prélèvement variera suivant l'origine de l'eau. Dans le cas d'une rivière, d'une nappe ouverte, d'un réservoir, une citerne, la bouteille sera plongée à une certaine distance du fond (50 cm) et de la surface assez loin des rives ou des bord ainsi que des obstacles naturels ou artificiels, en dehors des zones mortes ou des remous, et en évitant la mise en suspension des dépôts.

Dans le cas d'un lac ou d'une retenue d'eau, il y'a lieu de choisir plusieurs points de prélèvements et, en chacun d'eux, de prélever plusieurs échantillons à différentes profondeurs pour tenir compte de l'hétérogénéité verticale et horizontale.

Dans le cas d'un robinet, il sera indispensable de faire couler l'eau pendant un certain temps qui ne sera jamais inférieur à 10 mn.

V-1-4-Principaux renseignements fournir pour une analyse d'eau

Pour faciliter le travail de l'analyste et l'exploitation des résultats en évitant les erreurs, il convient d'étiqueter ou de numéroter les prélèvements. Chaque flacon doit être accompagné d'une fiche signalétique permettant de rassembler les renseignements utiles au laboratoire et comportera les renseignements suivants :

- identité du préleveur.
- Date et heure du prélèvement.
- Particulier ou autorité d'analyse.
- Motif de la demande d'analyse.
- Ville ou établissement que l'eau alimente.
- Nom du point d'eau et localisation précise.
- Origine de l'eau(source, puits, forage, etc.....)
- Température de l'eau à l'émergence et celle de l'atmosphère au moment du prélèvement. Conditions météorologiques.
- Débit approximatif à la minute ou à la seconde. Dans le cas d'une nappe souterraine, préciser la profondeur et l'épaisseur de cette nappe.
- Nature géologique des terrains traversés. aspect du milieu naturel

Pour chaque recherche, le prélèvement d'un échantillon d'eau, c'est la première opération avant de faire d'analyse dans le laboratoire et dans ce travail on suit les étapes suivantes:

- Les bouteilles en plastique (polyéthylène) ou verre de 0.5 litre destinées au prélèvement sont lavées à l'eau de robinet .
- Les flacons sont conservés à température ambiante.
- L'analyse ne dépasse pas 1 mois.
- Pour éviter toutes les erreurs et facilite le travail de l'analyse, on étiqueté ou numéroté le prélèvement.

Les prélèvements ont été effectués directement au niveau des différents points de la vallée d'EL-Oued, dans des flacons en polyéthylène ou verre ,Nous avons choisi 25 points pour nos prélèvements :

Localisation des échantillons	Le nombre d'échantillons	la nappe de prélèvement
DJAMAA	2	Albien /phréatique
TENDLA	1	Albien
GEMMAR	2	Pontien / forage salé
SAHEN ELMALAB	2	Albien /phréatique
WERMAS	1	Phréatique
RABBAH	2	Phréatique / Pontien
SIDI MASTOUR	1	Pontien
CHOUHADA	2	Albien / Pontien
ROUTE DE TOUGOURT	1	Pontien
BOUHMID 1	1	Pontien
EL NASSIM	1	Pontien
EL NAOURA	1	Pontien
400 RESIDENCE	1	Pontien
CHOTT	1	Pontien
CENTRE UNIVERSITAIRE	1	Pontien
8 MAI	1	Pontien
19 MARS	1	Pontien
TRIFAWI	2	Phréatique / Pontien

Tableau N° 4 : les points de prélèvements

V-1-5-étude expérimentale au traitement des échantillons

- **Dosage:** L'évaluation de la teneur en sodium est déterminée par la méthode potentiométrique. la dose du sodium des échantillon par la méthode de potentiométrique à méthode d'étalonnage.

- **Principe de la méthode:**

Dans cette méthode on effectue d'abord un étalonnage de l'électrode à l'aide de solutions de concentration connue en sodium. Il est important que la composition ionique des solutions soit semblable de façon à obtenir une même force ionique. Ceci est réalisé en partie en ajoutant un électrolyte tampon de concentration plus importante n'interférant pas avec l'électrode de mesure. Ces électrolytes tampon, Pour le dosage de l'ion de sodium on utilise une solution contenant de NH_4 (0.005 g)et NH_3 (0.88mL) diluer à 100 mL d'eau déminéralisée. Cette solution tampon maintient le pH entre 9 et 12 au cours du dosage.

on trace la courbe $U = f\{\log(\text{concentrations})\}$, une droite en théorie, permet ensuite la détermination de la concentration des échantillons.

V-2- Appareillage:

Le potentiel est déterminé par un potentiomètre pH avec une électrode de référence et une électrode spécifique.

Pour mesure le pH et le potentiel, la mode de travail de l'appareil exprimée par les étapes suivants:

- On relie l'appareil de pH-mètre à la prise de courant, puis on ouvre le clé d'exploitation et attend cinq minutes au minimum avant de lire la valeur.
- On s'assure que l'électrode est reliée correctement.
- Développent de l'électrode dans l'eau distillée pendant 24 heures avant l'utilisation.
- On rince l'électrode avec de l'eau déminéralisée et on l'essuie avec du papier filtre.
- On fixe la température de l'appareil à la température du 25°C.
- On étalonne l'appareil par l'utilisation des deux solutions tampons.
- On plonge l'électrode dans la solution tampon à pH =11, on attend quelques instants et puis fixez l'appareil à valeur de pH de solution tampon.
- On rince l'électrode par l'eau déminéralisée et on essuie en faisant attention avec du papier filtre (ne poussé jamais sur les cotés d'électrode au moment essuyé).

- On plonge l'électrode dans une solution tampon de pH= 7, puis l'appareil doit fixer sur la valeur de pH de solution tampon secondaire.

Après cette opération on peut faire nos mesures de pH.

Pour la mesure des sodium on suit les étapes suivantes :

- On plonge l'électrode spécifique au sodium, dans l'échantillon d'eau et prend la mesure du potentiel, on attend cinq minutes avant de lire la valeur.,
- On Rince l'électrode par l'eau déminéralisée et on essuie avec un papier filtre, mais sans toucher la partie cylindrique car la membrane est située à l'extrémité de l'électrode.

V-3- Mode opératoire

Réactifs :

- Solution mère de chlorure de sodium:

(A) → 0.3g/L de Na Cl:

- chlorure de sodium 0,3g .
- Eau déminéralisée 1L .

- solution aqueuse de tampon.

Matériel :

- 1 pipette jaugée de (5 ml,30ml)
- 7 fioles jaugées de(100ml, 200 ml)
- Tube d'essai jaugée 500 ml.
- 6 béchers de 100 ml.
- pH mètre/millivoltmètre
- 1 électrode spécifique au sodium.
- Préparation des étalons de Na Cl (chlorure de sodium):

On prépare 5 solution étalons aqueuses de chlorure de sodium en 50ml l'eau distillé:

-A solution de mère.

-A₁ → 10 ml de A

-A₂ → 10 ml de A₁

-A₃ → 10 ml de A₂

-A₄ → 10 ml de A₃

- Préparation de solution tampon :

On prépare la solution tampon de pH égale 11 comme suivant:

- Une solution de Chlorure d'ammonium

-NH₄Cl.....0.005g.

-eau déminéralisée 100ml.

On met en route l'agitateur magnétique.

- Une solution d'ammoniac :

-NH₃ 0.88mL.

-eau déminéralisée 100mL.

On mélange 1 volume de chlorure d'ammonium et 1 volume d'ammoniac .

	concentration	pH avant l'ajoute solution tampon	Volume(ml) de solution(NaCl +tampon)	pH après l'ajoute solution tampon	E (mV)	E moye n (mV)
A	0.05	10.85	30+30	10.72	-35 -33 -30	- 32.66
A₁	0.005	8.71	30+30	10.48	-60 -68 -69	- 65.66
A₂	0.0005	8.25	30+30	10.42	-110 -111 -112	-111
A₃	0.00005	8.29	30+30	10.45	-133 -135 -136	- 134.6 6
A₄	0.000005	8.6	30+30	10.45	-138 -141 -144	-141

Tableau N °5 : illustre les valeurs de potentiels de les solutions de NaCl

-courbe d'étalonnage :

En commençant par la solution la plus diluée, mesure la différence de potentiel pour chacune des solutions étalons de sodium . Pour chaque mesure, le protocole suivant sera scrupuleusement respecté:

- On rince correctement les électrodes avec de l'eau déminéralisée. Pour l'électrode au sodium, on essuie la partie cylindrique sans toucher la membrane située à l'extrémité de l'électrode.
- On plonge les électrodes dans les solutions.
- Dans un verre Becher, on place 30 mL de solution étalon, on ajoute 30mL de solution tampon avec l'agitation des solutions, jusqu'à le pH ajuste entre 9 a 12, puis on mesure le potentiel U.
- On trace la courbe d'étalonnage $U=f\{\log [Na^+]\}$, et on détermine la concentration $[Na^+]$ des solution étalons à partir de la courbe d'étalonnage .

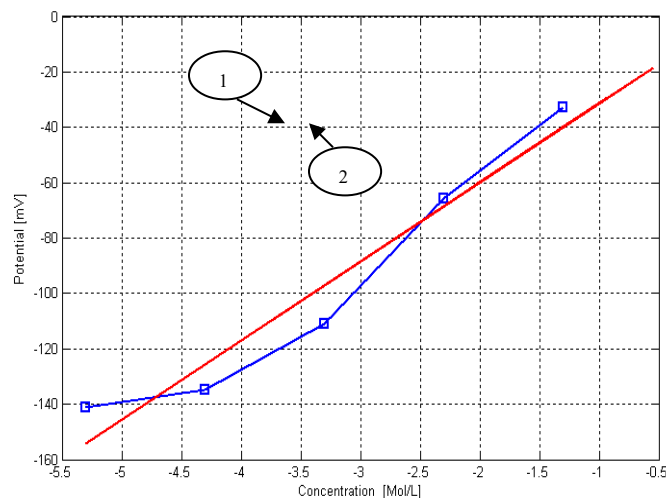
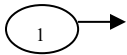
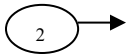


Figure N°1: la courbe d'étalonnage $U=f\{\log [Na^+]\}$; la variation de potentiel en fonction $\log c$.

La figure N° 1 montre la variation du potentiel de l'électrode en fonction de $\log C$ en Na^+ . On remarque que l'augmentation de la concentration de Na^+ fait l'augmentation le potentiel de l'électrode.



Les points de la courbe d'étalonnage



Le moyen de les points de la courbe d'étalonnage

-La dosage des échantillons:

On détermine la dose du sodium des échantillons comme les suivant :

- On rince correctement les électrodes avec de l'eau déminéralisée. Pour l'électrode au sodium, on essuie la partie cylindrique sans toucher la membrane située à l'extrémité de l'électrode.
- Dans un verre Becher, on place 30 ml de l'eau d'échantillon et on plonge l'électrode . On attend quelque minutes pour faire la mesure du pH, en suite on plonge l'électrode spécifique aux sodium. On ajoute 30 ml de solution tampon, avec l'agitation les solution jusqu'à la pH ajuste entre 10.5et 10.98 puis faire la mesure de la différence de potentiel U et la concentration de sodium correspondant au potentiel doit être déterminer à partir de la courbe d'étalonnage.

Remarque: Selon la concentration et la nature de l'échantillon, la mesure mettra de 30 S à plusieurs minutes pour se stabiliser, et le tableau suivant résume les résultats :

Les échantillons	pH standard	pH après ajoute solution(tampon +NH ₃)		Potentiel E(mV)		
Djamaa albien	8.07	10.57	/	-64	-60	-59
Djamaa phréatique	8.08	10.67	+2ml	-31	-29	-28
TENDLA phréatique	7.86	10.86	+ 2ml	-43	-41	-38
TENDLA albien	8.05	10.55	/	-67	-66	-64
ELRABBAH phréatique	7.98	10.65	/	-61	-59	-59
ELRABBAH Pontien	8.29	10.73	+ 2ml	-40	-39	-38
TREFAWI phréatique	8.23	10.69	+ 1ml	-46	-45	-45
TREFAWI Pontien	8.25	10.68	+ 1ml	-44	-43	-42
SAHEN ELMALAB phréatique	8.19	10.81	/	-62	-61	-59
SAHEN ELMALAB Pontien	8.08	10.55	+ 2ml	-48	-44	-43

WERMAS phréatique	7.68	10.98	/	-77	-74	-72
GEMMAR Pontien	8.21	10.70	+ 1ml	-42	-40	-39
GEMMAR Forage salé	8.97	10.54	+ 1ml	-20	-18	-17
CHOUHADA Pontien	9.59	10.47	+1 ml	-111	-110	-107
CHOTT Pontien	7.89	10.48	+2ml	-54	-48	-49
19 MARS Pontien	8.10	10.50	+3ml	-54	-52	-49
08 MAI Pontien	8.08	10.8	4ml	-56	-50	-49
CHOUHADA albien	8.01	10.83	+2ml	-58	-56	-54
CENTRE UNNIVERSITAIRE forage	8.14	10.52	3ml	-43	-44	-42
SIDI MASTOUR Pontien	8.26	10.91	+2ml	-49	-43	-41
400RESIDENCE Pontien	8.18	10.71	+ 2ml	-40	-39	-38
BOUHMIDE Pontien	8.26	10.71	+ 2ml	-38	-38	-39
ROUTE DE TOUGOURT albien	8.15	10.65	+3ml	-48	-48	-48
EL NASSIM Pontien	8.01	10.76	+3ml	-43	-40	-40
EL NAOURA Pontien	8.18	10.93	+4ml	-38	-36	-35

Tableau N °6 :illustre la valeur de potentiel des échantillons

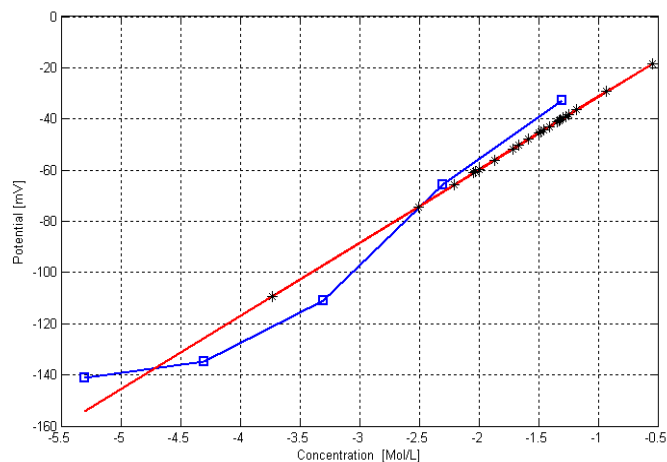


Figure N°2: Un graphique montrant les valeurs de potentiels de les échantillons sur la courbe.

La figure N° 2 montre Un graphique les valeurs de potentiels de les échantillons sur la courbe. On remarque que l'augmentation de la concentration de Na⁺ d'échantillons fait l'augmentation leur potentiel de l'électrode.

	E (mV)	Log c	C massique(g /L)
(1)			
GEMMAR Forage salé	-18.33	-0.54	16.5825
Djamaa phréatique	-29.33	-0.93	6.8329
(2)			
ELRABBAH Pontien	-39	-1.27	3.1349
400 RESIDENCE Pontien	-39	-1.27	3.1349
BOUHMIDE Pontien	-38.33	-1.24	3.308
EL NAOURA Pontien	-36	-1.17	3.8866
(3)			
SIDI MASTOUR Pontien	-44.33	-1.45	2.0396
CENTRE UNNIVERSITAIRE Pontien	-43	-1.41	2.271
TREFAWI Pontien	-43	-1.41	2.2710
EL NASSIM Pontien	-41	-1.34	2.6682
GEMMAR Pontien	-40.33	-1.31	2.8155
(4)			
19MARS Pontien	-51.667	-1.71	1.1294
08 MAI Pontien	-51.667	-1.71	1.1294
CHATT réservoir	-50.33	-1.66	1.2575
RO Pontien UTE DE TOUGOURT	-48	-1.58	1.5177
TREFAWI phréatique	-45.33	-1.49	1.8816
SAHEN ELMALAB albien	-45	-1.48	1.9329
(5)			
ELRABBAH phréatique	-59.667	-1.99	0.5927
SAHEN ELMALAB phréatique	-60.667	-2.02	0.5468
Djamaa albien	-61	-2.04	0.5323
TENDLA albien	-65	-2.20	0.3654
CHOUHADA forage albien	-56	-1.86	0.7964
WERMAS phréatique	-74.33	-2.50	0.1817
CHOUHADA Pontien	-109.33	-3.73	0.0108

Tableau N °7 : illustre les valeurs de concentration massiquede sodium

V-3-1- Discussion :

A partir des résultats obtenus, on note l'augmentation significative de la concentration de sodium dans l'eau dans les régions étudiées, et ces résultats peuvent être divisés en 6 groupes :

Le premier groupe (1): Ce groupe se caractérise par la teneur de sodium est très élevé, dirigé par forage salé de GEMMAR à 16.5825 g/L puis la région de DJAMAA (phréatique) à 6.8329 g/L.

Le deuxième groupe(2): Les teneurs de sodium allant de 3,13 à 3,99 g/L, et dans chacun des régions suivants :

ELRABBAH (phréatique)3.1349 g/L
400 RESIDENCE (phréatique) 3.1349 g/L
BOUHMIDE (phréatique)3.308 g/L
EL NAOURA (phréatique) 3.8866 g/L

Le troisième groupe(3) : Les résultats obtenus sont les suivants :

SIDI MASTOUR (Pontien) 2.0396 g/L.
CENTRE UNIVERSITAIRE (Pontien) 2.271 g/L
TRIFAWI (Pontien) 2.2710 g/L.
EL NASSIM(Pontien)2.6682 g/L.
GEMMAR (Pontien) 2.8155 g/L.

Le quatrième groupe (4): Les teneurs de sodium dans ce groupe volatils dans le domaine 1.12 à 1.93 g/L, ce groupe comprend les régions suivantes :

19 MARS (Pontien)1.1294 g/L
08 MAI (Pontien)1.1294 g/L
CHOTT (Pontien)1.2575 g/L
ROUTE DE TOUGOURT (albien) 1.5177 g/L
TREFAWI (phréatique)1.8816 g/L
SAHEN ELMALAB(phréatique) 1.9329 g/L.

Le cinquième groupe : Les teneurs de sodium dans ce groupe est faible par rapport aux groupes précédents, et comprend les régions suivantes :

ELRABBAH(Pontien) 0.5927 g/L
SAHEN ELMALAB (Pontien) 0.5468 g/L
DJAMAA (albien)0.5323 g/L

TENDLA (albien) 0.3654 g/L

CHOUHADA (albien) 0.7964 g/L

Le sixième groupe (6): les concentrations de sodium dans ce groupe est la plus faibles : WERMAS (phréatique) 0.1817 g/L

CHOUHADA (Pontien)..... 0.0108 g/L.

Après l'organisation des résultats en fonction de la concentration élevée de sodium dans les échantillons, on peut dire que de faibles concentrations de sodium plus en profondeur dans la surface de la Terre, ce en général, mais si nous avons ouvert la note, nous constatons que la région de WERMAS (phréatique) et CHOUHADA (Pontien) en dehors de la base ainsi que ROUT DE TOUGOURT(albien)

En résumé, la teneur de sodium n'est pas au sujet de certaines couches de la terre, parce que la teneur de sodium dans la région de WERMAS (phréatique) et CHOUHADA (Pontien) inférieur à 200 mg/L , il est d'accord avec la valeur requise en vertu de OMS, et le reste des résultats sont supérieur à 200 mg/L.

Nous concluons de cette étude que toutes les eaux souterraines utilisées dans le vallée de SOUF contaminée avec du sodium, puisque la plupart des roches et des sols contiennent des composés de sodium et les raisons sont les suivantes:

- Erosion des dépôt de sel et des minéraux qui contiennent du sodium.
- Eau saumâtre provenant de nappe aquifères naturelles.
- Lavage par soulèvement des adoucisseurs d'eau.
- Pénétration d'eau salée dans la puits se trouve dans la région côtière.
- Infiltration d'eau de surface contaminée par le sel de voirie.
- Irrigation des sols ou ruissellement à partir de sols possédant de fortes concentration de sodium.

- Pollution de la nappe phréatique par les eaux usées.
- Infiltration des lixiviations de sites d'enfouissement des déchets ou de sites industriels.

Comme l'eau contaminée avec du sodium, nous devrions être soumis à plusieurs processeurs afin de réduire la concentration de sodium parmi ces méthodes : osmose inversée et distillation.

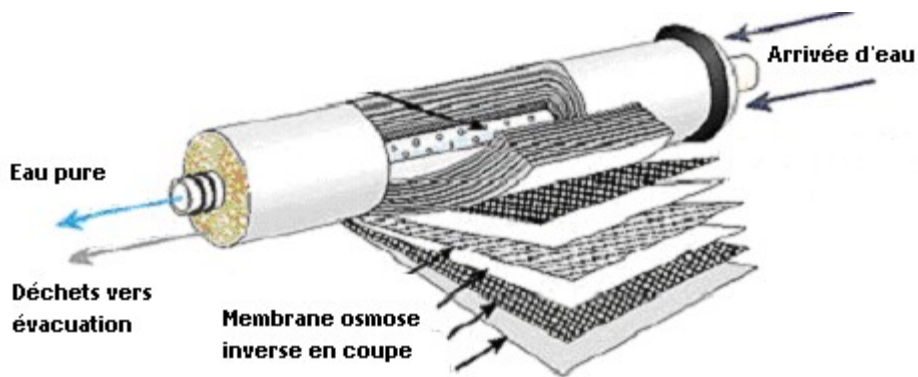
V-4-Méthodes de traitement

V-4-1-Osmose inversée [14]

V-4-1-1-Définition

Cette technique révolutionnaire a été mise au point par des ingénieurs de la N.A.S.A. Pour recycler et purifier l'eau consommée par nos cosmonautes lors de leurs voyages dans l'espace.

L'osmose inverse est un procédé qui a pour but la production d'eau déminéralisée destinée à divers usages dans le milieu industriel ou chez les particuliers.



L'eau par osmose inverse est idéale. Sont ainsi éliminés totalement ou en quasi-totalité, nitrates, pesticides, bactéries, microbes, amiante, herbicides, calcaire, mercure, plomb, et autres métaux lourds La membrane osmose inverse permet la filtration la plus fine; aucun autre filtre n'atteint ce niveau. Cette qualité de filtration est possible dans la mesure où la membrane est en bon état de fonctionnement.

V-4-1-2-Principe de l'osmose inverse

Pression osmotique: L'osmose est le transfert de solvant à travers une membrane sous l'effet d'un gradient de concentration. Si on considère un système à deux compartiments séparés par une membrane semi sélective et contenant deux solutions de concentrations différentes, l'osmose se traduit par un flux d'eau dirigée de la solution diluée vers la solution concentrée.

Mécanisme diffusionnel: En osmose inverse les transferts de solvant et de soluté se font par solubilisation - diffusion: toutes les espèces moléculaires (soluté et solvant) se dissolvent à travers la membrane et diffusent à l'intérieur de celle-ci comme dans un liquide sous l'action d'un gradient de concentration et de pression. Le transfert ne dépend donc plus de la dimension des particules mais de leur solubilité dans le milieu membranaire. Les séparations sont donc d'origine chimique et sont liées au pouvoir solvant de la membrane.

V-4-2-Distillation [15]

V-4-2-1-Définition

La distillation est un procédé de séparation de mélange de substances liquides dont les températures d'ébullition sont différentes. Elle permet de séparer les constituants d'un mélange homogène. Sous l'effet de la chaleur, les substances se vaporisent successivement, et la vapeur obtenue est condensée pour donner le distillat.

V-4-2-2-Principe de distillation

Le procédé utilise la différence de volatilité (capacité à s'évaporer selon la température) entre les constituants afin de les séparer : le plus volatil a une température d'ébullition plus basse que le moins volatil, etc. Ainsi, en chauffant le liquide, chaque constituant va être séparé successivement (on parle de coupe de distillation). La vapeur ainsi produite peut être condensée (distillat), et la substance restante est appelée résidu. Attention cependant, le distillat n'est pas toujours un produit pur. Il peut être un mélange défini de deux constituants (même non miscibles) : on parle d'azéotrope, ou de mélange azéotropique. Ce dernier, à l'exemple d'un corps pur, est défini par sa température d'ébullition, différente de celles de ses deux constituants.

Conclusion

D'après les résultats obtenus dans cette étude, nous avons constaté que l'utilisateur d'eau dans la vallée de SOUF marquée par l'augmentation significative des concentrations de sodium de 200 mg/L(la valeur permise par la raison OMS), pour plusieurs raisons, dont la solubilité importante de sodium dans l'eau ainsi que toutes les roches qui contiennent des concentrations de sodium, ainsi que à plusieurs autres facteurs

CONCLUSION GENERALE

Nous avons pu grâce à cette étude « EVALUATION DE LA CONCENTRATION DE SODIUM DANS LES EAUX D'ALIMENTATION DE LA VALLEE DE SOUF » de la caractérisation des eaux souterraines utilisées dans cette région où nous avons trouvé qu'ils contiennent de fortes concentrations de sodium, car il entre dans la composition des roches et de poussières qui composent cette région, ainsi que la solubilité du sodium dans l'eau, et il ya plusieurs autres sources responsables de la forte concentration dans l'eau .

Une autre source de sodium en présence du corps humain, Cette source est la nourriture que de nombreux aliments en contiennent le sodium, et il convient de noter que l'augmentation des quantités de sodium dans le corps humain causant des problèmes de santé comme l'hypertension artérielle, les maladies rénales et d'autres

En résumé, selon l'étude, nous pouvons dire que l'eau souterraine est contaminée, nous avons proposé des méthode de réduire la forte concentration de sodium dans l'eau, comme Distillation et Osmose inverse.

Ce qui a incité le gouvernement à donner une unité de purification et de la liquidation de l'eau dans la région afin de réduire la proportion de métal dans l'eau.

REFERENCES

[1] [2]: Mr karoui nabil et Tamma mouhamed , « Etude Hydrogéologique de la nappe Aquifère du Complexe Terminal de la Région de Souf », centre Universitaire CHEIKH LARBI -TEBESSA- Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état option : Hydrogéologie.

[3] : Mouhand_Said OUALI, (2001), « Procédés unitaires biologique et traitement des eaux »,

office des publications universitaires place centrale de Ben – Aknoun (Alger).

[4] [13] : GEAN RODIER et COLL, (2005), « L'analyse de l'eau », Dunod, Paris.

[5] : Groundwater Pollution –Symposium- « Pollution des Eaux. Souterraines »
(Proceedings of the Moscow Symposium, August 1971)

[6] : Système d'évaluation de la qualité des eaux souterraines SEQ - Eaux Souterraines
Rapport de présentation Version 0.1 - Août 2003.

- United States Environmental Protection Agency, Secondary Drinking Water Regulations, Guidance for Nuisance Chemicals , July 1992.

<http://www.epa.gov/safewater/consumer/2ndstandards.html>.

- Saskatchewan Environment, Saskatchewan's Drinking Water Quality Standards and Objectives (summarized), 2006.

http://www.se.gov.sk.ca/environment/protection/water/Drinking_Water_Standards_post.pdf.

[7]: Health Canada, Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Chemical and Physical Parameters, 2007.

http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/doc_sup-appui/sum_guide-res_recom/chemical-chimiques_e.html# 4.

- National Academy of sciences/ National Academy Engineering, Water quality criteria,, U.S. National Research Council, Washington, DC (1974) ,1972.

- Ministère de l'Environnement de l'Ontario, Outlines of analytical methods: a guide to the occurrence, significance, sampling and analysis of chemical and microbiological

parameters in water, sediment, soil, vegetation and air, Coordination de la Water Quality Section, Laboratory Services Branch, Toronto 1981.

[8]: International Lake Erie and Lake Ontario – St. Lawrence River Water Pollution Boards, Report to the International Joint Commission on the pollution of Lake Ontario and the international section of the St. Lawrence River, 1969.

[9]: Barry, G.S. Sodium sulphate. Dans : Canadian minerals yearbook, 1983-1984. Review and outlook. Direction des ressources minérales, Énergie, . Mines et Ressources Canada, Ottawa 1985.

[10]: Bond, R.G. et Straub, C.P. Genetic types of subterranean waters in relation to their salinity. Dans: Handbook of environmental control.

- Subramanian, K.S. et Méraner, J.C. A survey for sodium, potassium, barium, arsenic, and selenium in Canadian drinking water supplies, Spectrosc., (1984).

[11]: Dhal, L.K. Salt in processed baby foods. Am. J. Clin. Nutr., 21 : 787 (1968).

- American Meat Institute, Salt Use in Meat and Poultry Products :

<http://www.meatami.com/ht/a/GetDocumentAction/i/48321>

Fiche d'information sur le sodium dans les produits de viande transformée du Conseil des Viandes du Canada 305-955, croissant Green Valley, Ottawa ON K2C 3V4 www.cmc-cvc.com

[12]: Hofman, Blood pressure and sodium intake: evidence from two Dutch studies. Dans : Advances in modern environmental toxicology. Vol. IX. Inorganics in drinking water and cardiovascular disease. Ch. V. Princeton Scientific Publ. Co., Princeton, NJ. p. 4 (1985)

- Fomon, S.J. Infant nutrition. Saunders, Philadelphia, PA (1967).

Votre santé et vous : <http://www.hc-sc.gc.ca/hl-vs/iyh-vsv/food-aliment/sodium-fra>.

La question de sodium : <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/nutrition/sodium/index-fra>.

[14] [15]: Mme DEROUICHE « Traitement des eaux de process dans l'Industrie Pétrolière », Ecole de Boumerdes UFR Drilling Production & Réservoir Engineering.

- Dr NASSER ELHAYEK 1989 « Méthodes des analyses des eaux »

Office des Publications Universitaires.

- Dr NASSER ELHAYEK 1989 « Pollution de l'eau et de purification »

Office des Publications Universitaires.

