



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique

Université de Ghardaïa

Faculté des Sciences et Technologie

Département des Sciences et Technologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : *Sciences et Technologie*

Filière : *Génie des procédés*

Spécialité : *Génie Chimique*

Par : CHIBANI Aicha

Thème

Equilibre calco carbonylique des eaux albiennes de la wilaya d'Ouargla, bilan de traitement et possibilité d'optimisation

Soutenu publiquement le : 19/06/2018

Devant le jury :

Melle Amel TRABELSIM..A.A.....	Univ. Ghardaïa	Président
M. Khaled MANSOURI	...M.A.A.....	Univ. Ghardaïa	Examineur
M. OUELED BELKHIR CHIKH	...M.A.A.....	Univ. Ghardaïa	Examineur
Mme Kheira BOUAMERM.A.A.....	Univ. Ghardaïa	Encadreur
M. Imed Eddine NEZLM..C.A.....	Univ. Ouargla	Co-encadreur

Année universitaire 2017 / 2018

Remerciement

Avant tout, je remercie Dieu tout puissant, de m'avoir accordé la force,

Le courage et les moyens pour la réalisation de ce travail.

Je tiens tout particulièrement à témoigner ma profonde gratitude

Et mes vifs remerciements à Madame BOUAMER Kheira, enseignante

Au département des sciences et technologie de la faculté des sciences et technologie

A l'université de Ghardaïa, d'avoir accepté de m'encadrer sous ce thème, de m'avoir conseillé judicieusement, orienté, encouragé et de m'apporter une attention tout au long de ce travail.

Mes sincères remerciements s'adressent également à Mr NEZLI Imed Eddine, enseignant à l'université Kasdi Merbah-Ouargla, et membre dans le laboratoire de recherche de géologie pour l'intérêt scientifique qu'il a apporté au travail, de m'avoir conseillé judicieusement, orienté et encouragé tout au long de ce travail.

A Mme MASSIRI Wassila, membre au laboratoire de A N R H.

A Mr ZARGI Fouad, ingénieur à la station ADE Project.

A tout mes collègues du laboratoire central de l'établissement Public "Algérienne des Eaux", particulièrement à Mme ATLILI Hafsa, Mme KATEB Leila, Mme BOUBLAL Houria, Mme ABANI Bahria, Mme KABDI Saliha, Mme ANBA Chahira, Mr BENSALAM Hamza, Mr BENMEBARK Fateh, Melle BENYAZA Hana, et Melle ZROUKI Khadra pour leurs précieuses aides qu'ils m'ont apporté, sans oublier le service technique et communication de l'établissement public "Algérienne des Eaux",

A tout membre du jury surtout à Melle Amel TRABELSI.

A tout mes amis

Dédicace

Je dédie ce modeste travail, à l'esprit de mes chers parents,
A mes sœurs (Salima, Dalila et Halima) et mes frères, A toute ma
famille de près ou de loin,
A tout mes amis pour m'avoir constamment soutenu et encouragé.



BOTANICAL BEAUTY

Table des matières

Remerciement.....	I
Dédicace.....	II
Table des matières.....	III
Liste des tableaux	VII
Liste des figures	VIII
Liste des abréviations	X
Introduction	1
Chapitre I Synthèse bibliographique	
I-1- Généralités	2
I-2-Notion de l'eau	2
I-3-Définition de l'eau	2
I-3-1- Le point triple	3
I-4- Propriétés de l'eau :.....	4
I-4-1-Propriétés physiques.....	4
I-4-2-Propriétés chimiques	5
I-4- 3-Propriétés bactériologiques.....	5
I-4-3-1-Etats des impuretés dans l'eau :.....	5
I-5- Cycle de l'eau.....	6
I-6-Qualité des eaux potables :.....	8
I-6-1- Caractères organoleptiques :.....	8
I-6-2- Caractères physico-chimiques.....	8
I-6-3-. Caractères biologiques:.....	11
I-7- Moyen requis pour l'amélioration de la qualité des eaux	11
I-8-Facteur et origine de la dégradation de la qualité de l'eau dans les réseaux	12
I-8-1-Facteur microbiologique (phénomène biologique).....	12
I-8-1- 1-Facteur de dégradation pour le phénomène biologique (bio film).....	12
I-8-2- Facteurs de dégradation pour le phénomène physique.....	14
I-8-2-1-L'entartrage	14
I-8-2-2-La corrosion	16
I-8-2-2-1-Conséquences de la présence de l'eau agressive).....	17

I-9-Equilibre calco carbonique).....	18
I-9-1-Généralités).....	18
I-9-2- Aspect théorique de l'équilibre).....	19
I-9-3-Dioxyde de carbone (CO ₂).....	19
I-9-4-Notions du pH de l'équilibre.....	20
I-9-5-Définition de l'état d'équilibre pHs.....	20
I-9-6- Indice de Ryznard ou indice de stabilité.....	21
I-9-7- indice de corrosion - indice de Larson.....	21
I-10- Les procédés de traitement	21
I-10-1- Généralité	21
I-10-2-Les principales technologies de dessalement de l'eau	22
I-10-2-1- Les procédés thermiques	22
La distillation à effet simple.....	22
Distillation Multi-flash	23
Distillation Multi-effet	24
Distillation par Compression	24
Procédés Hybrides	25
I-10-2-2- Les procédés membranaires:	25
a-Electrodialyse	25
b- L'osmose inverse.....	26
I-10-3- Autres processus de séparation.....	27
L'adoucissement de l'eau).....	27
Congélation.....	28
Chapitre II Matériels et méthodes	
II-1- Présentation de la région d'étude de la wilaya d'Ouargla.....	29
II-1-1- Situation géographique	29
II-1-2- <u>La wilaya d'Ouargla</u>	30
II-1-3- L'étude hydrogéologique de la région	31
II-2- Le Choix des sites de prélèvements	32
II-3-Techniques d'échantillonnage	35
II-3-1 Méthodes et technique d'analyses	35
II-4-Analyses physiques	35

II-4-1-Mesure de température	35
II-4-2- Mesure de pH	35
II-4-3- Mesure de conductivité	35
II-4-4-Mesure de turbidité	36
II-4-5-Détermination de M E S	36
II-4-6-Détermination du résidu sec	36
II-4-7- Analyse des paramètres de pollution	36
II-4-7-1 - Détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+)	36
II-4-7-2- Dosage des Nitrites (NO_2^-)	36
II-4-7-3- Dosage des Nitrate (NO_3^-)	36
II-4-7-4- Détermination des phosphates (PO_4^{3-})	36
II-5- Minéralisation globale	37
II-5-1- Dosage Calcium (Ca^{+2}) et Magnésium (Mg^{+2})	37
I-5-2- Dureté totale (TH)	37
II -5-3- Dosage de Sodium (Na^+) et Potassium (K^+)	37
II-5-4- Chlorures (Cl^-)	37
II -5-5- Sulfate (SO_4^{-2})	37
II -5-6- Titre alcalin complet (TAC) et Bicarbonate (HCO_3^-)	37
II-5-7- Titre CO_2 libre	38
II-5-8- Fer total	38
II-5-9- Iodure	38
II-5-10- fluore	38
II-6-La balance ionique.....	38
II-7-Diagramme Piper	39
II-8-Détermination de la quantité de tartre	39
II-9-Méthode de calcul	39
II-9-1-Généralités.....	39
II-9-2- Méthode graphique	39
II-9-3- Méthode avec logiciels	41
Chapitre III	
Résultats et discussion	
III- Caractéristiques et classification des eaux	43

III-1-résultats d'analyse d'après les normes).....	43
III-1-1-Discussions).....	43
III-1-1-1- Température	43
III-1-1-2- Le pH	43
III-1-1-3- Conductivité électrique	44
III-1-1-4- La turbidité	45
III-1-1-5- Chlorures (Cl^-)	45
III-1-1-6- Les sulfates (SO_4^{2-})	46
III-1-1-7- Le sodium (Na^+)	46
III-1-1-8- Le calcium (Ca^{+2})	47
III -1-1-9-Dureté totale (titre hydrotimétrique TH).....	47
III -1-1-10- L'ammonium	48
III -1-1-11- Nitrites	49
III -1-1-12- Ortho-phosphate.....	49
III -1-1-13- Nitrates	50
III -1-1-14- Le fluore.....	50
III -1-1-15- Iodure	51
III -1-1-16- Fer total.....	51
III-1-2-Faciès chimique	52
III-1-2-1- Résultats obtenus par diagramme	54
III -1-3- Résultats obtenus par le logiciel equil1F.EXE	55
III-1-3-1- Calcul de la stabilité du tartre	55
III-1-4- Analyse d'un dépôt	56
III-1-4-1-Détermination du type d'entartrage	56
III-1-4-2- Résultat d'analyse du dépôt	56
III-1-5- Possibilité d'optimisation	57
III-1-5-1-Traitement domestique de l'eau du robinet (mélange) avec le logiciel	57
III-1-6-Les recommandations	60
Conclusion générale	62

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Masse volumique de l'eau en fonction de la température (ROVEL et al, 1995)	4
02	Normes algériennes de quelques paramètres physico-chimiques d'une eau potable et leurs effets indésirables (JOURNAL OFFICIEL N° 18, 2011)	9
03	Les normes algériennes des paramètres bactériologiques d'une eau potable (TERKMANI. A, 2009). .	11
04	Valeurs indicatives pour le potentiel nutritif (TERKMANI, 2009)	14
05	Communes et daïra et leurs surfaces de la wilaya d'Ouargla (monographie de la wilaya d'Ouargla, 2018).	30
06	Forages albiens pour l'eau potable de la wilaya d'Ouargla (ADE, 2017)	34
07	Normes pour la dureté des eaux de boisson (OMS, 1972).	48
08	Les éléments caractéristiques pour forage albien	53
09	Résultats des analyses par le logiciel equil 1F.EXE	55
10	L'effet de température sur la profondeur des nappes [01]	56
11	Absorbance pour différents éléments (CHIB, 2018)	56
12	Les concentrations des éléments dans le dépôt (CHIB, 2018)	56
13	Effet du taux de sélectivité (CHIB, 2018)	57
14	Résultats de simulation avec l'équilibre calco pour mélange eau- entartrant et une autre non entartrant (0.32-0.68) (CHB, 2018)	60

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Formule chimique de l'eau (ROVEL et al, 1995)	2
02	Cycle de transformation physique de l'eau (MILOUDI, 2014)	3
03	Les différentes structures de la matière (CHAOUKI, 2016)	3
04	Le point triple de l'eau (HENRI, 2016)	4
05	Dimensions des particules d'eau nature et taille (LAMIOT, 2017)	6
06	Cycle de l'eau dans la nature (EVANS, 2017)	7
07	Le bio-film. (CELERIER. et FABY, 2000)	12
08	Entartrage des conduites de distribution en amiante ciment de diamètre initiale 500 mm après d'exploitation (BOUTAOUTOU et ZEGGANE, 2011)	14
09	La solubilité de carbonate de calcium en fonction de PH	15
10	Relation entre le divers ion présenté dans l'eau (BEDDIAF, 2014)	16
11	L'entartrage dans différence type canalisation (BERTOSSA, 2011)	16
12	Type de corrosion galvanique (BERTOSSA, 2011)	17
13	Facteur défavorable a la corrosion (VINCENT, 2012)	17
14	Les réactions primaires et secondaires de la corrosion (VINCENT, 2011)	18
15	Répartition du gaz carbonique dans l'eau (VINCENT, 2011)	20
16	L'état d'équilibre pH (LIBOZ, 2014)	20
17	Procédés de dessalement (BADILIER ,2016)	22
18	distillation simple affect (Danis P., 2003)	23
19	Distillateur par détente successives (DANIS, 2003)	23
20	Distillations multi affect (DUCRU ,2009)	24
21	Distillation par compression (DANIS, 2003)	25
22	Installation hybride (MAUREL, 2006)	25
23	Principe électrodialyse (DANIS, 2009)	26
24	Osmose inverse (DUCRU, 2009)	27
25	Membrane filtre (BANDILIER, 2016)	27
26	Adoucissement de l'eau (CHERNI, 2018)	28
27	Situation Générale de la région d'étude (CHAOUKI, 2016)	29
28	Frontières de la wilaya d'Ouargla (Métro Alger.2018)	30

29	Dairas d'Ouargla (MOUHJIL, 2013)	31
30	Les nappes géologiques de gériens de Ouargla (ANRH ,2004)	32
31	Pourcentages de forage albienne AEP	33
32	Nombre des forages albien pour les eaux potable	33
33	Balance ionique	38
34	Graphique carbonique (VINCENT, 2011)	41
35	Logiciel équilibre pour calcocarbonique (PIERRE, 2004)	42
36	La température des échantillons d'eau étudiés (CHIB, 2018)	43
37	Le pH des échantillons d'eaux étudiés (CHIB, 2018)	44
38	La conductivité des échantillons (CHIB, 2018)	44
39	Le taux de turbidité (CHIB, 2018)	45
40	Les concentrations des chlorures (CHIB, 2018)	46
41	Les concentrations de sulfates (CHIB, 2018)	46
42	Les concentrations de sodium (CHIB, 2018)	47
43	Les concentrations de calcium pour échantillons (CHIB, 2018)	47
44	Le taux de dureté total (CHIB, 2018)	48
45	La concentration d'ammonium (CHIB, 2018)	49
46	La concentration de nitrite (CHIB, 2018)	49
47	La concentration de l'ortho- phosphate (CHIB, 2018)	50
48	La concentration de Nitrates (CHIB, 2018)	50
49	Le taux de fluore (CHIB, 2018)	51
50	Le taux d'iodure (CHIB,2018)	51
51	Le taux fer total (CHIB,2018)	52
52	Diagramme de pipier pour les forages albiens de la wilaya d'Ouargla (CHIB, 2018)	54
53	Diagramme de SCHOELLER (CHIB, 2018)	54
54	Eau caractéristique du forage de SOKRA (CHIB, 2018)	58
55	Mélange F HADAB (91%) et F SOKRA (9%) (CHB, 2018)	58
56	(mélange F HADAB 10% et F SOKRA 90%) (CHB, 2018)	59
57	Equilibre calco carbonique pour le mélange (CHIB, 2018)	60
58	refroidisseur ELHADAB et ZIANA	61
59	Station de filtration d'El GARA (Ouargla)	61

Liste des abréviations

%o	Pourcentage par mille
	La longueur d'onde
AFNOR	Association française de normalisation
A E P	Etablissement publique Algérienne des Eaux
A DE	Algérienne des Eaux
ANRH	Etablissement publique Algérienne des Eaux et des ressources hydrauliques
COA	Carbone organique assimilable
CODB	Carbone organique dissous biodégradable
COT	Carbone organique total
COD	Carbone organique dissous
DPD	N, N-Diéthylphénylène-,4diamine
EDTA	Ethylène diamine tétra acétique acide
°F	Degré français unité mesuré pour TAC et HCO_3^- pour titre alcane complète
ISO	Organisation internationale de normalisation
ISOPAM	Isolant ion thermique des réseaux
Max	Maximal
M/l	Mole par litre
MTH	Maladies à transmission hydrique
MES	Matière en suspenses
Min	Minimal
nm	Nanomètre
mN/m	Milli - newton par mètre
NTU	Néphélométrie turbidité unité
OMS	Organisme mondial de la santé
ONA	Office national de l'assainissement
Pc	Présent critique

pH	Potentiel d'Hydrogène
ppm	Partie par million
PVC	Chlorure de polyvinyle
PEHD	Polyéthylène haute densité
RS	Républie sec
SAR	Sodium absorption
T	Température
Tc	Température critique
TH	Duret total (titre hydrotimétrique (TCa+TMg))
TA	Titra alcane
TA C	Titra alcane complète
TDS	Taux des sels dissous
μS/cm	Micro-siemens par centimètre
μm	Micromètre

Introduction générale

Introduction générale

Sur le plan mondial, l'eau (or bleu) est la matière la plus importante pour l'existence des êtres vivants (BEDDIAF, 2014). Elle est indispensable pour la survie et le bien-être de l'homme, mais l'eau potable pouvant être bue sans danger pour l'organisme.

La réglementation actuelle ne parle plus d'eau potable, mais d'eau destinée à la consommation humaine (FIGARELLA et al, 2007). C'est pour cette raison, l'eau doit être de bonne qualité et bien traitée et analysée.

De nos jours, le phénomène d'entartrage est l'un des plus grands problèmes qui menacent l'avenir des infrastructures hydrauliques (les réseaux et les réservoirs). Cette menace ou dégradation de qualité d'eau est liée à la présence dans les eaux souterraines d'éléments responsables de la dureté (Ca^{2+} , Mg^{+2} , Fe^{2+} ,...) et aux conditions favorables à l'entartrage (température, pH) (MEDFOUNI 2007).

Une eau en contact avec un excès de carbonate de calcium le dissolvra jusqu'à atteindre un état d'équilibre chimique, dit équilibre calco carbonique. Si l'eau n'entre pas en contact avec une couche sédimentaire riche en calcium, elle sera naturellement douce : les eaux de Bretagne, du Massif Central (Sigg Laura et Behra Philippe, 1992).

L'étude de l'équilibre calco carbonique permet de prévoir la tendance d'une eau (adoucissement à la soude, adoucissement sur résines échangeuses, correction du TAC et déminéralisation,...) ou thermique.

Le but de notre travail est de réaliser une étude expérimentale, afin de connaître la qualité des eaux potables de la région de Ouargla et l'équilibre calco-carboxylique des forages albiens.

Ce mémoire est réparti en trois chapitres:

Dans le premier chapitre, une synthèse bibliographique qui concerne des généralités sur l'eau et ses propriétés. Dans le deuxième chapitre une représentation du matériel et méthodes, utilisés dans cette étude.

Le dernier chapitre englobe tous les résultats avec discussion et on a terminé par une conclusion générale.

Chapitre I

Synthèse

bibliographique

I-1- Généralités :

L'eau est indispensable pour la vie des êtres vivants, on le consomme tout les jours, sa formule chimique est constituée de deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène, un angle interatomique de l'ordre de 105° (un angle caractéristique d'une géométrie tétraédrique) (ROVEL et al, 1995).

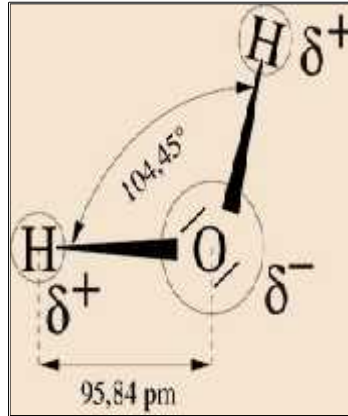


Figure N°1 : Formule chimique de l'eau (ROVEL et al, 1995).

I-2- Notion de l'eau :

C'est un élément, qui existe sous forme liquide en conditions standards (température et pression ambiantes), Les trois états de l'eau sont schématisés dans la figure N°2 (solide, liquide et gazeux).

I-3-Différents états de l'eau :

Ce sont bien claires (dans la figure N°3) qui représente chaque état de l'eau, et leur ressassement de molécule (CHAOUKI, 2016).

- L'état solide : à l'état solide, les molécules d'eau sont serrées et même fortement liées entre elles.
- L'état liquide : à l'état liquide, les molécules sont plus faiblement liées entre elles.
- L'état gazeux : à l'état gazeux, les molécules sont très espacées.

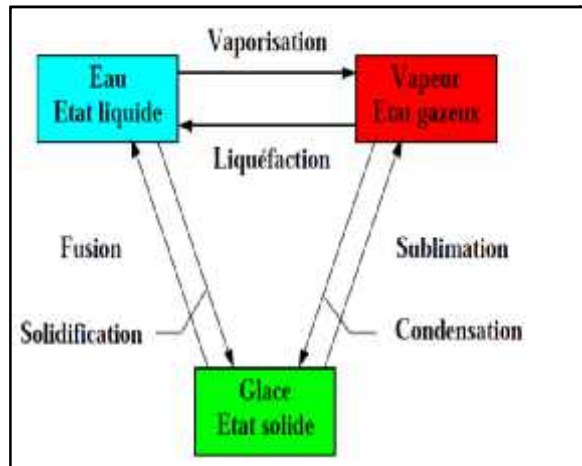


Figure N°2 : Cycle de transformation physique de l'eau (MILOUDI, 2014).

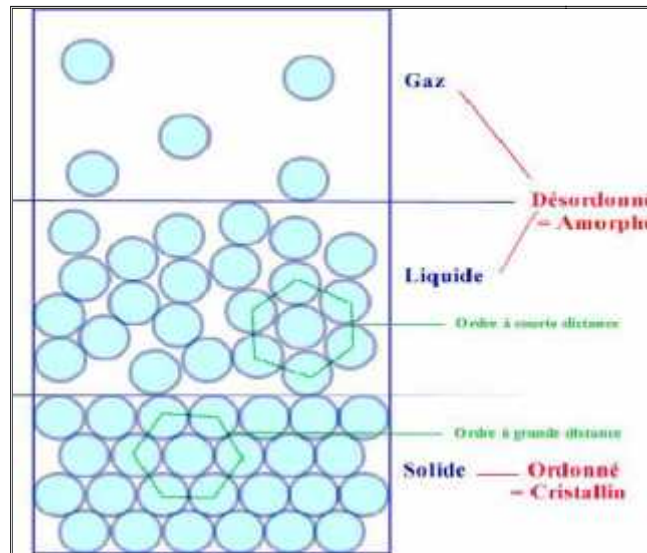


Figure N°3 : Les différentes structures de la matière (CHAOUKI, 2016).

I-3-1- Le point triple :

Le point triple d'un corps pur, c'est le point du diagramme de phase température-pression (T_c , P_c) où peuvent coexister les trois phases liquide, solide et gaz (voir la figure N°4).

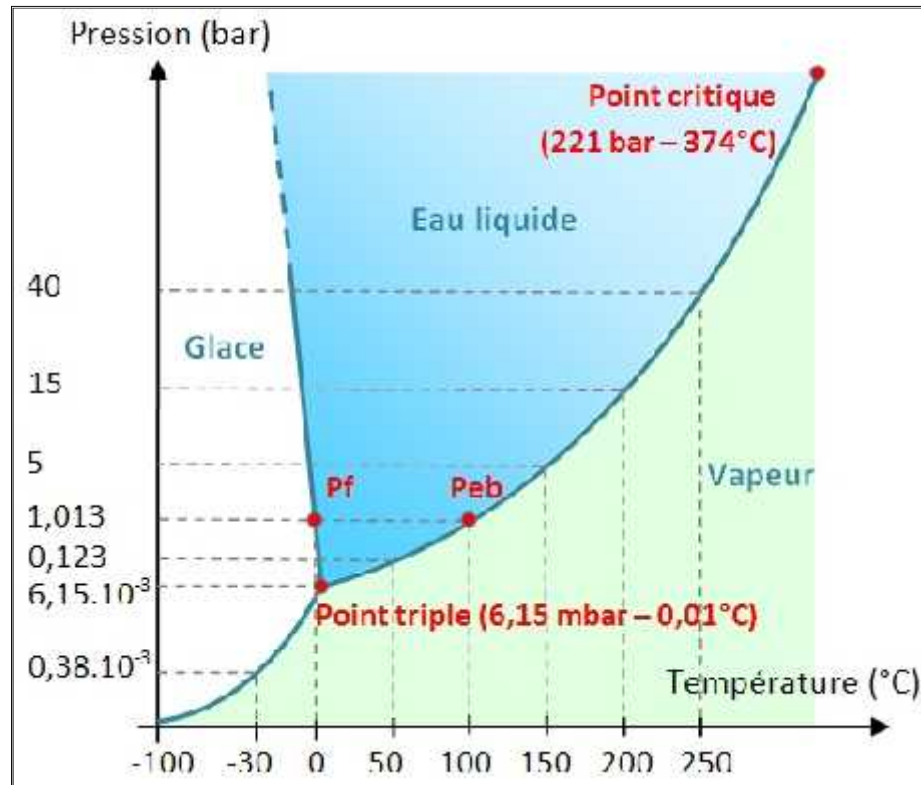


Figure N° 4 : Le point triple de l'eau (HENRI, 2016).

I-4- Propriétés de l'eau :

I-4-1- Propriétés physiques:

- **Masse volumique** : elle varie avec la température et la pression pour l'eau pure, sous pression normale, elle passe par un maximum à environ 4°C (exactement 3.982°C). Le tableau N°1 représente la variation de la masse volumique en fonction de la température.

Tableau N° 01 : Masse volumique de l'eau en fonction de la température (ROVEL et al, 1995).

Température (C°)	Masse volumique (Kg/dm ³)
0	0.999839
4	0.999972
10	0.999699
15	0.999099
20	0.998204
25	0.997045
30	0.995647
100	0.958365

- **Tension superficielle :** Elle est très élevée, de l'ordre de 72.7 mN/m à une température de 20°C, expliquée par la résistance qu'exercent les liaisons hydrogène entre les molécules d'eau. L'existence de ces liaisons hydrogène explique aussi cette tendance de l'eau à s'accrocher aux parois du récipient et la forme ronde des gouttes d'eau (ROVEL et al, 1995).

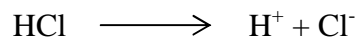
Remarque :

$$72.7 \times 10^{-3} \text{ N/m} = 72.7 \text{ mN/m}$$

I-4-2-Propriétés chimiques :

- **Ionisation :**

Elle favorise l'ionisation de certaines molécules par rupture de liaison covalente entre des atomes. Si on dissout HCl dans l'eau, les atomes se séparent et chacun se retrouve sous la forme d'un ion.



Les interactions électrostatiques entre les charges des dipôles de chaque molécule augmentent la polarisation de la molécule jusqu'à l'ionisation. Le constant diélectrique (80 Debye) (CHAOUKI, 2016).

I-4-3-Propriétés bactériologiques :

La présence des gaz, de matières organiques et minérales dans l'eau constitue un milieu favorable pour la multiplication et la croissance de divers microorganismes (virus, champignons et bactéries comme les Germes totaux, Coliformes totaux et fécaux, Streptocoque fécaux et Clostridie sulfito-réducteur) (CHAOUKI, 2016).

I-4-3-1- Etats des impuretés dans l'eau :

L'eau rencontrée dans la nature contient des impuretés, qui nécessitent un traitement bien déterminé, afin de les éliminer. Ces impuretés se présentent sous deux états (ROVEL et al, 1995).

➤ **Matières en suspension :**

La figure N°5 montre la matière minérale ou organique, qui reste en suspension, du fait de la turbulence de l'eau ou de leur densité qui est très voisine à cette matière.

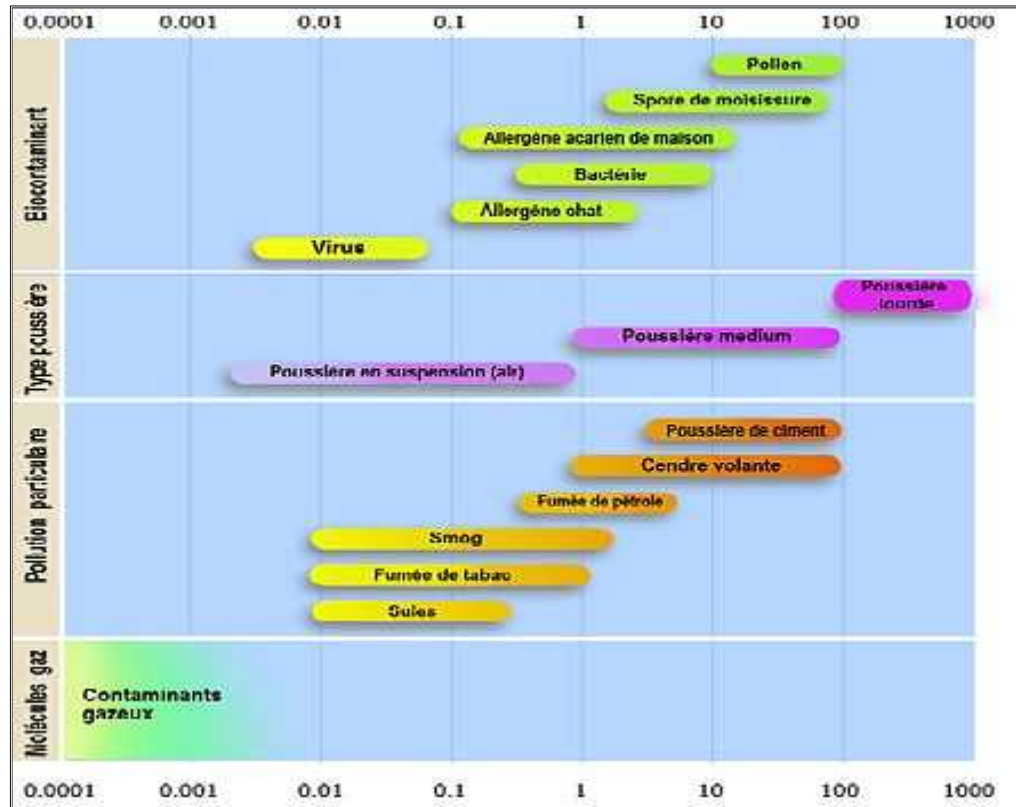


Figure N°5 : Dimensions des particules d'eau naturelle et taille (LAMIOT, 2017).

Remarque :

0.0001 à 0.1 : comme unité, c'est le nanomètre.

0.1 à 100 : comme unité, c'est le micromètre.

100 à 1000 : comme unité, c'est le millimètre.

- **Matières dissoutes** : Elles contiennent des composés minéraux ou organiques macromoléculaires ou non, ainsi que des gaz souvent très solubles dans l'eau (ex : CO_2 , SO_2 , NH_3) (ROVEL et al, 1995).

I-5- Cycle de l'eau :

Le cycle de l'eau est exprimé dans la figure N°6, il présente un échange permanent entre cette matière noble et les mers et les océans.

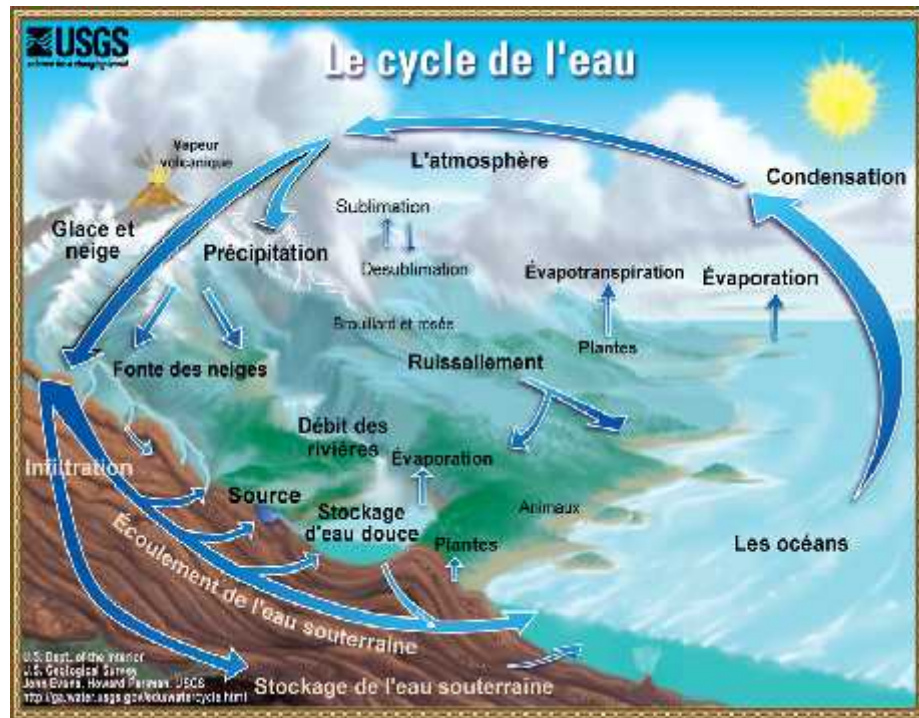


Figure N°6 : Cycle de l'eau dans la nature (EVANS, 2017).

Cet échange se réalise par :

1. L'évaporation : Chauffée par le soleil, l'eau des océans, des rivières et des lacs s'évapore et monte dans l'atmosphère.
2. La condensation : Un simple contact avec l'air froid de l'atmosphère, la vapeur d'eau se condense en gouttelettes et forme des nuages.
3. Les précipitations : Après la formation de nuages, quand l'air est saturé d'eau, les nuages déversent leur contenu sur la terre, ces précipitations tombent sous différentes formes. Lorsque les fines gouttelettes d'eau des nuages sont suffisamment grosses, il pleut (CHAOUKI, 2016).
4. Le ruissellement : La plus grande partie de l'eau tombe directement dans les océans. L'eau qui ruissèle à la surface de la Terre provient soit des eaux de pluie, soit des eaux de fonte des glaciers. Cette eau ruissèle en surface jusqu'aux rivières, qui vont toutes vers les océans (CHAOUKI, 2016).
5. L'infiltration : L'infiltration dans le sous-sol, où les eaux sont souterraines reflète la vitesse à laquelle l'eau entre dans le sol et dépend de sa structure et sa teneur en eau. L'eau entrant trop lentement peut conduire à la formation de flaques ou de ruissellements de surface (agr.eau, 2016).

I-6-Qualité des eaux potables :

La qualité de l'eau destinée à la consommation humaine doit être préservée à tous les niveaux de la distribution. La qualité de l'eau est aussi définie par sa conformité à des normes, qui portent sur 63 paramètres. Un critère est dit atteint lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné.

La norme est représentée par un chiffre, qui fixe une limite qu'il ne faut pas la dépasser ou une limite inférieure à atteindre (YASSAD, 2012).

On dit qu'une eau est potable lorsque :

- ❖ Elle est incolore, inodore et sans faux goûts.
- ❖ Elle ne contient pas de germes parasites ou pathogènes, pesticides.
- ❖ Elle contient, dans des limites définies, un certain nombre d'éléments minéraux dont leur présence lui confère une saveur agréable, et dont l'action bénéfique sur l'organisme humain est prouvée.
- ❖ Elle ne contient pas des éléments de pollution ou de toxicité.
- ❖ Elle ne contient pas des substances la rendant inutilisable pour le ménage.
- ❖ Elle ne contient pas des espèces concernant les substances toxiques.
- ❖ Elle ne doit pas être agressive ou entartrant les canalisations.

Les normes de potabilité d'une eau portent sur sept groupes de paramètres, qui sont au nombre de quarante sept (ISO 9964,1990).

I-6-1- Caractères organoleptiques :

Une eau potable doit être : incolore, inodore et sans saveur. Ces paramètres doivent être appréciés au moment du prélèvement, ou au cours du stockage (apparition d'une coloration, d'une odeur, de précipités) (ISO 6222,1990).

I-6-2- Caractères physico-chimiques :

Le pH n'a pas de signification hygiénique, mais il représente une notion importante dans la détermination de l'agressivité de l'eau, vis-à-vis des métaux (BOUZIANI, 2000).

Selon TRADAT (1992), l'eau est légèrement conductrice. La présence des ions H^+ et OH^- confèrent à l'eau une certaine conductivité électrique, c'est-à-dire une certaine aptitude à conduire le courant électrique.

Les substances chimiques toxiques dans l'eau ayant une incidence directe sur la santé, elles sont représentées essentiellement par les minerais, les pesticides et les hydrocarbures. (KETTAB, 1992).

Tableau N° 02 : Normes algériennes de quelques paramètres physico-chimiques d'une eau potable et leurs effets indésirables (JOURNAL OFFICIEL N° 18, 2011)

Paramètres	Normes Algériennes	Effets indésirables
Chlore	0.2 -0.6 mg/l	<0.2 peu efficace sur la désinfection >1 peut entrainer des effets cancérigène
PH	6.5 -8.5	PH acide: corrosion des conduites, pH basique: diminue l'efficacité de désinfection
Température	25°C	Basse: diminue l'efficacité du traitement, élevé: favorise la croissance microbienne
Turbidité	5 NTU	Protège les micro-organismes contre les effets de la désinfection
Nitrates NO ₃ ⁻	50 mg/l	Risque de méthémoglobinémie infantile
Nitrites NO ₂ ⁻	0.1 mg/l	
Ammonium NH ₄ ⁺	0.5 mg/l	Favorise le développement de certaines bactéries génératrices de mauvais gout
Résidu sec	2000 mg/l	Gout désagréable
Calcium Ca ²⁺	200 mg/l	Entartrage des conduites
Magnésium Mg ²⁺	150 mg/l	Combiné au SO ₄ ²⁻ génère gout
Dureté totale (TH)	500 mg/l de CaCO ₃	Entartrage des conduites Consommation excessive de savon
Sodium Na ⁺	250 mg/l	A concentration élevé gêne les hypertendus
Potassium K ⁺	15 mg/l	Entraine gout

Chlorures Cl ⁻	600 mg/l	Saveur désagréable, effet laxatif Corrosion des conduites
Sulfates SO ₄ ²⁻	400 mg/l	Trouble gastro-intestinaux Corrosion des conduites
Aluminium Al ³⁺	0.2 mg/l	Désordre neurologique
Cuivre Cu ²⁺	1 mg/l	Saveur désagréable Taches de linge et la plomberie domestique
Fer	0.3 mg/l	Saveur désagréable. Taches de linge et la plomberie. Favorise le développement de bactéries
Manganèse Mn ²⁺	0.5 mg/l	Saveur désagréable. Taches de linge et la plomberie. Favorise le développement de bactéries
Cadmium Cd	0.05 mg/l	Maladie d'ITAI-ITAI
Chrome	0.05 mg/l	Nécrose de foie, néphrite
Cyanures	0.05 mg/l	Peuvent être mortels à dose élevée
Fluorures	1.5 mg/l	Altération dentaire et fluorose de squelette
Plomb Pb	0.05 mg/l	Saturnisme
Sélénium	0.01 mg/l	Carie dentaire
Arsenic	0.05 mg/l	Trouble gastro-intestinaux, hépatiques et rénaux. Trouble de métabolisme glucido- lipidique
Mercure	0.01 mg/l	Dose mortelle 0.15 - 0.5 de chlore mercurique, troubles neurologiques
Conductivité à 25°C	2800 µs/cm	/
Oxygène dissous	8 mg/l	/
Ortho-	0.5 mg/l	/

phosphate PO ₄ ³⁻		
Nickel Ni	0.01 mg/l	/
Cobalt Co	0.005 mg/l	/
Zinc	5 mg/l	Gout astringent
Silicate SiO ₂	/	
Argens	0.05 mg/l	Son accumulation dans l'organisme et de sa toxicité a faible dose

I-6-3- Caractères biologiques:

Une eau est dite de bonne qualité bactériologique si elle ne contient pas de germes entéro-pathogènes. Donc un contrôle bactériologique d'une eau devra consister en la recherche systématisée (MAKHLOUF et *al*, 1995).

Tableau N°03 : Normes algériennes des paramètres bactériologiques d'une eau potable (TERKMANI, 2009).

Paramètres	CMA	Effet sur la santé et efficacité
Germes totaux	10/100 ml	indicateur d'efficacité du traitement
Coliformes totaux et fécaux	0/100ml	gastro-entérite infantile, contamination fécale récente
Streptocoque fécaux	0/100ml	contamination fécale récente
Clostridium sulfito-réducteur	0/20ml	contamination fécale ancienne

I-7- Moyen de contrôle et l'amélioration de la qualité des eaux :

- Traitement physico-chimique classique des eaux.
- Désinfection des eaux avec mise en place de station de chloration intermédiaire et de pompes doseuses.
- Contrôle de la qualité de produits de traitement et mise en place d'un stock suffisant,
- Respect du programme de nettoyage des réservoirs hydrauliques.
- Mise en place d'une procédure de nettoyage et de désinfection des réservoirs, des réseaux et des conduites nouvellement posés.
- Coordination avec l'autorité sanitaire.

- Contrôle de la qualité des eaux au niveau de toute la chaîne de production et de distribution (TERKMANI. A, 2009).

I-8-Facteurs et origine de la dégradation de la qualité de l'eau dans les réseaux :

Une bonne connaissance des facteurs qui peuvent influencer la qualité de l'eau dans les réseaux est indispensable pour les services d'exploitation (en usine de production et sur le réseau) afin d'anticiper et d'éviter des problèmes potentiels (TERKMANI, 2009).

I-8-1- Facteur microbiologique (phénomènes biologiques) :

Les interventions sur le réseau (réparations, branchements), les fuites (en cas de dépression) et les accidents tels que des retours d'eau ou des cassures peuvent également être responsables de l'introduction de microorganismes dans le réseau.

Les microorganismes peuvent se développer et survivre dans un milieu qui leur est inhabituel, comme c'est le cas d'un réseau d'eau potable (bio-film).

Le bio-film (voir la figure N°7) qui se met en place sera constitué d'espèces résistantes dans cet environnement particulier et de façon non uniforme sur les parois (CELERIER et FABY, 2000).

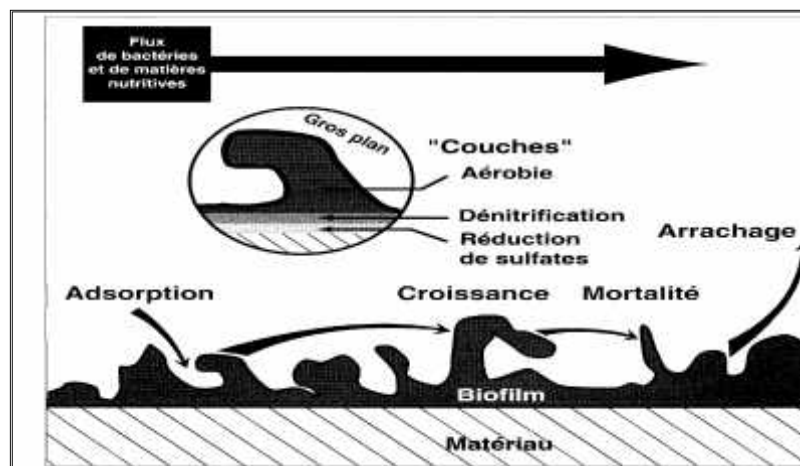


Figure N° 7 : Le bio-film (CELERIER. et FABY, 2000).

I-8-1-1- Facteur de dégradation pour le phénomène biologique (bio film).

. -A- pH et minéralisation :

Le pH et la minéralisation sont importants pour le contrôle de la corrosion, l'agressivité de l'eau, ou bien parce que l'eau traitée n'était pas forcément à l'équilibre calo carbonique en sortie de station.

-B- Température :

Une température élevée peut favoriser des goûts ou des odeurs désagréables. De plus, elle accélère la plupart des réactions physico-chimiques et biologiques dans le réseau, en outre, elle influence la croissance bactérienne, dissipe l'effet du désinfectant résiduel en agissant sur les constantes d'équilibre et accélère la corrosion.

-C- Oxygène dissous :

A l'état de saturation à l'entrée du réseau, l'oxygène dissous peut considérablement se diminuer en cours de distribution avec des réactions d'oxydation ou une prolifération bactérienne.

-D-Turbidité :

Si la turbidité de l'eau est supérieure à 0.4 NTU, l'action des bactéricides est ralentie, voire annulée. Les colloïdes responsables de la turbidité peuvent protéger les bactéries des oxydants. Ainsi, un traitement de chlore libre à 0.4 ppm pendant une heure, qui donne normalement une garantie bactériologique à l'eau, n'est actif que si la turbidité est inférieure à 0.4 NTU.

-E- Ammonium :

Il est important d'éliminer l'ammonium avant l'introduction de l'eau dans le réseau parce que l'ammonium réagit avec le chlore pour produire des chlora minés, qui sont des désinfectants moins.

-F- Matières organiques :

Source nutritive essentielle pour la prolifération bactérienne, le contenu en éléments organiques carbonés est aujourd'hui considéré comme un facteur primordial dans la maîtrise de la qualité microbiologique de l'eau dans le réseau, une consommation de la matière organique s'accompagne d'un accroissement de la densité bactérienne présente au niveau du bio-film.

Tableaux N°4 : Valeurs indicatives pour le potentiel nutritif (TERKMANI, 2009)

Références	Paramètres	Valeur guide estimée
Van der Kooij et al. 1989	Carbone organique assimilable	COA M 10 µg/l
Lévi et Jorel 1990	Carbone organique dissous biodégradable par un bio film bactérien	CODB M 0.2 mg/l
Servai et al. 1992	Carbone organique dissous biodégradable par des bactéries en suspension	CODB M 0.16 mg/l

Tableau: Valeurs guides indicatives pour minimiser le potentiel nutritif (d'après LEVI Y. 1995)

Remarque :

- COT – carbone organique total (soluble et insoluble)
- COD – carbone organique dissous (fraction soluble de COT)

I-8-2- Facteurs de dégradation pour le phénomène physique :

La qualité physico-chimique de l'eau a une influence considérable sur la durée de vie des réservoirs et les équipements hydrauliques. L'inconvénient majeur de l'utilisation de ces eaux chaudes est la précipitation du tartre dans les canalisations de distribution et les ouvrages et les réseaux (BOUTAOUTOU et ZEGGANE, 2011).

I-8-2-1-L'entartrage

C'est un dépôt (voir la figure N°8) généralement dure et adhérent, quelque fois poreux. Il est formé principalement par les carbonates de calcium et d'hydroxyde de magnésium $Mg(OH)_2$, il se forme à partir d'une température de chauffage supérieure à 50°C (BOUTAOUTOU et ZEGGANE, 2011).



Figure N°8 : Entartrage des conduites de distribution en amiante ciment (BOUTAOUTOU et ZEGGANE, 2011)

✓ **Conséquences de l'entartrage :**

Le tartre, c'est un dépôt adhérent, il est formé principalement par la précipitation du carbonate de calcium, environ 90% du précipité global (BESSA.N, 2003). Il est, soit alcalin, principalement des carbonates de calcium et d'hydroxyde de magnésium, soit non alcalin, principalement le sulfate de calcium qui existe sous trois formes: CaSO_4 , $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ et $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (MEHAOUA, 1973).

Parmi les conséquences, on peut citer :

- 1- Bouchage des éléments des réseaux (conduite, vannes ventouse).
- 2- Rélargie des composés sapides.
- 3- Développement bactérien (formation de bio film).
- 4- Diminution des rendements thermiques. (diminution des températures).

La figure N°9 montre le carbonate de calcium, en fonction du pH. Il commence à précipiter dès $\text{pH} = 8$ à partir de l'anion hydrogénocarbonate.

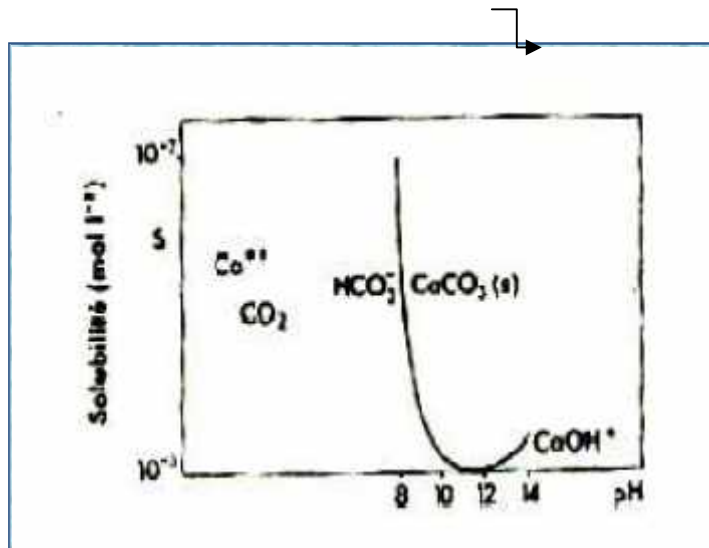
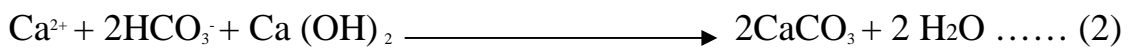
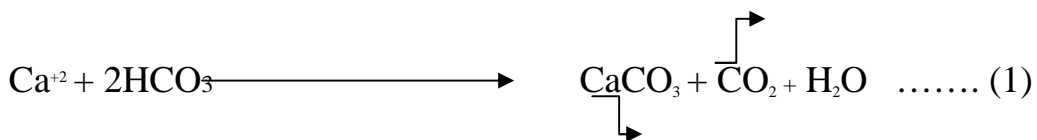


Figure N°9 : La solubilité de carbonate de calcium en fonction de PH (BEDDIAF,2014).

La figure N°10 présente les relations entre la dureté, l'alcalinité et les différents ions en solution.

certaines sels minéraux contenus dans l'eau mais aussi par la température, la présence d'oxygène,...etc. (BERTOSSA, 2011).



Figure N°12 : Type de corrosion galvanique (BERTOSSA, 2011).

La figure N°13 montre quelques facteurs qui provoquent le phénomène de corrosion.

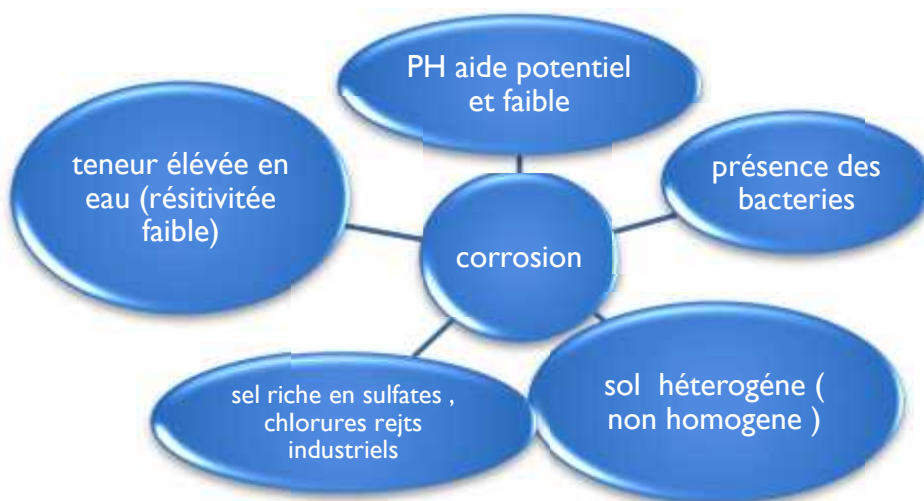


Figure N°13 : Facteurs favorisant la corrosion (VINCENT, 2012).

I-8-2-2-1-Conséquences de la présence de l'eau agressive :

Parmi les conséquences de la présence de l'eau agressive dans les réseaux, on peut citer les points suivants :

- Corrosion des parties métalliques.
- Dégradation de l'infrastructure des réseaux.
- Difficulté de traitement (régulation de pH acide ou basique).
- Réglage des composés sapides et toxiques.
- Réglage du pourcentage de cuivre dans les eaux usées.

Réaction établie dans la corrosion (mécanisme de corrosion de fer) :

La figure N°14 montre quelques réactions de la corrosion entre des différents éléments contenus dans l'eau.

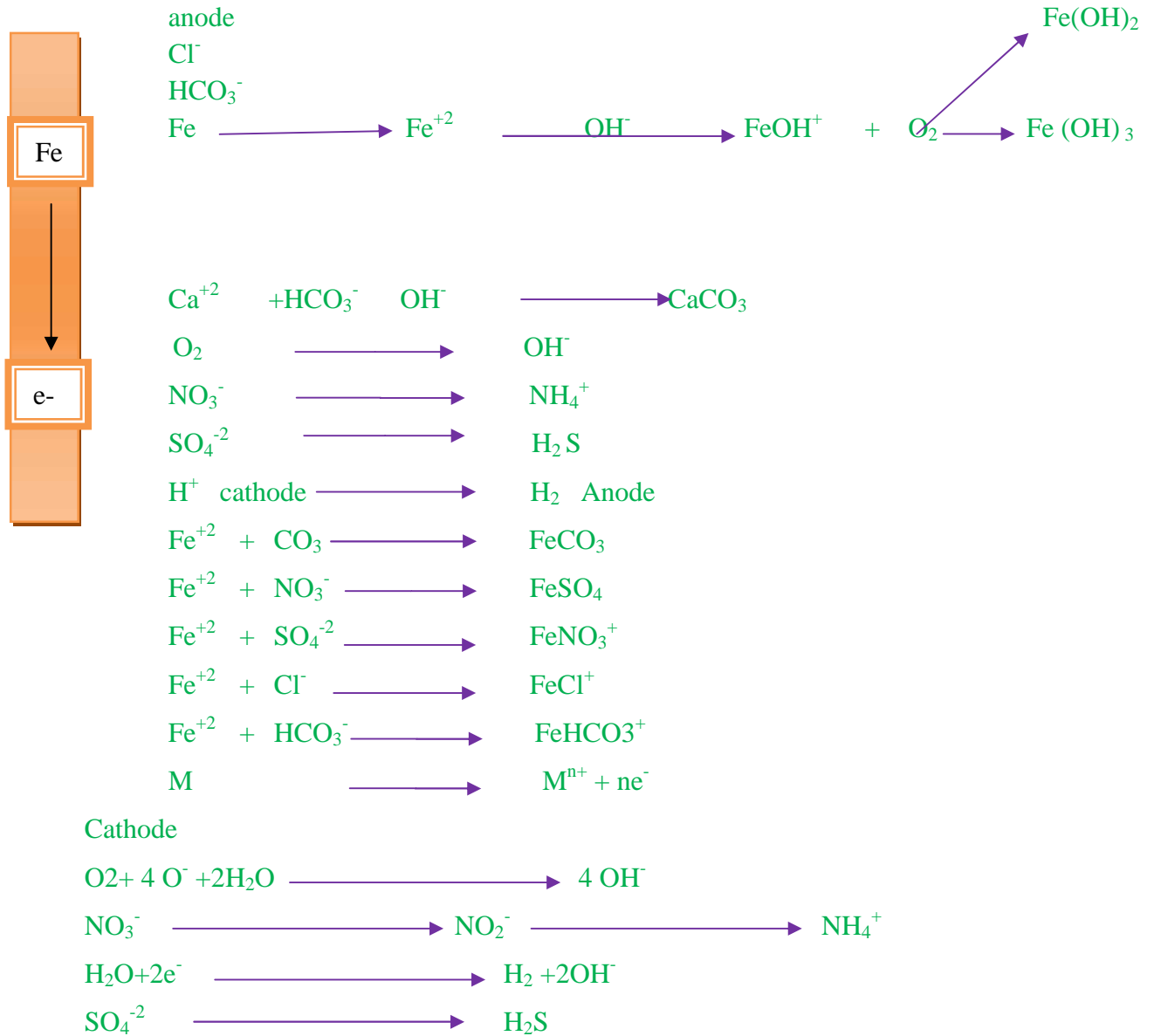


Figure N°14 : Les réactions primaires et secondaires de la corrosion (VINCENT, 2011).

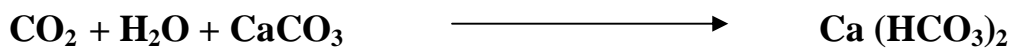
I-9-Equilibre calco carbonique :

I-9-1-Généralités :

L'étude des caractéristiques physico-chimiques des eaux naturelles, ainsi que leur action sur le milieu environnant sont souvent traitées comme des cas particuliers à cause de la complexité des relations entre les ions présents. Ces équilibres sont instables en raison des

variations de température et des teneurs en gaz dissous, ce qui amène à des nouvelles réactions et conséquences sur le milieu en contact avec l'eau. En particulier, les problèmes de traitement, d'incrustation ou de corrosion sont générés par les variations d'équilibres physico-chimiques et posent des problèmes techniques pour le captage, l'adduction et la distribution des eaux. L'étude de ces problèmes nous amène presque toujours à ce que l'on peut appeler les «équilibres calco carbonique» (Larson et Bus well, 1942).

Cet équilibre calco carbonique permet de prévoir la tendance de l'eau à l'entartrage ou à la corrosion en considérant une eau, contenant du CO₂ mise en contact avec du carbonate de calcium solide en excès. Au bout d'un certain temps, un équilibre physico-chimique se produit :



I-9-2- Aspect théorique de l'équilibre :

Les divers équilibres à considérer concernent la concentration des éléments, dissous dans l'eau (CO₂ libre, HCO₃⁻, CO₃⁻² Ca⁺²), mais ils concernent aussi des molécules présentes dans la phase solide de (CaCO₃) et dans la phase gazeuse de (CO₂).

I-9-3- Dioxyde de carbone (CO₂) :

Le gaz carbonique peut se trouver sous la forme de CO₂ libre ou de CO₂ combiné (bicarbonates, carbonates) (voir la figure N°15).

L'eau à l'équilibre contient une faible quantité de CO₂, dit équilibrant, l'eau agressive contient plus de CO₂, une eau à l'équilibre dit CO₂ agressif (différence entre CO₂ libre et le CO₂ à l'équilibre).

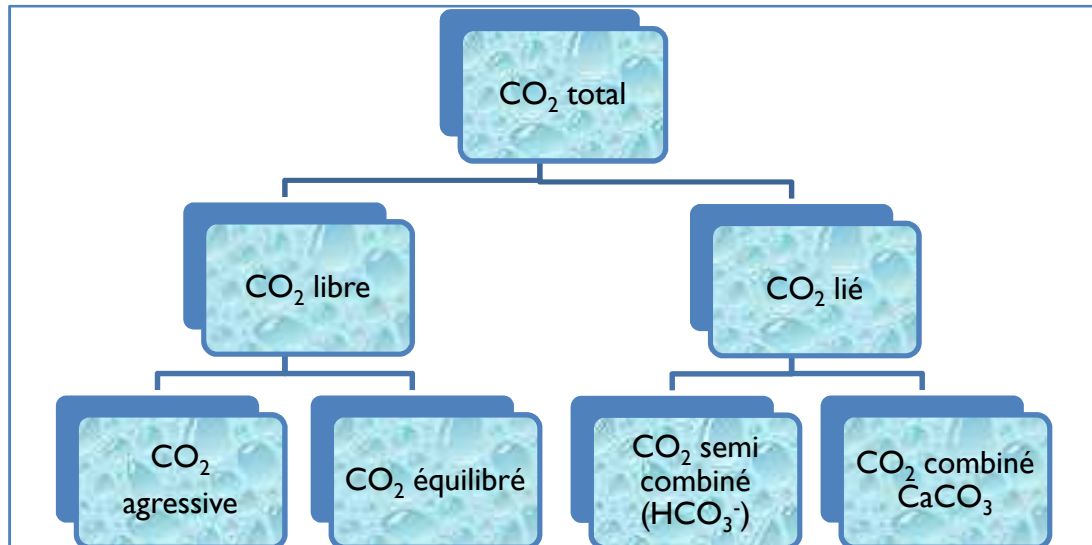


Figure N°15 : Répartition du gaz carbonique dans l'eau (VINCENT, 2011).

I-9-4-Notions sur l'état d'équilibre de pH :

La figure N°16 représente le pH, à l'équilibre.

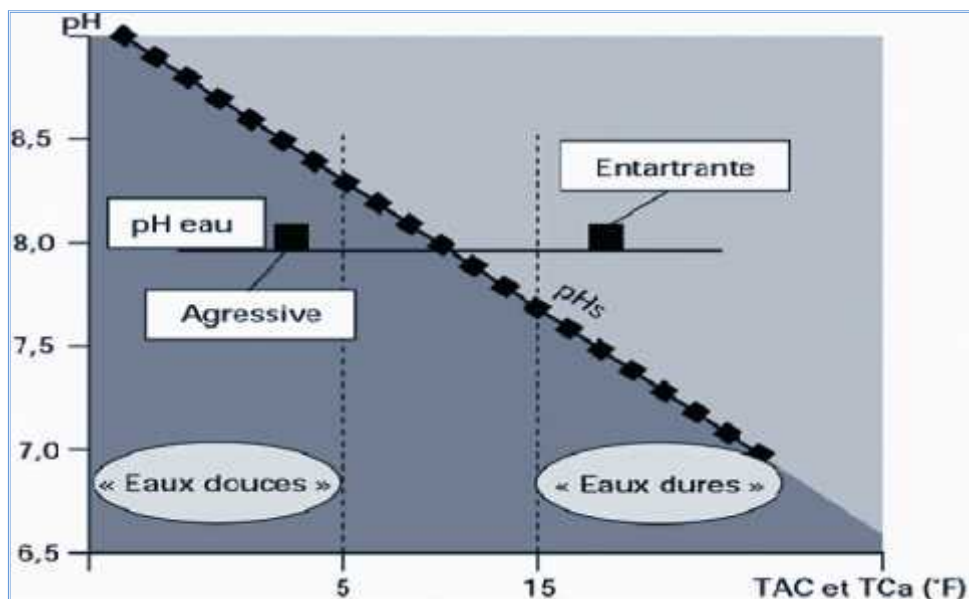


Figure N°16 : L'état d'équilibre de pH (LIBOZ, 2014).

L'objectif de la réglementation des eaux est la distribution d'une eau à l'équilibre, en respectant les valeurs de pH compatibles avec la potabilité de l'eau ($\text{pH} < 8,5$).

I-9-5-Définition de l'état d'équilibre pHs :

Le pHs est l'un des critères de base, permettant de définir l'agressivité de l'eau. L'évaluation de la position d'une eau vis-à-vis l'équilibre calco carbonique est calculé comme suit :

pH < p_{Hs}: Eau agressive,

pH > p_{Hs}: Eau entartrant,

pH = p_{Hs}: Eau à l'équilibre.

Où : $pH = 9.3 + A + B - (C + D)$ (1)

A : facteur de T D S (taux de sel dissous)

B : facteur de température

C : facteur de dureté du calcium exprimé en °f

D : facteur d'alcalinité total TAC exprimé en °f

Pour la détermination de A, B, C et D (SEAAL, 2009), voir l'annexe 02.

$I = PH - p_{Hs}$ (2)

Où I : indice de Langelier

I-9-6- Indice de Ryznard ou indice de stabilité:

Une autre méthode d'évaluation pour résoudre ce même problème est l'indice de stabilité de Ryznard. C'est un indice empirique, destiné pour déterminer le caractère corrosif ou entartrant des eaux (BERNE et CORDONNIER, 1995).

L'indice de Ryznard est donné par la relation suivante:

$IR = 2p_{Hs} - pH$ (3)

Où: p_{Hs} est le pH de saturation de Langelier.

I-9-7-Indice de corrosion - indice de Larson :

Il permet le calcul de l'indice de corrosion des métaux, selon Larson (en anglais, Larson Ratio ou LR).

Rapport de la somme > [(sulfates x 2) + chlorures] / alcalinité (TAC).

$L_R = ([Cl^-] + 2 \times [SO_4^{2-}]) / [HCO_3^-]$ (4)

Donc, les paramètres qui sont mis en jeu dans l'équilibre sont TAC, TH et PH.

Remarque : On peut dire que l'indice de Ryznard est la tendance agressive ou entartrant de l'eau.

Indice de Larson: On prend en compte de la présence d'ions chlorures et sulfates.

I-10-Procédés de traitements :

I-10-1-Généralités

Les procédés de traitement ou de dessalement de l'eau, présentés dans la figure N°17 appelés dessalage sont des processus, qui permettent d'obtenir de l'eau douce (potable) à partir d'une eau saumâtre ou salée (PERRAUIT, 2008).

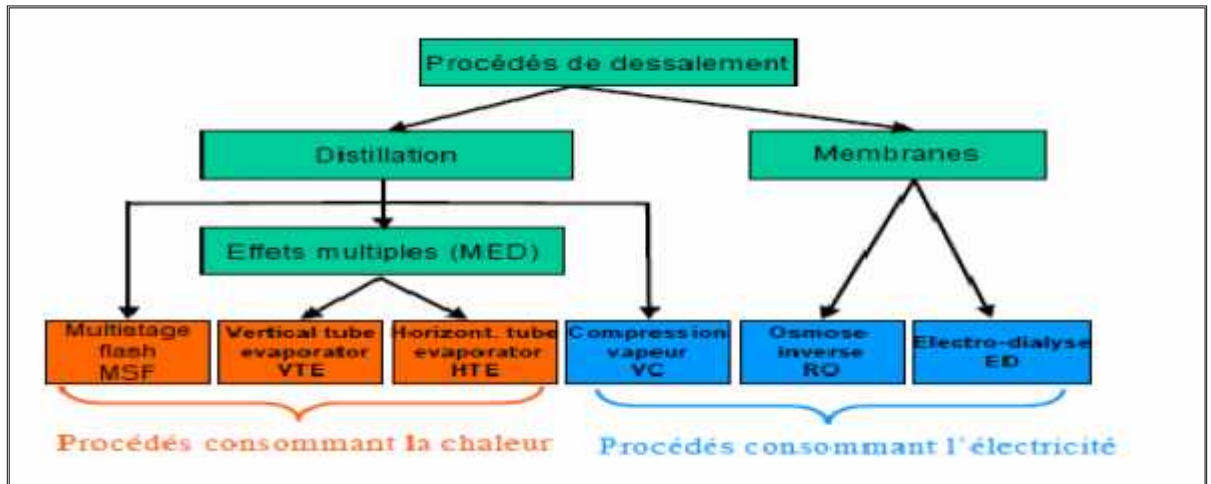


Figure N° 17 : Procédés de dessalement (BADILIER ,2016).

Les eaux saumâtres contiennent entre 1 et 10 g de sels par litre. Ce sont parfois des eaux de surface, mais le plus souvent des eaux souterraines, et leur composition dépend donc de la nature des sols traversés. Les principaux sels dissous sont le CaCO_3 , le CaSO_4 , le MgCO_3 et le NaCl (PERRAUIT, 2008).

I-10-2-Les principales technologies de dessalement de l'eau :

La figure N°17 présente les technologies actuelles de dessalement des eaux. Elles sont classées en deux catégories :

I-10-2-1-Les procédés thermiques : faisant intervenir un changement de phases, la congélation, et la distillation par l'effet de chaleur.

❖ La distillation à effet simple (DES):

La distillation est le plus vieux procédé de dessalement. Cette technique provient de l'antiquité avec les marins grecs (PERRAUIT, 2008). L'eau de mer (ou eau saumâtre) est portée à ébullition jusqu'à évaporation dans une enceinte, où la pression est réduite (la température d'ébullition de l'eau diminue avec la pression). On récupère ensuite la vapeur d'eau, qui se condense en se refroidissant. Ce procédé consomme beaucoup d'énergie (PERRAUIT, 2008).

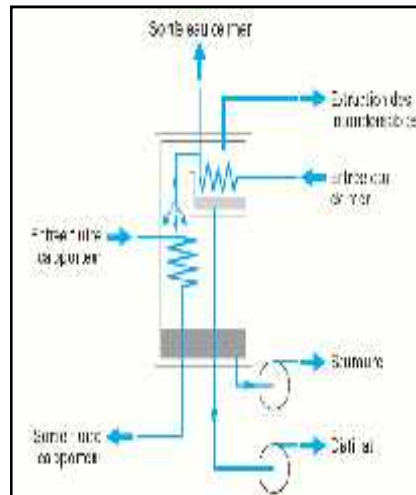


Figure N°18 : Distillation à effet simple (DANIS, 2003).

❖ Distillation multi-flash (MSF) :

Cette technologie est apparue en 1960 pour faire face aux problèmes d'entartrage que connaissaient les procédés de distillation à multiples effets. L'eau salée est introduite à T_0 et traverse les différentes chambres en condensant de la vapeur. Elle passe ensuite dans un réchauffeur où elle atteint T_{max} , puis elle est introduite dans le bas des chambres où elle se vaporise puis se condense sur le serpentin. L'eau condensée est récupérée alors que la saumure est évacuée (voir la figure N°19), il faut la réchauffer avec centrale thermique ou nucléaire) (DUCRU, 2009).

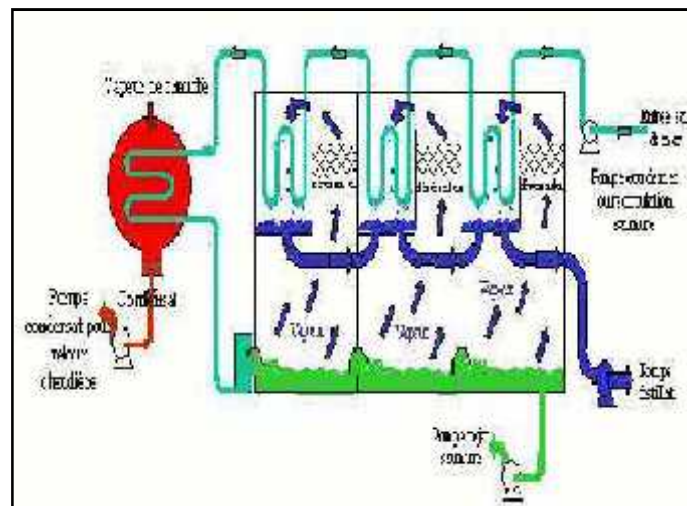


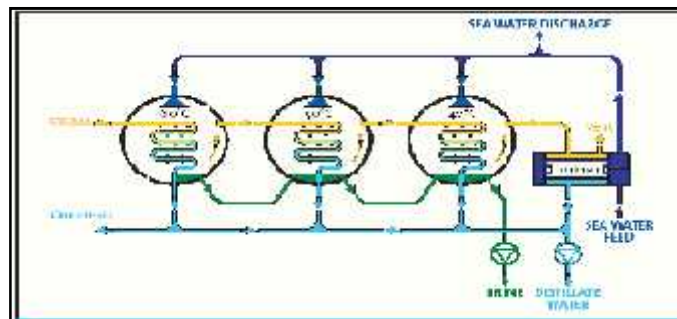
Figure N°19 : Distillateur par détentes successives (DANIS, 2003)

❖ Distillation multi-effet :

• Principe:

(MED) est basée sur le principe de la condensation de la vapeur en provenance d'une source d'énergie (chaudière ou récupérateur de chaleur) et ce, pour évaporer l'eau de mer, sous vide, à des températures de l'ordre de 70 à 80°C. Le procédé à multiple-effet (Multi-Effet Distillation, MED) a été spécifiquement développé dans le but d'économiser l'énergie thermique. Les premières tentatives datent du 19^{ème} siècle. La puissance thermique apportée à l'évaporateur de tête par un fluide caloporteur, qui transporte la chaleur sert à faire évaporer de l'eau de mer. La vapeur produite est condensée dans l'évaporateur (BANDELIER, 2017).

• Sans compression de vapeur



• Avec compression de vapeur

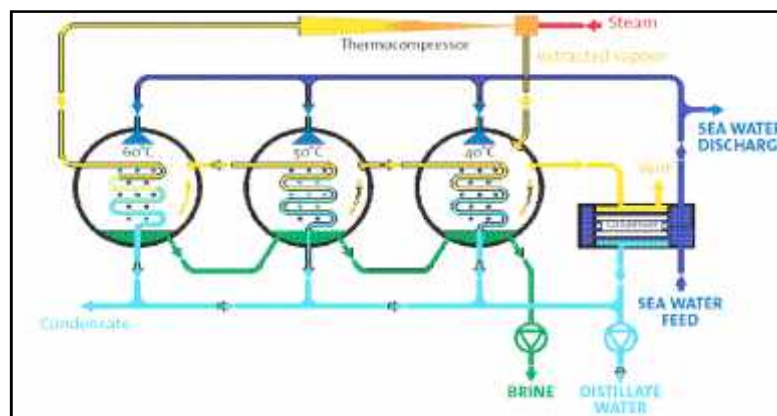


Figure N°20 : Distillations multi-effet (DUCRU ,2009)

❖ Distillation par Compression :

Mécanique de Vapeur

La figure N°21 présente le procédé, l'eau à dessaler est portée à ébullition dans une enceinte isolée thermiquement. La vapeur produite est aspirée par un compresseur, qui augmente sa température de saturation. Cette vapeur traverse ensuite un faisceau tubulaire et se condense, en provoquant l'ébullition de l'eau salée (DUCRU, 2009).

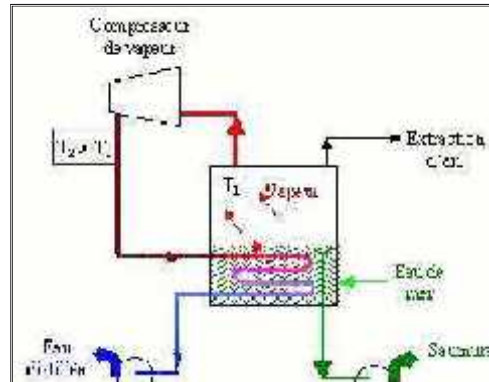


Figure N°21 : Distillation par compression (DANIS, 2003).

❖ Procédés Hybrides :

Le concept de dessalement par voie hybride combine deux ou trois procédés pour fournir une meilleure solution technico-économique (HELAL, 2004). Les trois éléments qui sont intégrés sont :

- Une unité de distillation en général « multi flash » (MSF),
- Une unité d'osmose inverse OI,
- Une centrale thermique.

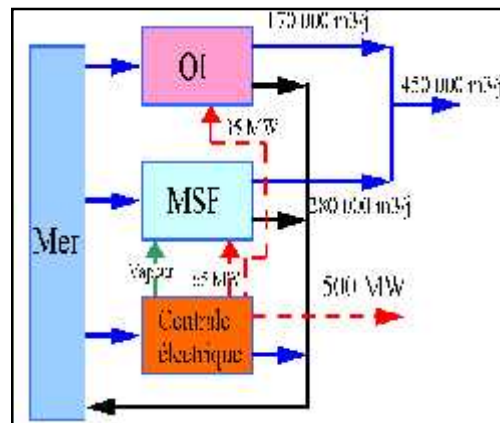


Figure N °22: Installation hybride (MAUREL, 2006).

I-10-2-2- Les procédés membranaires:

Ces procédés sont répartis en l'osmose inverse et l'électrodialyse.

a-Electrodialyse :

Le principe de fonctionnement est représenté schématiquement sur la figure N°23, c'est un procédé de nature électrochimique. Il permet d'extraire en partie ou en totalité les

ions, contenus dans une solution, en conservant des substances pas ou très peu ionisées. Cette extraction est réalisée par migration au travers de membranes échangeuses d'ions, soumises à un champ électrique continu (DUCRU, 2009).

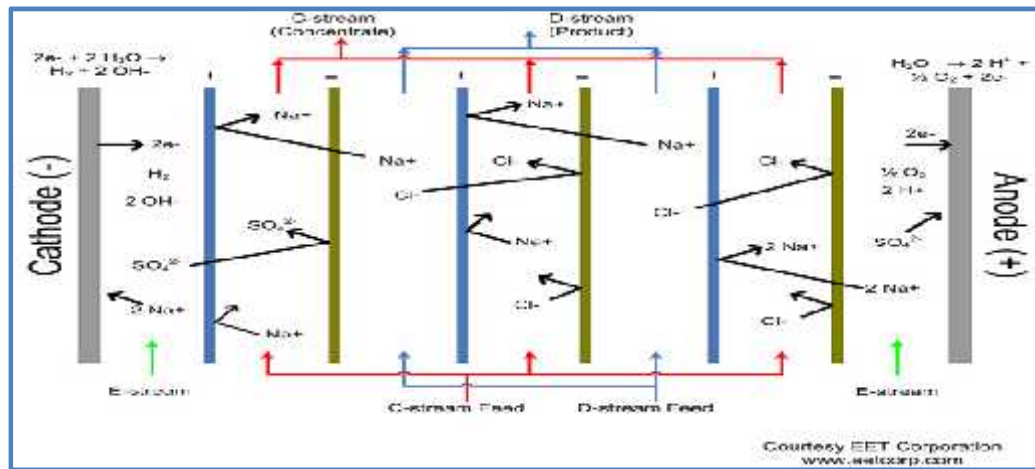


Figure n° 23 : Principe de l'électrodialyse (DANIS, 2009).

b- L'osmose inverse :

Le principe de l'Osmose consiste à séparer deux solutions aqueuses, de concentrations différentes par une membrane semi-perméable qui ne laisse passer que l'eau pure. La solution, dont la concentration est la plus basse va chercher à équilibrer les concentrations des deux solutions en faisant passer de l'eau pure, dans le compartiment de la solution, dont la concentration est la plus élevée (notée π_1 et donnée en mètres) soit égale à la différence de pression osmotique entre les deux solutions notée « $\Delta \pi$ », qui est définie par la relation :

$$\Delta \pi = \pi(\text{solution concentrée}) - \pi(\text{deuxième solution})$$

La pression osmotique est définie par : $\pi = C.R.T$

Avec :

π en Pa, C la concentration en mol .L⁻¹, R = 8,314 et T : la température en Kelvin.

L'osmose inverse est une technique de séparation, qui permet l'extraction d'un solvant, souvent l'eau, d'une solution, généralement salée, en la faisant circuler en contact d'une membrane adéquate sous une pression suffisante pour convaincre le flux osmotique (DUCRU, 2009).

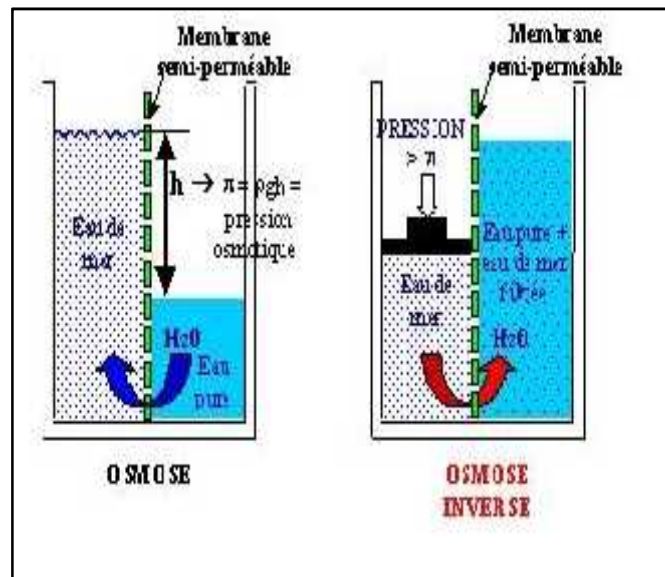


Figure N°24 : Osmose inverse (DUCRU, 2009)

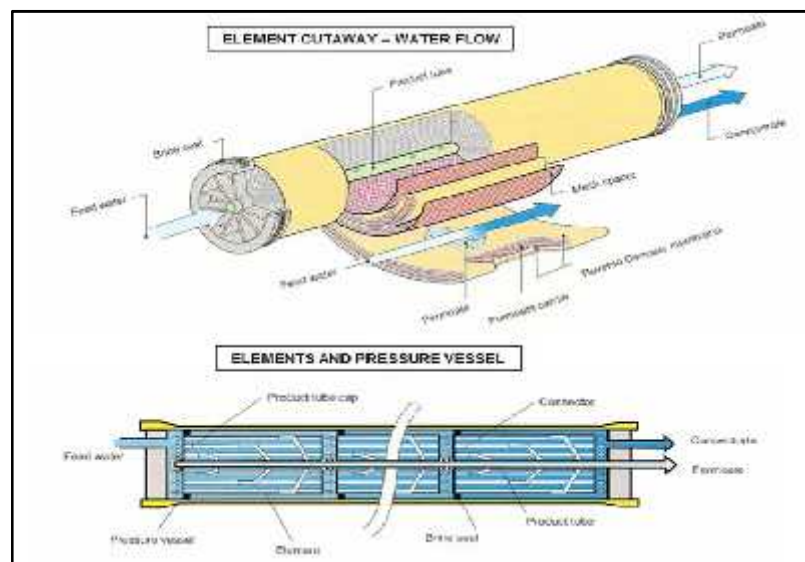


Figure N°25 : Membrane filtre (BANDILIER, 2016)

I-10-3- Autres processus de séparation

- **L'adoucissement de l'eau** : est un procédé de traitement destiné à réduire la dureté de l'eau (due à la présence des sels alcalino-terreux : carbonates, sulfates et chlorures de calcium et de magnésium) (NANZER et COEURET, 1991).

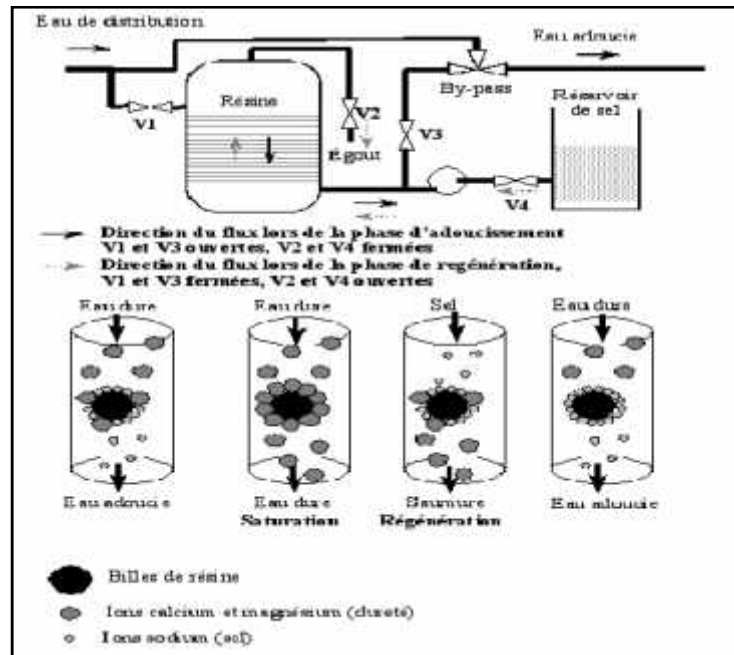


Figure N°26 : Adoucissement de l'eau (CHERNI, 2018)

➤ Congélation :

En faisant geler de l'eau salée (voir la figure N°26), les cristaux qui se forment constituent de la glace pratiquement pure, le sel étant chassé de l'eau lors de la cristallisation, il forme alors une saumure à la surface du cristal ; Ce procédé de congélation sous vide pour le dessalement de l'eau entraîne un phénomène physique : tout d'abord la congélation de l'eau salée, puis le lavement des cristaux et enfin, on les fait fondre pour obtenir de l'eau douce (CHERNI, 2018).

Chapitre II

Matériels et méthodes

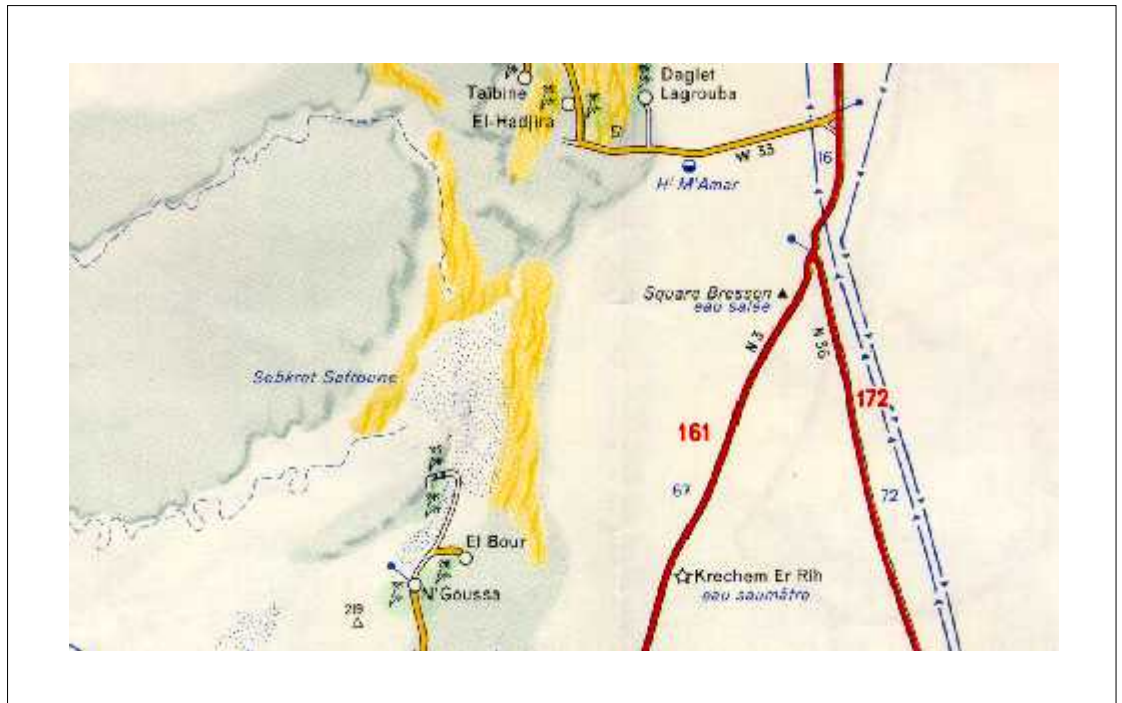
II-1- Présentation de la région d'étude de la wilaya d'Ouargla :

II-1-1- Situation géographique :

La wilaya d'Ouargla est située au Nord-est du Grand Sahara algérienne, elle est distante de 850 Km de la capitale Alger.

La grande cuvette d'Ouargla s'étend sur une superficie de 99 000 Hectare ; avec une longueur de 45 km dans la direction Sud-ouest, Nord-est et une largeur de 2 à 5 km, 32° de l'attitude Nord et 5° 20' de longitude Ouest. Géographiquement, la cuvette d'Ouargla est repérée par les coordonnées (UTM, Clarke 1880) suivantes:

$$X_{\min} = 710\ 000 ; \quad Y_{\min} = 3\ 530\ 000 \text{ et}$$



$$X_{\max} = 730\ 000 ; \quad Y_{\max} = 3\ 600\ 000$$

Figure N°27: Situation Générale de la région d'étude (CHAOUKI, 2016)

La wilaya d'Ouargla est limitée au nord par les wilayas de Djelfa, Biskra et d'El Oued, au sud par les Wilayas d'Illizi et Tamanrasset, à l'ouest par la wilaya de Ghardaïa et à l'est par la Tunisie. En 2013, la population d'Ouargla est estimée à 627 677 habitants avec une densité 3.85 hab/Km (SELLAMI, 2014).

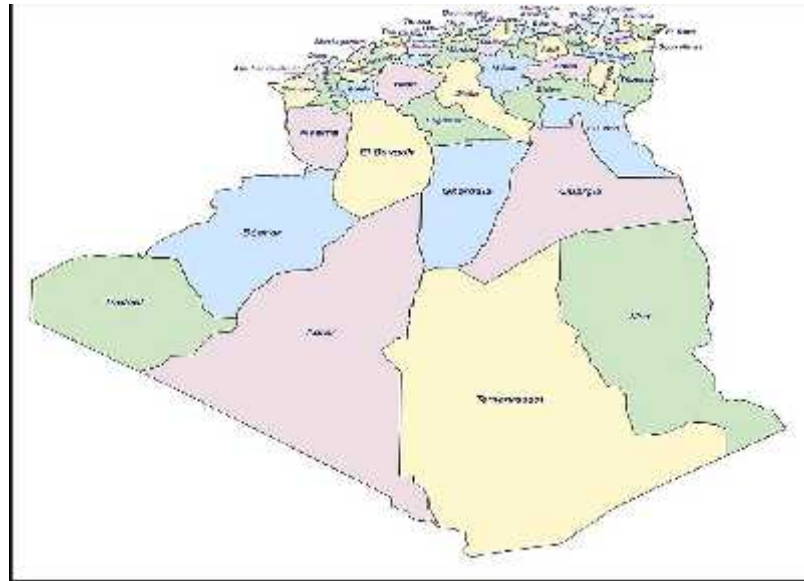


Figure N°28 : Frontières de la wilaya d’Ouargla (Métro Alger.2018).

II-1-2- La wilaya d’Ouargla:

La wilaya d'Ouargla est composée de dix daïras (circonscriptions administratives), chacune comprenant plusieurs communes, pour un total de vingt (voir tableaux N°5).

Tableau N°5 : Communes et daïra et leurs surfaces de la wilaya d’Ouargla (monographie de la wilaya d’Ouargla, 2018).

DAIRA	COMMUNE	Superficie (km²)
OUARGLA	OUARGLA	2887
	RUISSAT	7331
SIDI KHOULED	AIN BEIDA	1311973
	SIDI KHOULED	
	H.BABDELLAH	3060
NGOUSSA	NGOUSSA	2907
TOUGGOURT	TOUGGOURT	216
	NEZLA	132
	TIBESBEST	26
	ZAOUIA ELABIDIA	30
TEMACINE	TEMACINE	300
	BLIDET AMOR	250
MEGGARINE	SIDI SLIMANE	635
	MEGGARINE	285
HASSI MESSAOUD	HASSI MESSAOUD	71237
BORMA	BORMA	47261
EL HADJIRA	EL HADJIRA	2459
	EL ALIA	6589
TAIBAT	TAIBAT	4562
	BENNACEUR	2593
	M'NEGUEUR	8399

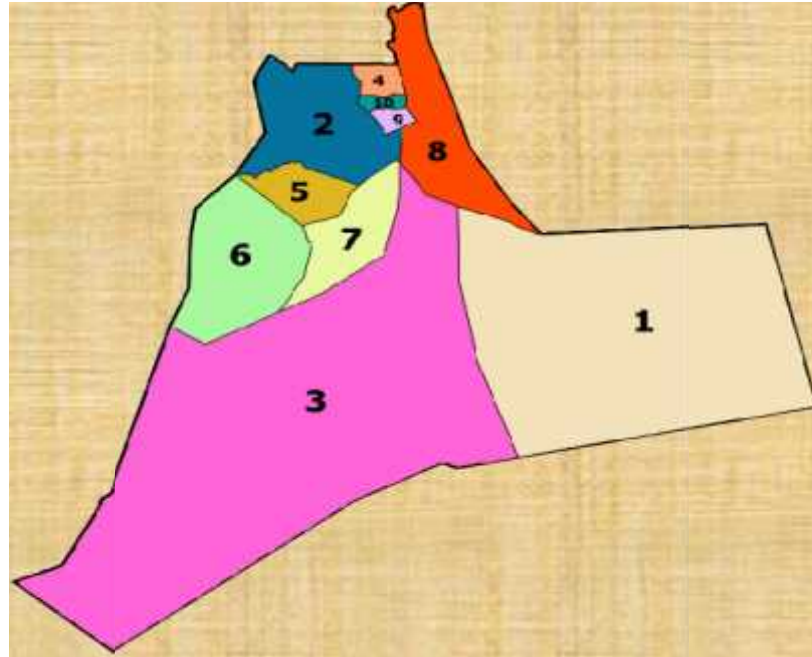


Figure N°29 : Daïras d'Ouargla (MOUHJIL, 2013)

1 : EL BORMA 2 : EI HADJI RA 3 : HASSI MESSOUD 4 : MEGGARINE
 5 : N'GOUSSA 6 : OUARGLA 7 : SIDI KHAWILID 8 : TAIBATE
 9 : TEMACINE 10 : TOUGGOURT

II-1-3- Etude hydrogéologique de la région :

La figure N°30 explique et montre les nappes et leurs profondeurs :

➤ **La nappe phréatique :**

Le niveau piézométrique de la nappe est aujourd'hui situé entre 8 et 10 m (NEZLI I, 2009). Au niveau de la haute zone, 50 et 100 cm dans les palmeraies limitrophes de la sebkha et inférieur à 50 cm dans la sebkha jusqu'à l'affleurement au centre (BELLAOUER, 2008).

➤ **Nappe Mio-pliocène :**

L'exploitation de la nappe Mio-pliocène est extrêmement ancienne, cette nappe se trouve à une profondeur de 60 à 200 m, sa salinité varie de 1,8 et 4,6 g/l (TOUIL, 2003)

Elle est constituée de sables fins à grossiers graveleux, à intercalation de calcaires blancs tendres et marnes sableuses (REVILOIS, 1975).

➤ **Nappe du sénonien :**

La salinité de ces eaux varie de 1,8 à 4,4 g/l et leur température est de l'ordre de 30°C, cette nappe se trouve à des profondeurs variant de 180 à 350m (KORIBAA, 2007).

➤ **Nappe du (CI) albienne :**

Les eaux de cette nappe sont de type sulfaté-sodique, dont la température varie de 51°C à 66°C, à des profondeurs allant de 1000 à 1500 m (BELLAOUER, 2008). La nappe est jaillissante et exploitée par des forages destinés à l'A.E.P

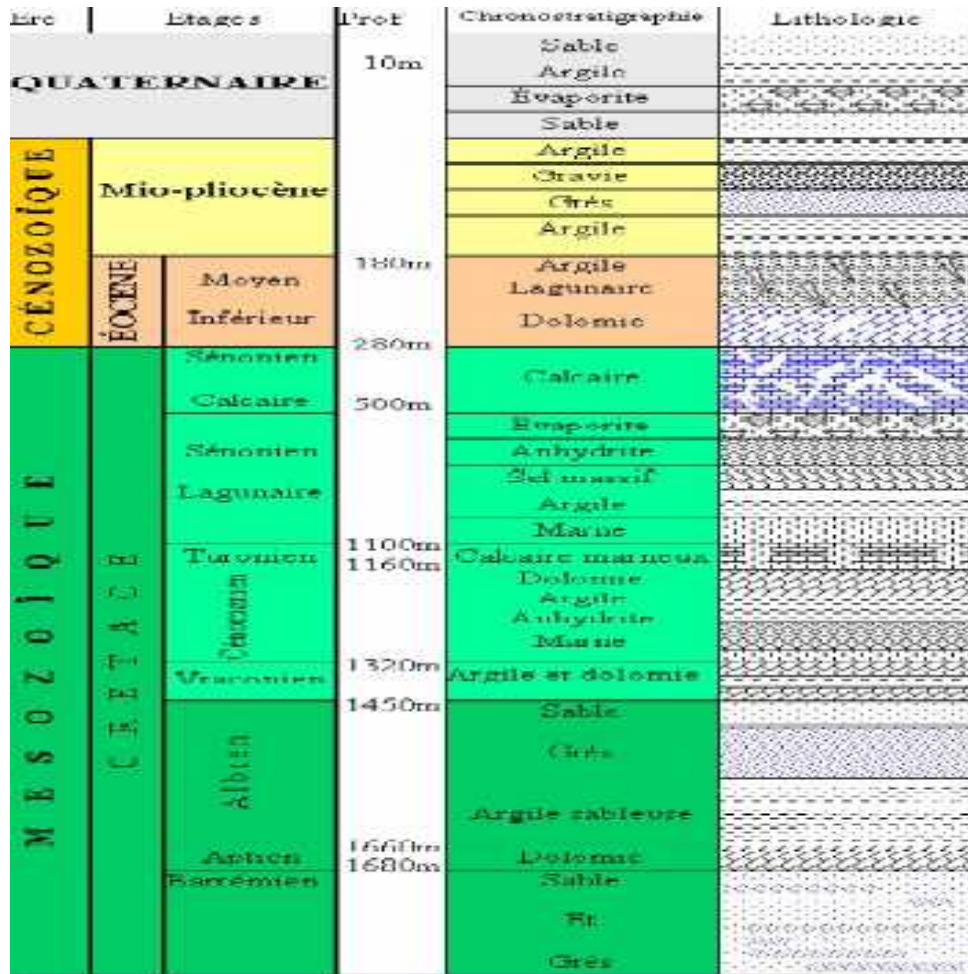


Figure N°30 : Les nappes géologiques de la région d’Ouargla (ANRH ,2004)

II-2- Choix des sites de prélèvements :

Dans la wilaya de Ouargla, il ya 191 forages albiennes (voir l’annexe 04) et 19 forages pour l’A. E.P, avec un débit moyen de 200 l/s, ce qui favorise la formation de dépôts de tartre dans les conduites d'eau et dans les circuits du refroidisseur en augmentant ainsi la perte de charge.

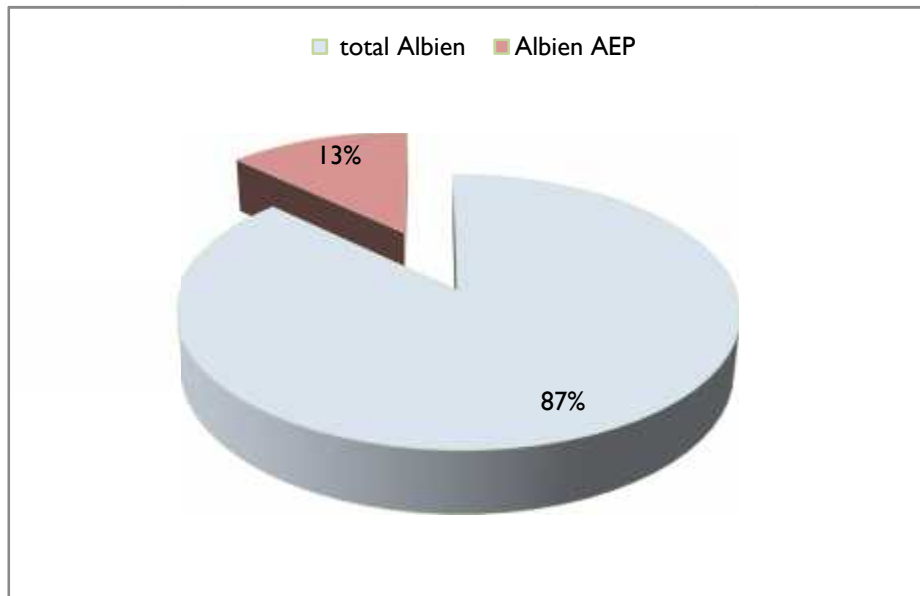


Figure N°31 : Pourcentages de forage albien A.E.P (CHB, 2018)

Dans la figure N°31, les 13% représente le nombre de forages albiens potables par rapport aux totalités des forages albiens de la wilaya d’Ouargla (Voir l’annexe n°3).

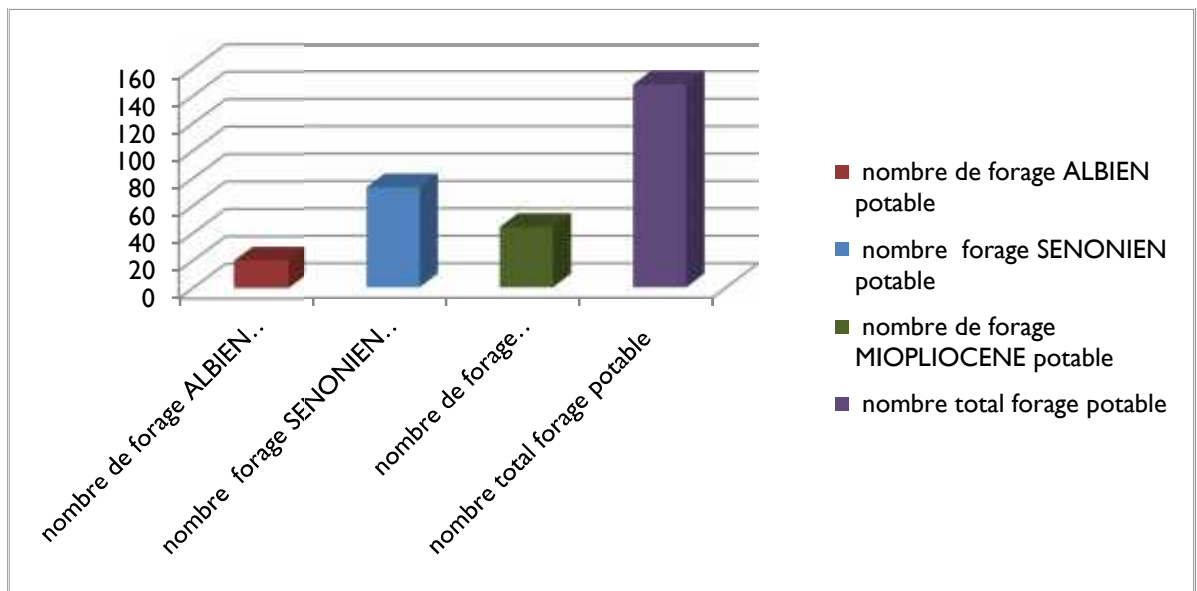


Figure N°32 : Nombre des forages albiens pour les eaux potables (CHIB, 2018)

Dans la figure N°32 représente le nombre de forages albiens par rapporte aux deux autres nappes (MIOPLIOCENE et SENONIEN) de la wilaya d’Ouargla (Voir l’annexe n°4).

Tableau N°6 : Forages albiens pour l’eau potable de la wilaya d’Ouargla (ADE, 2017)

DAIRA	COMMUNE	Nom du Forage	Année de mise en service	NAPPE	Débit (l/s)	
					Mobilisé	Exploité
OUARGLA	OUARGLA	F - HAI NACER Albien (F Albien ELKHAFDJI)	2016	ALBIEN	200	100
OUARGLA	RUISSAT	F - EI HADEB 1	1974	ALBIEN	200	55
OUARGLA	RUISSAT	F - EI HADEB 2	1987	ALBIEN	200	51
OUARGLA	RUISSAT	F - EI HADEB 3	2013	ALBIEN	160	110
OUARGLA	RUISSAT	F - Ain Beida	2016	ALBIEN	160	40
TOUGGOURT	NEZLA	F- SIDI MEHDI 2 Albien	1974	ALBIEN	200	150
TOUGGOURT	NEZLA	F- SIDI MEHDI 3 Albien	1995	ALBIEN	250	110
TOUGGOURT	NEZLA	F- AIN SAHARA 1 Albien	1978	ALBIEN	200	147
TOUGGOURT	TOUGGOURT	F- EI MOSTAKBAL Albien TOUGGOURT	2014	ALBIEN	160	70
TOUGGOURT	NEZLA	F-AIN SAHARA 2 Albien	2009	ALBIEN	200	130
TEMACINE	TEMACINE	F- TEMACINE Albien	2010	ALBIEN	200	105
TEMACINE	BLIDET AMOR	F- BLIDET AMOR Albien	1984	ALBIEN	200	83
MEGGARINE	MEGGARINE	F- MEGGARINE Albien	1981	ALBIEN	200	95
MEGGARINE	SIDI SLIMANE	F- SIDI SLIMANE Albien ONID	1975	ALBIEN	40	40
EL HADJIRA	EL HADJIRA	NF- Albien EL ALIA	2013	ALBIEN	185	125
EL HADJIRA	TAIBAT	F-EI HADJIRA Albien 3	2017	ALBIEN	200	30
EL HADJIRA	EL HADJIRA	F-EI MIR Albien	1986	ALBIEN	150	68
TAIBAT	TAIBAT	F-BIR EL ASSEL Albien	1989	ALBIEN	150	65
TAIBAT	BENNACEUR	F-BEN NACER 2 Albien	2009	ALBIEN	150	78
Total					3405	1652

Dans le tableau N°6 représente les forages albiens la localité des forages et leur date de mise en service et leur débit.

II-3-Techniques d'échantillonnage :

Le prélèvement d'un échantillon 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 caractères physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matière en suspension... etc). Le matériel de prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière (RODIER et al, 2009).

L'objectif de prélèvement d'échantillonnage est d'obtenir un échantillon aussi représentatif que possible de l'eau à examiner, sans contaminer ni modifier l'échantillon. Des précautions doivent être prises à trois niveaux :

- Le matériel de prélèvement.
- La technique de prélèvement.
- Le moyen de transfert et la conservation des échantillons. (Rodier, REJSEK, 2002).

II-3-1- Méthodes et techniques d'analyses :

Nous avons effectué les analyses physico-chimiques des échantillons d'eau au sein des laboratoires de l'établissement public des Algériennes des eaux (ADE), A N R H et station A D E projet.

II-4- Analyses physiques :

II-4-1-Mesure de la température :

Elle est mesurée sur site au cours du prélèvement à l'aide d'un thermomètre à mercure manuel. Les résultats sont obtenus en degré Celsius.

II-4-2- Mesure de pH :

Le pH est en relation avec la concentration des ions hydrogène [H⁺], présents dans l'eau, il est mesuré à l'aide d'une électrode de pH combiné (RODIER et al, 1990).

II-4-3- Mesure de la conductivité :

Pour la détermination de la conductivité, on a utilisé un conductimètre ou multiéléments (Voir l'annexe N°08) en mettant l'électrode dans l'eau. Le résultat de conductivité est donné directement en $\mu\text{S/cm}$. Le résultat de la salinité et du taux de sels dissous (TDS) sont donnés respectivement en ‰ et en mg/l (RODIER et al ,1990).

II-4-4-Mesure de la turbidité :

Elle se détermine à l'aide d'un turbidimètre HACH 2100N (Voir l'annexe N°08). Après remplissage de la cuvette, on effectue rapidement la mesure. Il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure. La mesure est obtenue directement en NTU (RODIER, NF T90-033, Norme NA 746).

II-4-5-Détermination de M E S :

Si la turbidité supérieure à 5 NTU, dans ce cas on fait passer 100 ml d'eau sur un papier filtre et on le met dans l'étuve pendant 2 h et on fait la pesé.

II-4-6-Détermination du résidu sec :

La détermination des résidus sec permet d'estimer la teneur en matières dissoutes. On lave le bêcher avec de l'acide (solution diluée de HCl ou H₂SO₄). On pose le bêcher vide et après, on prélève un volume d'eau brute (100 ml) et on introduit le bêcher dans l'étuve pendant 24 h (RODIER, Afnor norme française. NFT90-029).

II-4-7- Analyse des paramètres de pollution :**II-4-7-1 - Détermination de l'azote ammoniacal (NH₄⁺) :**

La détermination de l'azote ammoniacal (NH₄⁺) est obtenue par la méthode spectrométrique d'adsorption moléculaire (spectrophotomètre UV visible) avec $\lambda = 655\text{nm}$. Les résultats sont obtenues directement en mg/l (ISO 7150, 1984).

II-4-7-2- Dosage des Nitrites (NO₂⁻) :

Les nitrites (NO₂⁻) sont dosés suivant la méthode spectrométrique par adsorption moléculaire. Les nitrites réagissent avec le réactif mixte, on remarque l'apparition d'une couleur rose, $\lambda = 543\text{ nm}$ (ISO 5667, 1980).

II-4-7-3- Dosage des Nitrates (NO₃⁻) :

Les nitrates (NO₃⁻) sont dosés suivant la méthode spectrométrique. En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune. Les nitrates réagissent avec le tartre double de sodium et potassium (Rodier et al, 2009).

II-47-4- Détermination des phosphates (PO₄⁻³) :

Les orthophosphates sont dosé avec une solution acide (contenant des ions de molybdate d'antimoine) pour former un complexe antimoyl-phosphomolybdate, de couleur bleu (ISO 6878/1, 1994).

II-5- Minéralisation globale :**II-5-1- Dosage Calcium (Ca^{+2}) et Magnésium (Mg^{+2}) :**

Principe : titrage des ions calcium avec solution aqueuse de l'EDTA à un pH de 12, et 13, l'indicateur utilisé est le murexide, qui forme un complexe rose avec le calcium lors du titrage de l'EDTA et réagit avec les ions calcium. L'indicateur vire alors de la couleur rose à la couleur violet (ISO 6058, 1989).

I-5-2- Dureté totale (TH) :

Le principe consiste au dosage des ions calcium et magnésium avec une solution acide organique (l'EDTA à pH 10) et un indicateur, qui est le noir érichrome, qui donne une couleur rose en présence des ions calcium et magnésium lors du titrage avec l'EDTA. La solution vire au bleu (ISO 6058, 1989).

II -5-3- Dosage de Sodium (Na^+) et Potassium (K^+) :

La photométrie de la flamme est l'un des procédés les plus rapides et sensibles, d'analyse du sodium et du potassium sous forme de sels. L'analyse se fait en partant de leurs solutions. On a utilisé pour la présente mesure l'appareil (SHERWOOD 410) (voir l'annexe N°08). Les résultats sont donnés directement en mg/l (ISO 9964/3,1990).

II-5-4- Dosage des chlorures (Cl^-) :

Le dosage des chlorures est réalisé par titrage ou argent nitrate (AgNO_3) en utilisant du dichromate de potassium (K_2CrO_4) comme indicateur.

La réaction s'effectue entre les ions chlorures et les ions de l'argent pour former le chlorure d'argent (AgCl) qui est insoluble, ce précipité réagit avec (K_2CrO_4) pour former du chromate d'argent, brun rouge (Ag_2CrO_4). Titrer avec AgNO_3 jusqu'à le virage du jaune au rouge brique (ISO 9297, 1989).

II -5-5- Dosage de sulfate (SO_4^{2-}) :

La technique utilisée pour le dosage de sulfate est la méthode spectrométrique selon ISO 9280, 1990. On précipite les ions du sulfate avec les chlorures de baryum. Les résultats sont obtenus en mg/l.

SO_4^{2-} (mg/l) = Valeur lue x facteur de la dilution (LADJEL, 2009).

II -5-6- Titre alcalin complet (TAC) et Bicarbonate (HCO_3^-) :

La technique utilisée est le dosage des bicarbonates (HCO_3^-), carbonate (CO_3^{2-}) et hydroxydes (OH^-) selon ISO 9963, (1996) avec un acide fort (H_2SO_4) et un indicateur coloré, qui est le méthyle orange.

II-5-7- Titre CO₂ libre :

Le dosage carbonique de CO₂ s'effectue par titrage d'un acide fort (HCl) et un indicateur phénophtaléine (RODIER et, NF T90-011, 2009).

II-5-8- Fer total :

Le complexe fer (II) –phénanthroline-1,10 est stable dans l'intervalle de pH de 2.5 à 9 et l'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de fer (II) (ISO.6332, 1988).

II-5-9- Iodure :

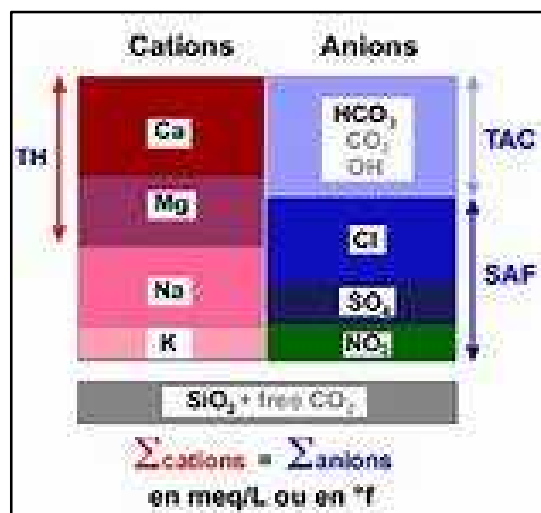
On utilise le programme Hach par la méthode 8031 DPD méthode (voir le manuel de l'appareil (10 ml d'eau + 1 comprimé de DPD4)).

II-5-10- Fluore :

On utilise le programme Hach par la méthode 8029(voir le manuel de l'appareil).

II-6-La balance ionique :

L'analyse physico-chimique d'une eau comporte obligatoirement les éléments nécessaires à l'établissement de sa balance ionique, on vérifie la somme des cations, qui est égale à celle des anions, pour ses ions majeurs : calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et chlorures, sulfates, nitrates et bicarbonates pour les anions. On admet qu'une différence peut exister entre la somme des anions et celle des cations, mais elle ne doit pas excéder 2% (sommes exprimées en milliéquivalent par litre). Les totaux s'équilibrent car dans une solution aqueuse saline la somme des cations est égale à celle des anions (PAPITO, 2011).



Figuré N°33 : Balance ionique (PAPITO, 2011)

II-7-Diagramme Piper

Le diagramme de Piper permet une représentation des anions et des cations sur deux triangles, témoignant les teneurs relatives en chacun des ions par rapport au total des ions. A ces deux triangles, est associé un losange sur lequel est reportée l'intersection des deux lignes. C'est une représentation graphique de la chimie d'un ou plusieurs échantillons d'eau.

Les anions et les cations sont représentés dans deux diagrammes ternaires distincts. Les apices du diagramme ternaire des anions sont le sulfate, le chlorure et le carbonate plus l'hydrogénocarbonate.

II-8-Détermination de la quantité du tartre :

Une analyse effectuée au niveau du laboratoire d'A.D.E d'Ouargla, on a choisi quelques forages :(AIN BEIDA, ELHADAB1, ELHADAB 3, ELKHAFDJI, N F El-Hadjar et BEN NACER), puis on a effectué une étude iso thermique sur ces forages.

On prend 50 ml de chaque forage, et on met l'échantillon dans l'étuve à 105°C pendant 5 jours.

La première étape consiste à avoir le poids du tartre et dans la deuxième étape, on mesure la conductivité (voir les résultats dans l'annexe N°8).

Après Chaque 24H, on ajoute un nouveau volume (50 ml d'eau distillée).

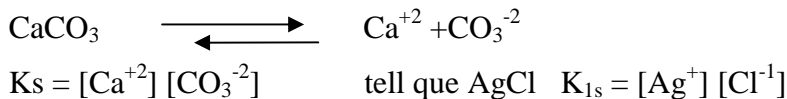
La troisième étape, c'est la détermination des éléments du dépôt. On utilise l'appareil DR 2800 pour lire l'absorbance de quelques éléments. (Cl^- , SO_4^{-2} , TH, Ca^{+2}).

Par la suite, on a déterminé la concentration de chaque élément par titrage.

II-9-Méthode de calcul :

II-9-1-Généralités : Les différentes formules proposées pour exprimer l'équilibre calco carbonique prennent en compte un certain nombre de caractéristiques de l'eau.

L'équilibre de solubilité de CaCO_3 est expliqué dans la réaction suivante :



Mais Ag^+ et Cl^- sont directement accessibles à la mesure de CaCO_3 . On a effectué le dosage de $[\text{Ca}^{+2}]$ et non pas $[\text{CO}_3^{-2}]$, donc on calcule $[\text{CO}_3^{-2}]$ à partir du PH ou TAC.

II-9-2- Méthode graphique :

Les nombreuses formules proposées pour exprimer l'équilibre calco carbonique prennent en compte un certain nombre de ces caractéristiques, mais par simplification en

négligeant beaucoup d'autres. Ainsi, de nombreux auteurs sont cantonnés à l'étude des solutions pures de CaCO_3 .

On peut citer quelques méthodes :

- **Méthode TILLMANS 1912** : une estimation de la force ionique et utilise le couple acide carbonique (H_2CO_3) et bicarbonate (HCO_3^-).

$$[\text{HCO}_3^-] = f\left(\frac{1}{2} * [\text{HCO}_3^-]\right).$$

- **Méthode KANKO 1932**: on utilise le couple CO_2 et pH pour tracer la courbe $\text{Log}([\text{CO}_2]) = f(\text{pH})$.

- **Méthode FRANQUIN et MARECAUX 1938** :

$$\left(\frac{1}{2} * [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}]\right) = f\left(\frac{1}{2} * [\text{HCO}_3^-] + [\text{H}_2\text{CO}_3]\right)$$

- **Méthode POURBAI 1945** : d'après la force ionique réelle calculée sur les principaux éléments fondamentaux et caractéristiques et, par ailleurs, utilise le couple $[\text{Ca}^{2+}]$ et CO_2 total on trace la courbe $\log [\text{Ca}^{2+}] = f(\text{PH})$.

➤ **Méthode de HALL PEAU et DUBIN 1949** : qui prend également en compte une Estimation de la force ionique et utilise le couple pH, TAC, ainsi que des équations simplifiées. Nous verrons plus loin plus en détail cette méthode largement utilisée $\text{PH} = f(\log([\text{HCO}_3^-]))$.

- **Méthode de Schmitt 1955** : on calcule les principaux éléments fondamentaux et caractéristiques, on utilise le couple Ca^{+2} et pH par trace la courbe de $[\text{Ca}^{+2}] = f(\text{PH})$.
- **Méthode du grand et poirier 1972** : on utilise les éléments fondamentaux ; par utilise le couple CO_2 et carbone minérale total CMT.

$$[\text{CO}_2 \text{ total}] = \text{CMT} = f(\text{Ca}^{+2})$$

(VINCENT, 2011)

II-9-3-1- Exemple

La méthode par calcul :

Les programmes **EQUIL** et **EQUILWIN**, développés par l'auteur : il utilise les formules données par HALLOPEAU et DUBIN, ainsi que diverses constantes ou formules chimiques, dans ce cas on a utilisé le programme EQUIL DOS (équilibre calco carbonique version 1.5 (simplifié) pour la détermination du type des eaux de forage albiens (voir la figure N°35).



Figure N°35 : Logiciel pour EQUIL calco carbonique (PIERRE, 2004)

Pour avoir le détail de traitement pour chaque forage par le logiciel **EQUIL**, voir l'annexe N° 8.

Chapitre III

Résultats et discussion

III- Caractéristiques et classification des eaux : une analyse de qualité physico-chimique nécessaire pour la détermination du type des eaux albiennes.

III-1-résultats d'analyse d'après les normes :

Les résultats d'analyses effectuées au laboratoire d'ADE sont représentés dans l'annexe N°5.

III-1-1-Discussions :

III-1-1-1- Température :

Les températures mesurées sont entre (48°C de forage SIDI SLIMANE et 68°C forage BIR ASSALE) qui dépassent la norme algérienne (figure N°36).

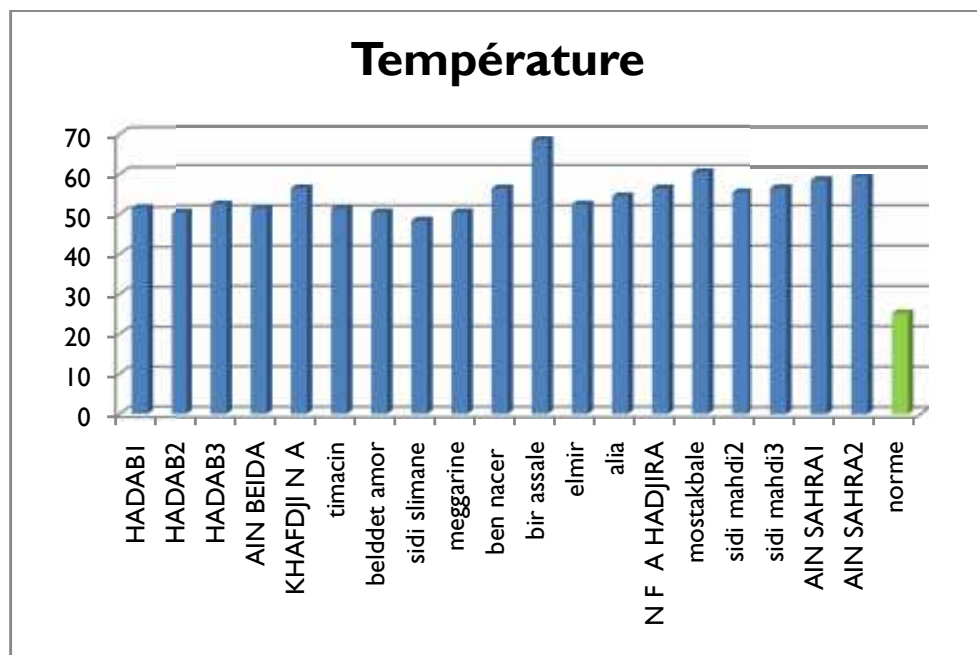


Figure N°36: La température des échantillons d'eau étudiée (CHIB, 2018)

III-1-1-2- Le pH :

Les résultats de la figure N°37, laissent apparaître une variation de pH entre 6.96 dans le forage de SIDI SLIMANE et 7.69 pour le forage de BALADIAT AMOR.

Les législations Algériennes et européennes précisent comme niveau guide 6,5 pH _ 8,5 (JORA, 2000; RODIER et al, 2005).

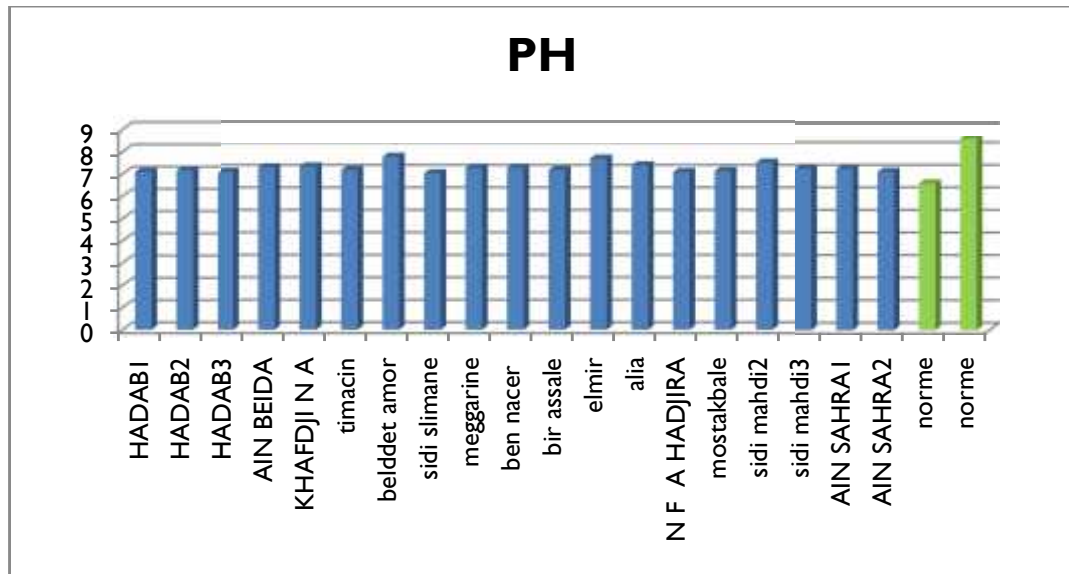


Figure N°37 : Le pH des échantillons d’eaux étudiées (CHIB, 2018)

III-1-1-3-Conductivité électrique :

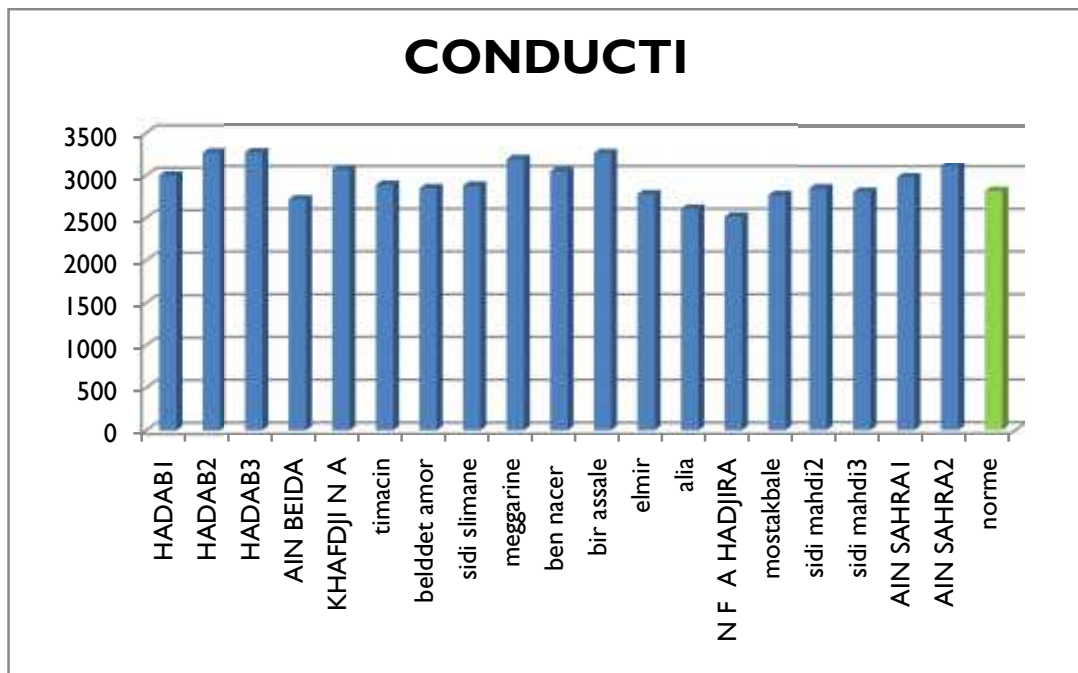


Figure N°38 : La conductivité des échantillons (CHIB, 2018)

La figure N°38 représente les différentes conductivités électriques mesurées, on remarque que le forage N F EL KHAFDJI, ayant une valeur de 2500 µS/cm possède une conductivité électrique plus petite que le forage de EL HADAB03, qui a une valeur de 3270 µS/cm).

Les normes algériennes fixent une valeur limite de conductivité de 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour les eaux chargées en sels minéraux (JORA, 2000).

III-1-1-4-La turbidité :

Les résultats de la figure N° 39 montrent que les valeurs de la turbidité allant de 0.271 pour EL HADAB1 au 4.63 NTU de forage de BELDAT AMOR.

Les normes de turbidité de l'eau potable sont assez différentes. L'OMS (1965) et les normes algériennes (2000), recommandent comme valeur limite de la turbidité égale à 5 NTU. L'OMS (1993) est la norme algérienne.

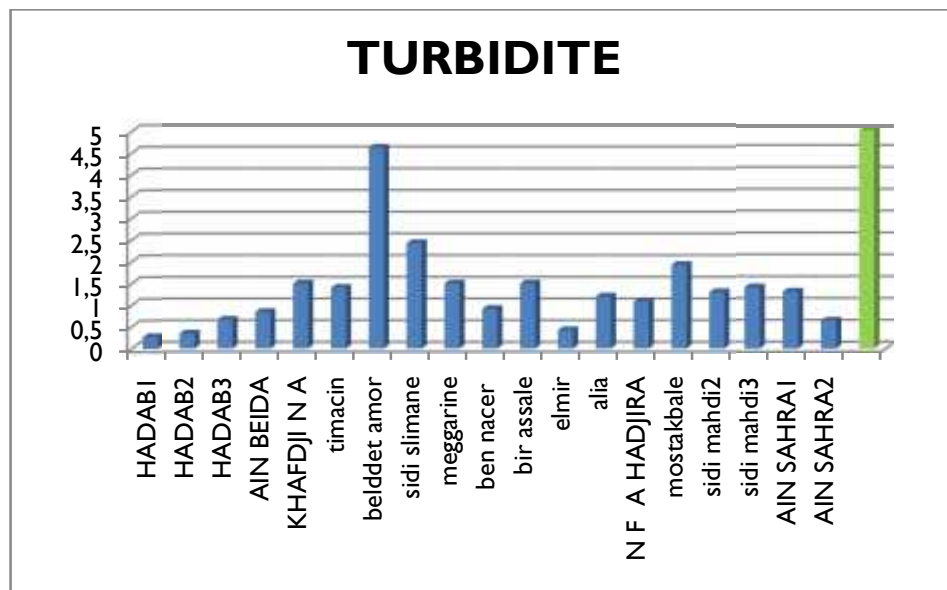


Figure N°39 : Le taux de turbidité (CHIB, 2018)

III-1-1-5- Chlorures (Cl⁻) :

Parmi les anions dominants, il apparaît les chlorures, variant entre 494.4 mg/l dans le forage ALLIA au 732.18 mg/l dans le forage de SIDI SLIMANE (fig N°40). Les normes de potabilité algériennes est d'une concentration maximale admissible de 500 mg/l (JORA, 2000).

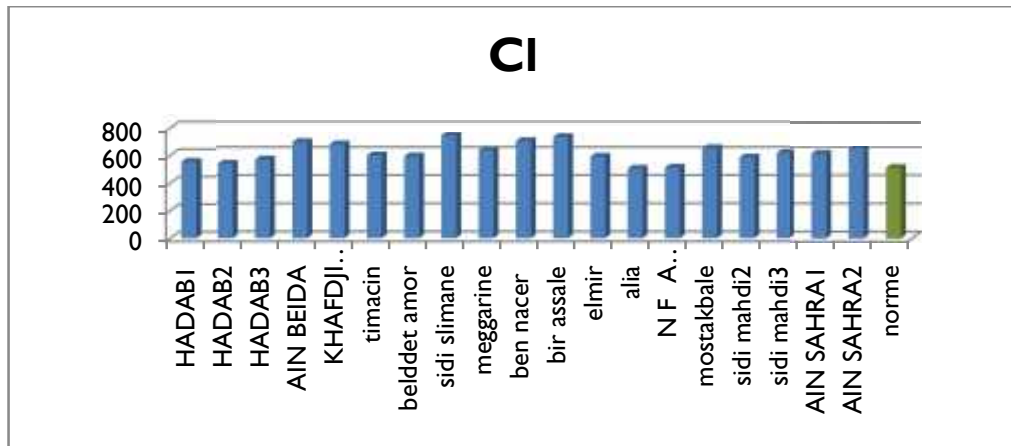


Figure N°40 : Les concentrations des chlorures (CHIB, 2018)

III-1-1-6- Les sulfates (SO₄²⁻) :

Ils sont présents (dans la figure N°41) à des concentrations allant de 232 mg/l dans le forage d'AIN BEIDA à 675 mg/l dans le forage HADAB3. Par contre, les normes de potabilité algériennes sont fixées à 500 mg/l (JORA, 2000).

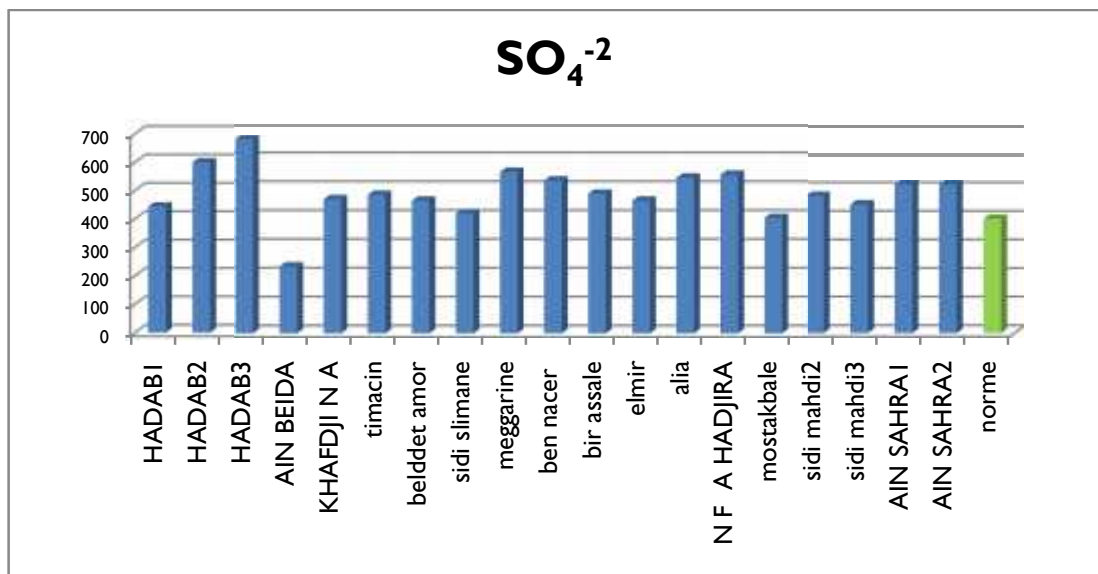


Figure N°41 : Les concentrations de sulfates (CHIB, 2018)

III-1-1-7- Le sodium (Na⁺) :

D'après la figure N°42, on remarque des valeurs identiques et conformes à la norme, donc on parle de Forage ELHADAB1, Forage de ALLIA, Forage N EL KHAFDJI, FORAGE SIDI MEHDI2 et en fin le forage de SIDI MEHDI3, avec une concentration de sodium égale à 200 mg/l, tandis que les autres points dépassent les normes avec des valeurs de 300 mg/l.

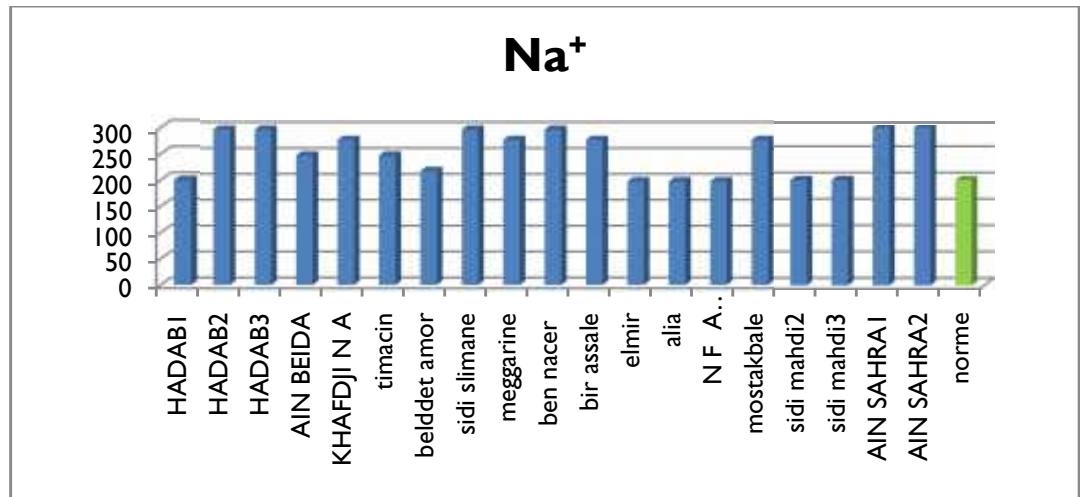


Figure N°42 : Les concentrations de sodium (CHIB, 2018)

III-1-1-8-Le calcium (Ca⁺²) :

C'est un élément présent dans toutes les eaux naturelles (BENAMAR et al. 2011). La figure N°43 montre que les valeurs de calcium de nos échantillons sont de 180.36 mg/l pour le forage (ELHADAB1, ELHADAB2, AIN BEIDA, et TIMACINE) et 236.47 mg/l qui est proche de la norme.

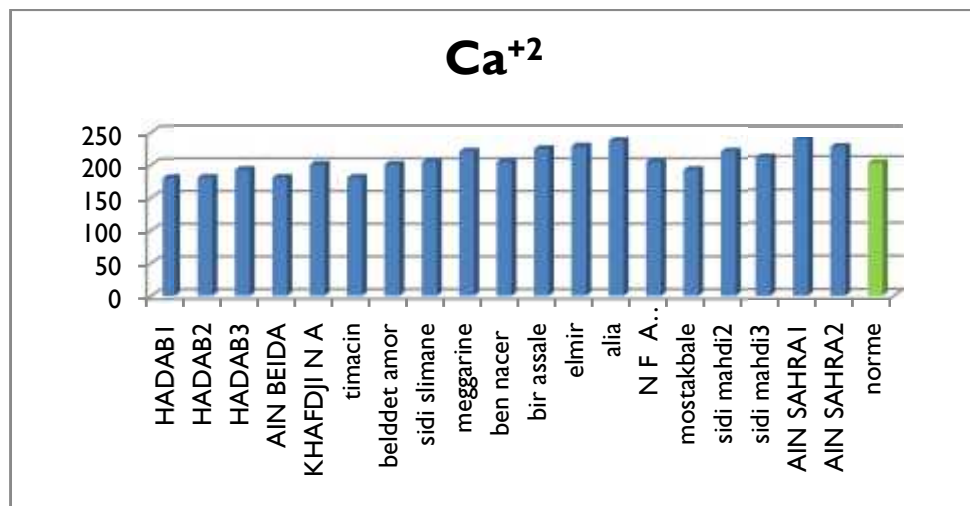


Figure N°43 : Les concentrations de calcium pour tous échantillons (CHIB, 2018)

III-1-1-9-Dureté totale (titre hydrotimétrique TH) :

Les valeurs obtenues de la dureté totale, vont de 710 mg de CaCO₃/l au forage d'AIN BEIDA à 1150 mg de CaCO₃/l, à l'addition d'eau de forage EL HADAB1 (fig N° 44.)

La dureté totale a un caractère naturel, lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et en magnésium (HAKMI, 2006).

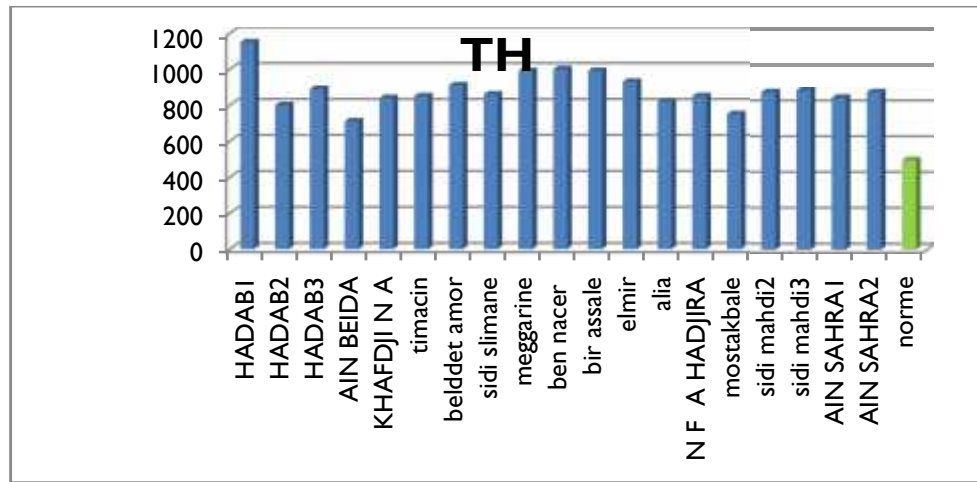


Figure N°44: Le taux de dureté totale (CHB, 2018)

Le forage hadab1 possède la valeur maximale de la dureté (115 °f) par rapport au forage d’Ain BIEDA (71°f).

Les normes de l’OMS (1972) mentionnées dans le tableau N°7 montrent que tous les échantillons d’eau de la présente étude sont très dures ; Pour **TABOUCH et ACHOUR (2004)**, les eaux de la région orientale du Sahara septentrional sont des eaux très dures, variant entre 59°f et 480°f pour la nappe Mio-pliocène, Sénonienne et Albienne.

Tableau N°7 : Normes pour la dureté des eaux de boisson (OMS, 1972)

Paramètres	Titre hydrotimétrique TH (°F)				
	0-7	7 – 22	22 – 32	32 -54	>54
Dureté de l’eau	Douce	Modérément douce	Assez douce	Dure	Très dure

III-1-1-10- L’ammonium :

Le taux d’ammonium des eaux distribuées est variable et ne dépasse pas 0.062 mg/ l, soit le maximum obtenu au forage albien EL MOSTAKBAL, l’ammonium est un indicateur de la pollution microbiologique (FIGARELLA et LEYRAL, 2002; RODIER et al 2005; LADJEL, 2009). Pour DIB (2009), la présence d’ammonium dans l’eau peut être liée à la réduction des formes azotées (nitrites et nitrates) en conditions réduites.

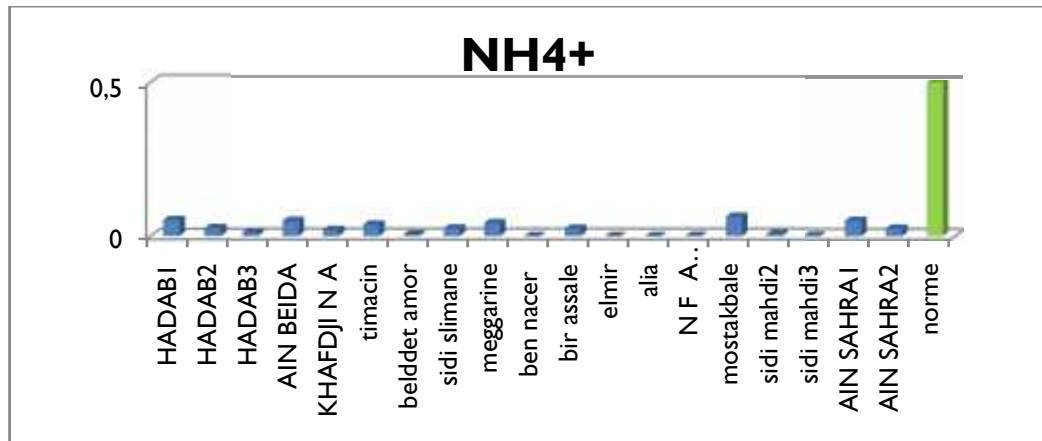


Figure N°45 : La concentration d’ammonium (CHIB, 2018)

III-1-1-11- Nitrites :

D’après la figure N° 46, les échantillons d’eaux domestiques analysées ne renferment pas des nitrites et même s’ils existent, ce sont des taux qui ne dépassant pas 0,039 mg /l, de NO₂⁻ enregistré au niveau de forage de AIN BEIDA. La limite de consommation algérienne est fixée à 0,1 mg / l de NO₂⁻ (JORA, 2000).

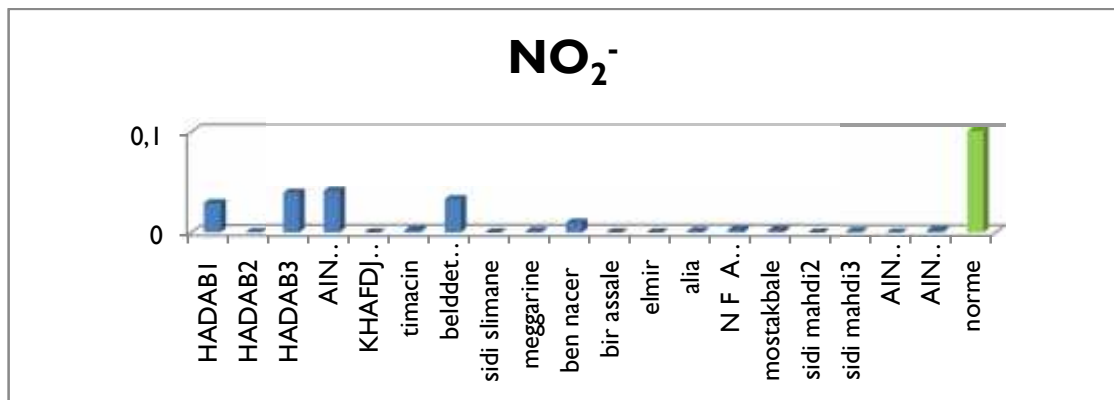


Figure N°46 : La concentration de nitrite (CHIB, 2018)

III-1-1-12- Ortho-phosphate :

Sur la figure N°47, le taux de l'ortho-phosphate est de 0.42 mg/l de PO₄³⁻, dans le forage El MESTAKBAL, les normes algériennes fixent le taux de l'ortho-phosphate dans les eaux d’addition à 0,5 mg/l de PO₄³⁻ (JORA, 2000). Alors pour les autres points, nous avons remarqué l’existence de PO₄³⁻, qui étaient conformes aux normes.

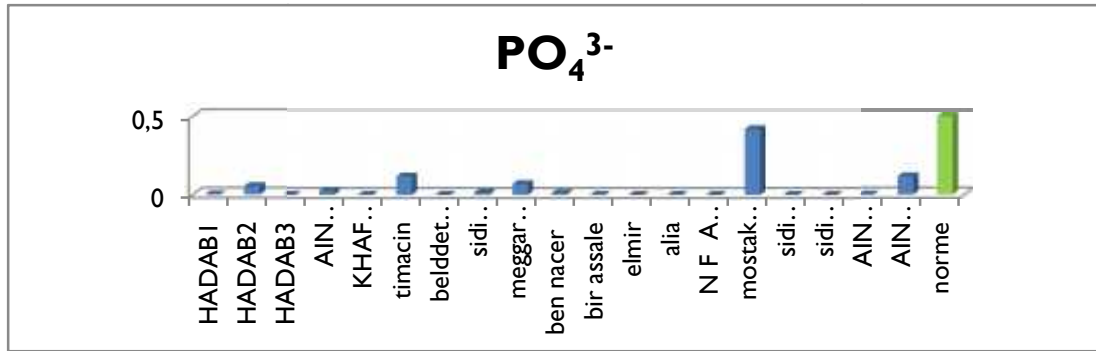


Figure N°47 : La concentration de l’ortho- phosphate (CHIB, 2018)

III-1-1-13- Nitrates :

D’après la figure N°48, les échantillons d'eaux domestiques analysées ne renferment pas des nitrates et même s'ils existent, ce sont des taux qui ne dépassant pas 1.15 mg /l, de NO₃⁻ enregistré au niveau du forage de EL HADAB2. La limite de consommation algérienne est fixée à 50 mg /l de NO₃⁻ (RODIER et T90-012,1971).

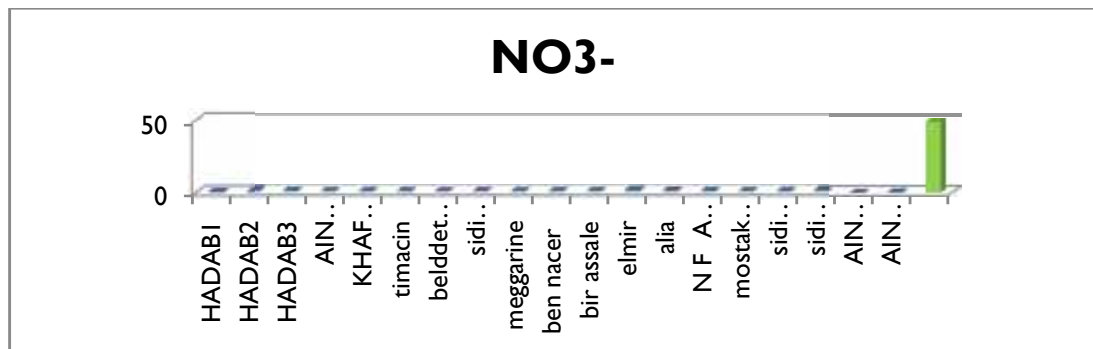


Figure N°48 : La concentration de Nitrates (CHIB, 2018)

III -1-1-14- Le fluore :

La figure N° 49 montre que les échantillons d'eaux domestiques analysées ne renferment pas des fluores qui ne dépassant pas 1.89 mg /l de F⁻, enregistré au niveau du forage ELMIR. La limite de consommation algérienne est fixée à 2 mg /l de F⁻(JORA, 2000).

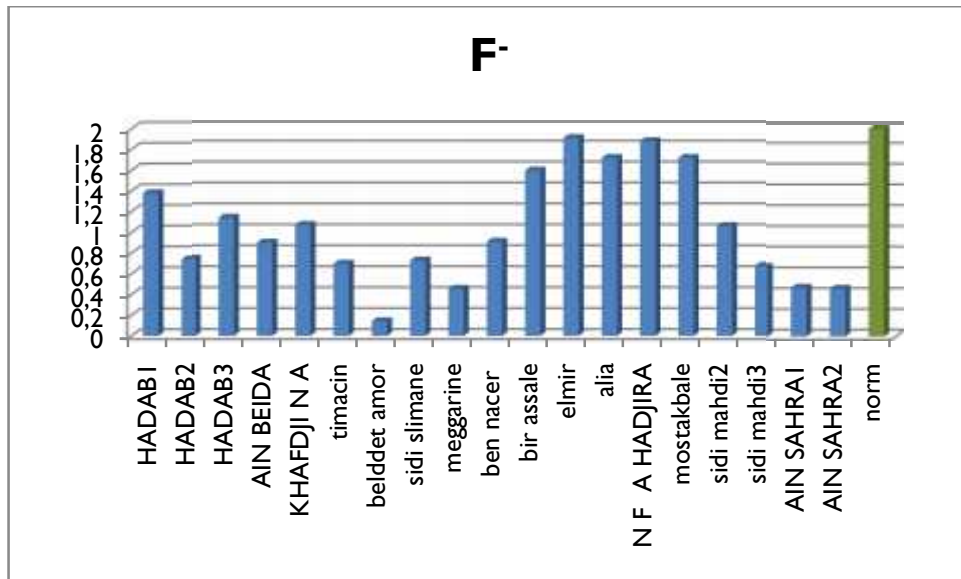


Figure N°49 : Le taux de fluore (CHIB, 2018)

III-1-1-15- Iodure :

D’après la figure N°50, les échantillons d’eaux domestiques analysées pour l’iodure ayant des taux, qui ne dépassent pas 0.08 mg /l, de iodure (I₂), enregistré au niveau du forage de ALLIA, BEN NACER et la limite maximale est de 0.53 mg/l dans le forage de TIMACIN.

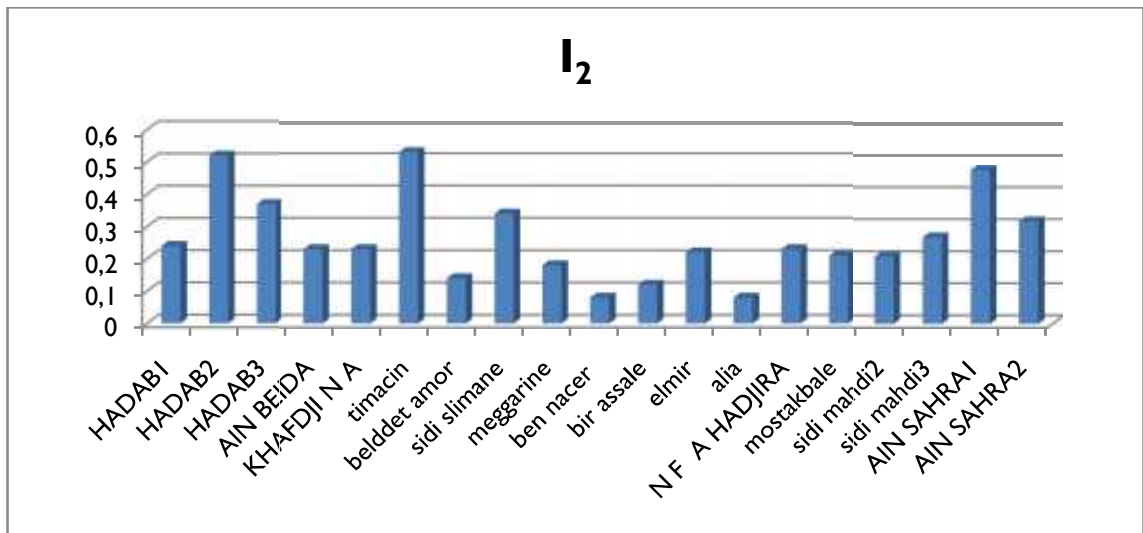


Figure N°50 : Le taux d’iodure (CHB, 2018)

III-1-1-16- Fer total :

Dans la figure N°51, le taux de fer total est de 0.013 mg /l pour le forage de ELHADAB1 et 0.852 mg/l pour le forage d’ALLIA. Les normes algériennes fixent le taux de fer total dans les eaux à 0,3 mg/l (JORA, 2000).

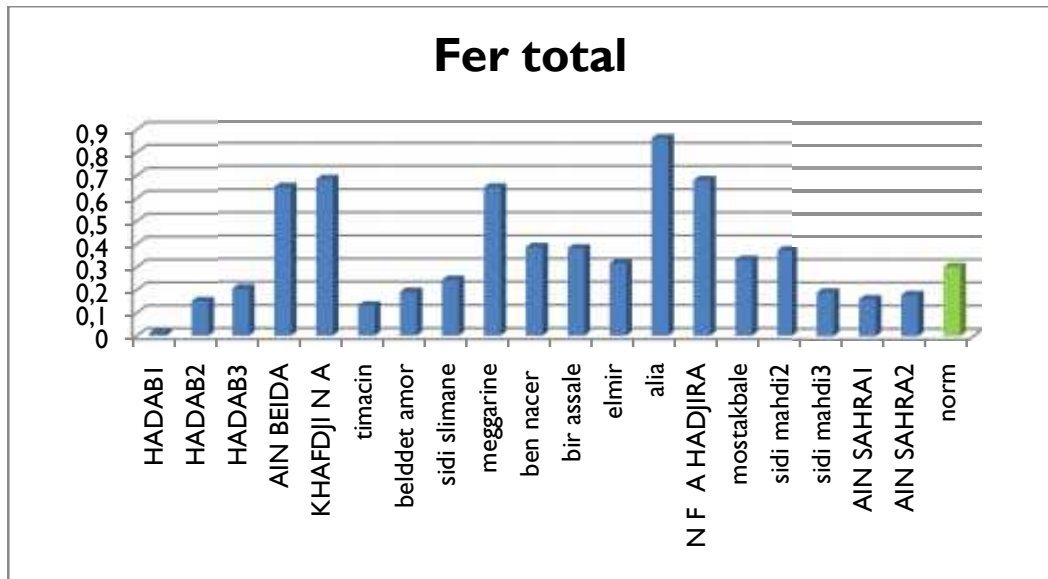


Figure N°51 : Le taux de fer total (CHIB, 2018)

III-1-2-Faciès chimique :

D'après le tableau N°8, On peut conclure que :

- Les chlorures dans tous les forages sont supérieurs à des sulfates.
- Les sulfates dans tous les forages sont supérieurs de bicarbonate

Donc, les $(\text{HCO}_3^- / \text{Ca}^{+2}) \ll 1$: effet des anions sulfates et chloriques > : effet du complexe CaHCO_3^+ (Les $(\text{SO}_4^{-2} / \text{Cl}) \ll 1$) Alors que les forages albiens sont chlore sulfate.

Les $(\text{Na}^+ / \text{Ca}^{+2}) \gg 1$ des forages (AIN BIEDA, ELKHAFDJI, ELHADAB2, ELHADAB3, TIMACINE, SIDI SLIMANE, MEGGARINE, BEN NACER, BIR ASSALE EL MOSTAKBAL, AIN SAHAR1 et AIN SAHRA2) ce sont des forages sodiques calciques.

Par contre que les $(\text{Na}^+ / \text{Ca}^{+2}) \ll 1$ pour les forages(ELHADAB1 , BELDDATE AMOR , ELMIR , ALLIA, N F ELHADJIRA , SIDI MEHDI 2 et SIDI MEHDI3) sont des forages calciques sodiques.

Conclusion : les forages albiens sont des forages chloriques surfaciques et la majorité sont sodiques calciques.

Tableaux N°8 : les éléments caractéristiques pour les forages albiens (CHIB, 2018)

ECH	[Cl ⁻] meq	[SO ₄ ²⁻] meq	SO4/CL	[HCO ₃] meq	[NO ₃] meq	[Na ⁺] meq	[K ⁺] meq	Mg/Ca	[Ca ²⁺] meq	[Mg ²⁺] meq	Na/Mg	Na/Ca	Mg/Ca	Ca/Mg	SAR calcule	Na/K	Cl/Na	Mg/Na	HCO ₃ - /Ca+2
AIN BIDA	19,25	4,83	0,25	2,07	0,08	10,87	0,46	0,59	9,00	5,27	2,06	1,21	0,585	1,7091	4,069851823	23,55	1,7713	0,48446	0,22961749
F A ELKHAFDJI	18,81	9,69	0,52	2,37	0,00	13,04	0,90	0,68	10,00	6,80	1,9182	1,3	0,68	1,4706	4,500427561	14,53	1,4419	0,52133	0,23744262
EHADAB1	15,67	9,25	0,59	2,86	0,08	8,70	0,79	0,90	9,00	8,10	1,0735	0,97	0,9	1,1111	2,973850296	10,94	1,8024	0,9315	0,31812386
EHADAB2	16,06	9,38	0,58	2,69	0,11	10,87	0,77	0,74	9,80	7,29	1,491	1,11	0,744	1,3443	3,718411138	14,13	1,478	0,67068	0,27496098
EHADAB3	15,77	14,06	0,89	2,00	0,10	13,04	0,64	0,87	9,60	8,30	1,5707	1,36	0,865	1,156	4,359470883	20,35	1,2091	0,63665	0,20833767
TIMACIN	16,59	10,00	0,60	1,86	0,13	10,87	0,56	0,90	9,00	8,10	1,3416	1,21	0,9	1,1109	3,717131728	19,27	1,5263	0,74535	0,20648452
BELDDET AMER	16,39	9,58	0,58	2,53	0,02	8,70	0,79	0,86	10,00	8,62	1,0092	0,87	0,862	1,1605	2,850140019	10,94	1,8843	0,99092	0,25332787
F A SIDI SLIMANE	20,62	8,67	0,42	1,93	0,03	13,04	0,51	0,69	10,20	7,00	1,8634	1,28	0,686	1,4571	4,447840787	25,43	1,5812	0,53667	0,18954454
F A MEGGARINE	17,61	11,67	0,66	2,71	0,08	12,17	0,46	0,80	11,00	8,80	1,3834	1,11	0,8	1,2498	3,869318586	26,38	1,4469	0,72286	0,24657231
F BEN NACER	19,46	11,04	0,57	1,94	0,11	13,04	0,72	0,97	10,20	9,92	1,3145	1,28	0,973	1,0279	4,112176591	18,17	1,4918	0,76073	0,18988207
F BIR ASSAL	20,28	10,08	0,50	2,40	0,06	12,17	0,44	0,77	11,20	8,60	1,4156	1,09	0,768	1,3023	3,8691138	27,93	1,6655	0,70643	0,2142838
F ELMIR	16,36	9,58	0,59	2,17	0,10	8,70	0,51	0,69	11,00	7,60	1,1442	0,79	0,691	1,4474	2,851416677	16,96	1,8812	0,874	0,1976155
F ALIA	13,93	11,25	0,81	1,83	0,00	8,70	0,64	0,39	11,80	4,66	1,8667	0,74	0,395	2,5331	3,031276462	13,57	1,6016	0,53571	0,15512774
F N HAJIRA	14,13	11,46	0,81	1,74	0,00	8,70	0,46	0,67	10,20	6,80	1,2788	0,85	0,667	1,4999	2,982619109	18,84	1,6252	0,782	0,17049848
F MOSTZKBALE	18,03	8,33	0,46	1,86	0,00	12,17	0,38	0,56	9,60	5,40	2,2544	1,27	0,563	1,7777	4,445314101	31,65	1,4812	0,44357	0,19419803
F SIDI MEHDI2	16,16	10,00	0,62	2,03	0,00	10,00	0,67	0,60	11,00	6,60	1,5152	0,91	0,6	1,6667	3,370999312	15	1,6163	0,66	0,18488823
F SIDI MEHDI3	17,05	9,38	0,55	2,51	0,00	8,70	0,64	0,71	10,40	7,40	1,1751	0,84	0,712	1,4054	2,914813745	13,57	1,9607	0,851	0,24176295
F AIN SAHRA1	16,90	10,83	0,64	2,44	0,00	13,04	0,49	0,44	11,80	5,20	2,5084	1,11	0,441	2,2692	4,473889266	26,77	1,2955	0,39867	0,2066147
F AIN SAHRA2	18,02	10,83	0,60	2,74	0,00	13,04	0,90	0,57	11,20	6,40	2,038	1,16	0,571	1,75	4,396943158	14,53	1,3818	0,49067	0,2448895

III-1-2-1- Résultats obtenus par diagramme :

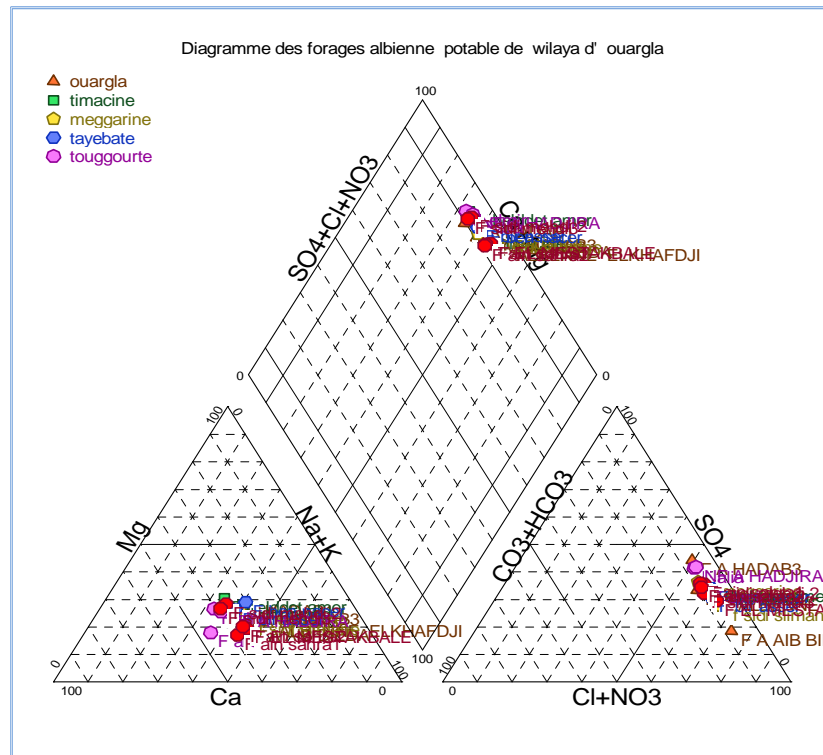


Figure N°52 : Diagramme de piper pour les forages albiens de la wilaya d’Ouargla (CHIB, 2018)

D’après le diagramme de piper, le faciès des forages sont chloriques sulfates.

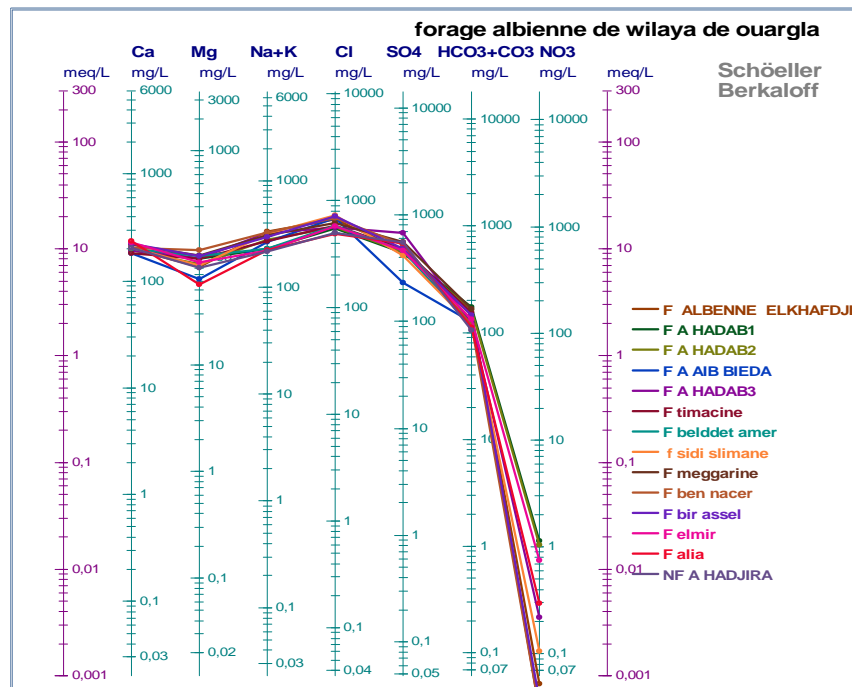


Figure N°53 : Diagramme de SCHOELLER (CHIB, 2018)

III -1-3- Résultats obtenus par le logiciel equil1F.EXE :

A la fin du traitement des données (introduire les données d’analyses des forages albiens par commune), on obtient le tableau suivant :

Tableaux N°9 : Résultats d’analyse par le logiciel equil 1F.EXE (CHIB, 2018)

		Les éléments de calcul par equil						TENDANCE	
		PHS	CO2 LIBRE	INDICE DE RYZNAR	INDICE DE LARSON	INDICE DE SATURATION			
OUARGLA	HADAB1	6,55	14,17	6,01	8,71	0,54	eau entartrent	Met tendance à la corrosion	
	HADAB2	6,56	12,45	6,03	9,45	0,54			
	HADAB3	6,67	10,89	6,32	14,92	0,35			
	AIN BEIDA	6,5	7,3	5,79	11,67	0,72			
	KHAFDJI N A	6,61	7,73	5,96	12,02	0,65			
TIMACIN	TIMACIN	8,63	8,63	6,39	14,26	0,35			
	BELDDET AMOR	6,59	2,99	5,48	10,26	1,1			
MEGGARINE	SIDI SLIMANE	6,72	12,44	6,48	15,16	0,24			
	MEGGARINE	6,58	8,43	5,96	12,72	0,62			
BEN NACER	BEN NACER	6,58	7,32	5,97	15,09	0,62			
	BIR ASSALE	6,3	10,99	5,51	12,66	0,8			
HAJIRA	ELMIR	6,57	3,09	5,52	11,93	1,04			
	ALIA	6,55	5,27	5,88	13,77	0,72			
	N F A HADJIRA	6,64	10,17	6,28	14,56	0,37			
TOUGGOURTE	MOSTAKBALE	6,59	9,48	6,12	14,16	0,47			
	SIDI MAHDI2	6,56	4,37	5,7	12,87	0,87			
	SIDI MAHDI3	6,48	10,12	5,8	10,52	0,68			
	AIN SAHRA1	6,41	25,06	6,07	11,38	0,34			
	AIN SAHRA2	6,37	15,01	5,71	10,53	0,65			

D’après le tableau N°9, on conclut que :

- 1- Les forages albiens de la wilaya d’Ouargla ont un comportement des eaux entartrées, avec indice de RYZNARE entre (5.48 et 6.39),
- 2- Ce sont des eaux qui ont tendance à la corrosion, l’indice de LARSON est entre 8.71 et 14.92, l’indice de saturation est inférieur à 1, mais le forage de BELIDDATE AMOR et ELMIR sont respectivement (1.1 et 1.04).

III-1-3-1- Calcul de la stabilité du tartre :

Le bilan de traitement dans le cas des forages albiens de Ouargla consiste à effectuer un prétraitement par:

- ✓ Injection de CO₂ permet un bon contrôle de pH avant d’entrée à la station de traitement.
- ✓ Ajout de la chaud.

Tableaux N° 10 : L'effet de la température sur la profondeur des nappes (CHIB, 2018)

Nappe	T (C°)	TH (F°)	Sal (g/l)	Profondeur (m)	PH
Mio-pliocène	25	98-110	1.8-4.6	60-200	7.7-8.4
Sénonien	30	70-140	1.8-4.4	200-350	7.7-8.8
Albienne	48-66	53 -120	1.5-2.4	1000-1500	6.9-7.6

La relation entre la température et la profondeur pour les différentes nappes :

Dans la nappe albienne, la température est entre 48°C-66°C avec du pH entre 6.9 et 7.6, pour une profondeur de 1000-1500 m et la salinité est la plus basse que les deux autres. La nappe mi pliocène et sénonien avec des températures de 25 et 30, leur pH presque les mêmes.

III-1-4- Analyse d'un dépôt :**III-1-4-1-Détermination du type d'entartrage :**

D'après l'étude de la stabilité de dépôt de l'entartrage (voir l'annexe N° 07), on peut déterminer l'absorbance de quelques éléments.

Tableau N°11 : Absorbance pour différents éléments (CHIB, 2018)

	=470(Cl)	=495(SO ₄ ⁻²)	=522(Ca ⁺²)	=669TH
AIN BIEDA	0.086	0.075	0.079	0.084
ELHADAB1	0.03	0.062	0.068	0.057
ELHADAB3	0.097	0.107	0.114	0.076
ELKHAFDJI	0.113	0.087	0.078	0.063
NF ELHADJIRA	0.051	0.097	0.075	0.071
BEN NACER	0.067	0.094	0.138	0.063

D'après le tableau N°11, on remarque la présence de chlorure, sulfate, la dureté et le calcium dans le dépôt de tartre.

III-1-4-2- Résultat d'analyse du dépôt**Tableau N°12 :** Les concentrations des éléments dans le dépôt (CHIB, 2018)

	Ca ⁺² mg/l	Mg ⁺² mg/l	TH mg/l	Cl- mg/l	TAC mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l
AIN BIEDA	80.16	60	540	254.4	24.8	20.33
ELHADAB1	136.3	72	640	281.75	33.1	27.12
ELHADAB3	100.2	43.2	430	263.57	28.95	23.17
ELKHAFDJI	152.31	40.8	550	403	37.2	30.51
NF ELHADJIRA	140.3	60	600	281.75	33.1	27.12
BEN NACER	192.38	33.6	620	227.17	41.35	33.9

D'après le tableau N°12, l'élément caractéristique est le chlorure (227.17 mg/l pour le dépôt de forage BEN NACER et la valeur de 403 mg/l pour le dépôt de forage el KHAFDJI). L'élément caractéristique est le calcium (80.16 mg/l pour le dépôt de forage d'AIN BIEDA, de valeur 192.38 mg/l et de dépôt de BEN NACER).

Tableaux N°13 : Effet du taux de sélectivité (CHIB, 2018)

	Ca ⁺² mg/l Après	Ca ⁺² mg/l Avant	Taux de sélectivité de Ca+2	TH mg/l Avant	TH mg/l Après
AIN BIEDA	80.16	180.36	0,44	540	740
ELHADAB1	136.3	180.36	0,75	640	1150
ELHADAB3	100.2	192.38	0,52	430	890
ELKHAFDJI	152.31	200.4	0,76	550	840
NF ELHADJIRA	140.3	204.4	0,68	600	580
BEN NACER	192.38	204.4	0,94	620	1000

Le taux de sélectivité pour l'élément de calcium est entre 0.4 et 0.94 par un effet isotherme (T=105°C).

III-1-5- Possibilité d'optimisation :

Pour une bonne optimisation :

- on injecte des antis - calcaires, pour éviter le calcaire entartré,
- Mélange d'eaux de composition chimique et physique différentes (une eau entartrée avec une autre non entartrée).

III-1-5-1-Traitement domestique de l'eau du robinet (mélange) avec le logiciel :

Le facteur de température joue un rôle majeur dans la formation des dépôts et la vitesse de précipitation du calcaire.

L'eau présente également une tendance entartrant au niveau de la mise à l'air. La formation de dépôts calcaires sur les filtres des robinets d'eau chaude de même que d'eau froide n'est donc pas synonyme d'entartrage des installations intérieures. Il suffit de les démonter et de les tremper une nuit complète dans du vinaigre d'alcool pour enlever la croûte calcaire.

Caractéristique de l'eau pour le mélange (F- SOKRA) :



Figure N°54 : Eau caractéristique du forage de SOKRA (CHIB, 2018)

C'est une eau agressive (voir le figura N° 55) pour avoir un mélange équilibré.

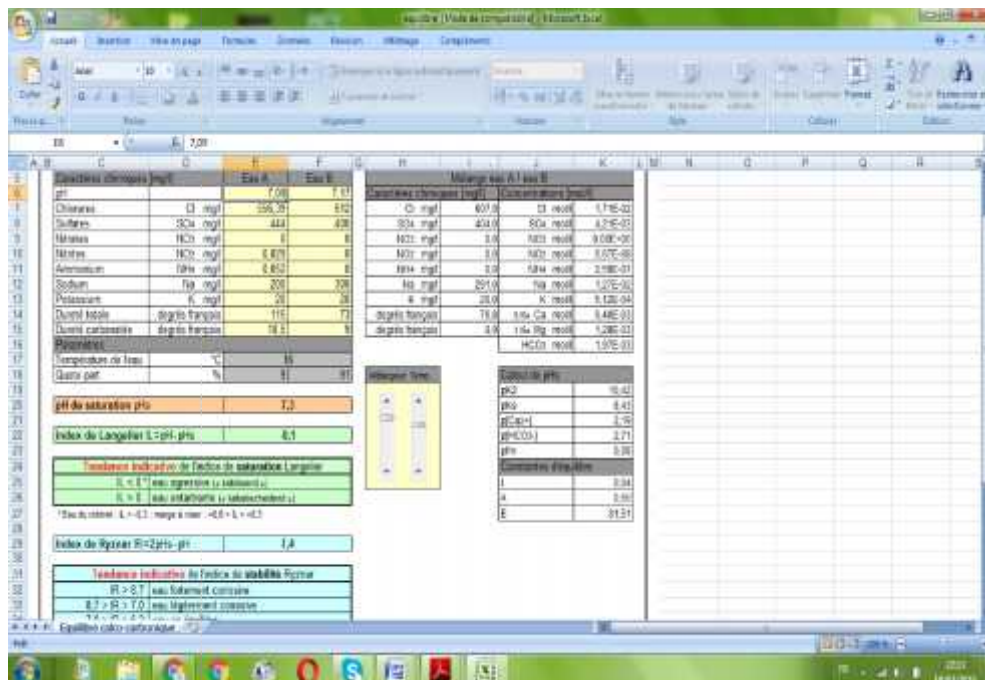


Figure N°55 : Mélange F HADAB (91%) et F SOKRA (9%) (CHB, 2018)

Pour le forage (EL HADAB 1), la fraction est égale à 91% et pour le forage (SOKRA), elle est égale à 9%, on a obtenu donc : IR = 7.4 (eau corrosif) avec une température de 16 °C.

D'un autre part, pour le forage (EL HADAB1) a meilleure fraction est de 10%, alors que pour le forage (SOKRA), la fraction est de 90%. Donc, on a obtenu un indice de Reyznar =5.4, c'est une eau entartrée avec une température de 65°C.

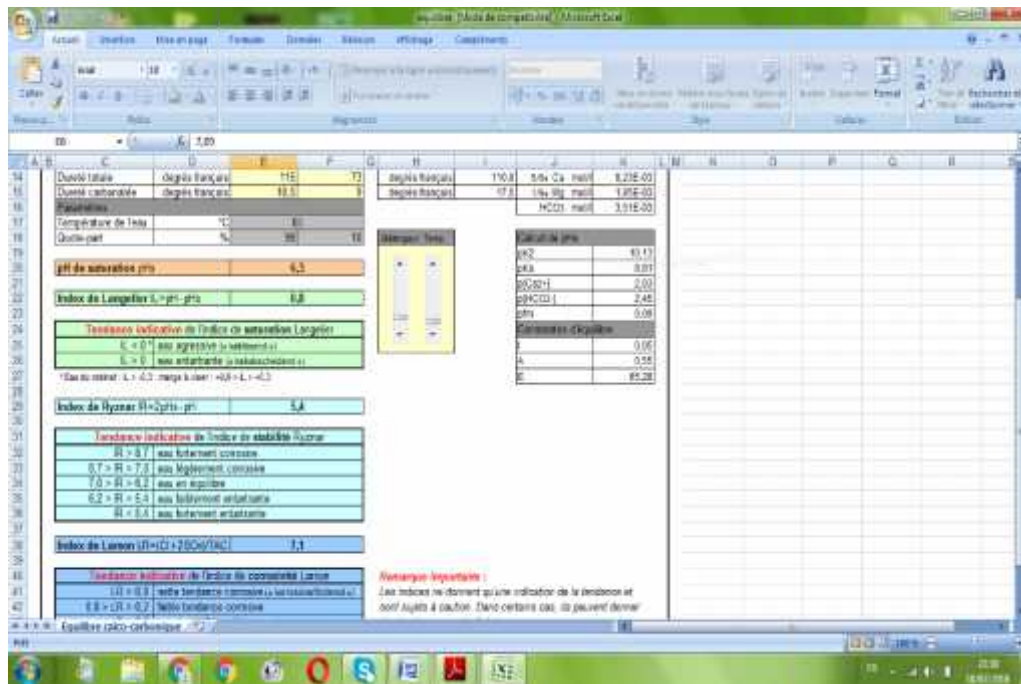


Figure N°56 : (mélange F EL HADAB1 10% et F SOKRA 90%) (CHB, 2018)

En fin, on arrive à une fraction de forage albien (EL HADAB1) de 0.32 et pour le forage (SOKRA), elle est égale à 0.68. Le mélange est une eau non entartrée. Le taux de sélectivité pour l'élément de calcium est entre 0.4 et 0.94 par un effet isotherme (T=105°C).

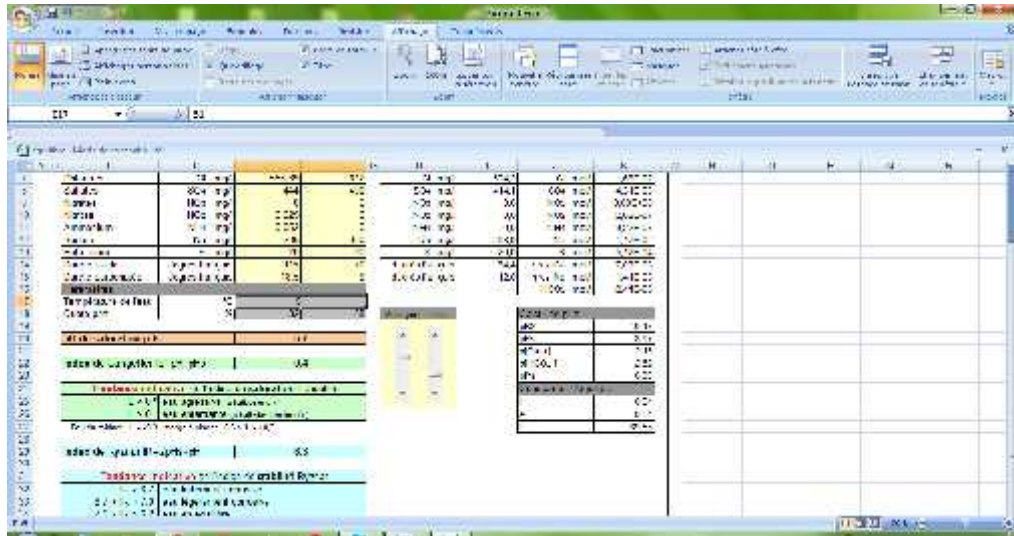


Figure N°57 : Equilibre calco carbonique pour le mélange (CHIB, 2018)

Tableau N°14 : Résultats de simulation avec l’équilibre calco pour mélange eau- entartrant et une autre non entartrant (0.32-0.68) (CHB, 2018)

	Indice de Ryznare	Température (C°)	PHs	Indice de Larson
Cas 1	6.3	51-48	6.7	10.5
Cas 2	6.4	47-41	6.7	10.5
Cas 3	6.5	42-39	6.8	10.5
Cas 4	6.6	38-36	6.9	10.5
Cas 5	6.7	35-32	6.9	10.5
Cas 6	6.8	31-25	6.9	10.5
Cas 7	6.9	24-23	7.0	10.5
Cas 8	7	23-22	7.1	10.5

D’après le tableau N°14, ces résultats sont obtenus en installant des refroidisseurs.

III-1-6-Les recommandations :

Nos forages albiens sont entartrés, pour remédier à ce problème :

- Remplacer des conduites amiantes ciment par des autres peu poreuses tels que :

P V C (Polyvinyle de chlorure), **PEHD** (Polyéthylène haute densité) **ou** Tuyaux en fonte ductile, **ISOPAM**.

- Mélanger une eau entartrée avec une autre eau non entartrée (f elhadab1 et Sokra) en utilisant d'équilibre calco carbonique pour les mélanges.
- Injecter des inhibiteurs d'entartrage (poly phosphate PO_3Na) à froid.

Organophosphoré, phosphate poly, esters polymère carboxylique et polymétharylate et polyvalentes.

- Utiliser des refroidisseurs pour aération et réduction de la température (voir photo N°1).



Figure N°58 : refroidisseur ELHADAB et ZIANA

- Décarbonatation à la chaux et à la soude.
- Neutralisation par du calcaire, différents types d'installations gravitaires simples.
- Décarbonations et adoucissement des eaux trop dures nécessitent dans certains cas une réduction de leur minéralisation.
- Traitement membranaire osmose inverse (cas des 10 stations de filtration dans la wilaya).



Figure N° 59 : Station de filtration d'El GARA (Ouargla)

Conclusion générale

Conclusion générale :

La qualité de l'eau potable distribuée dans les conduites, doit obéir à des normes algériennes et européennes de potabilité, et dans un souci de préservation de la santé publique, les analyses de contrôle ont pour objectif d'avoir une bonne qualité de l'eau potable, reposant sur différents paramètres physiques, chimiques et bactériologiques.

Les caractéristiques physico-chimiques de 19 forages albiens sont variables : La température des eaux étudiées entre 48°C et 60°C (les eaux de l'albien). Le pH se situe entre 6.96 au forage de SIDI SLIMANE et 7.67 au forage BELDAT AMOR. La conductivité électrique varie de 2500µs/cm au forage D'EL-HADJAR à 3200µs/cm au forage de BIR ASSAL, le taux de sels dissous et de salinité sont : (activement de 1200 mg/l et 1.2 ‰ de forage EL HADJRA et 1600 mg/l et 1.6 ‰ au forage de BIR ASSAL).

L'ammonium, les nitrites, les nitrates et l'ortho-phosphate sont presque absents ou négligeables dans les eaux de la cuvette d'Ouargla et ne dépassent pas les normes de potabilité Algériennes.

Les anions sont conformes aux normes Algériennes légèrement, le Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Les chlorures (Cl^-) et sulfate SO_4^{2-} sont légèrement non conformes aux normes Algériennes, d'une concentration en Cl^- entre 494.4 mg/l de forage ALLIA et 732.18 mg/l de forage SIDI SLIMANE et pour le sulfate, le taux entre 232 mg/l F AIN BIEDA et de 675 mg/l de F ELHADAB3.

Le titre alcalimétrique complet bicarbonaté 174.65 mg/l EL HADAB 1 et de 106.08 mg/l de N forage EL HADJIRA.

La dureté totale prend des valeurs entre 710 mg CaCO_3 /l forage d'AIN BIEDA et 1150 mg CaCO_3 /l au forage EL HADAB1.

L'étude de l'équilibre calco carbonique nous a montré la nature de l'eau distribuée et leur influence sur la durée de vie de réseaux et réservoir et la possibilité d'optimisation se pose.

Enfin, les analyses définissant la nature de l'eau distribuée sont chlorure sulfonique et calcique sodique de type (eau entartrée et met une tendance à la corrosion).

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

- A. BELLAOUER**, Etude hydrogéochimique des eaux souterraines de la région de Ouargla, mémoire de magister en géologie de génie civil et des milieux aquifère, université de Batna, 2000
- A.TERKMANI** -La maintien la de qualité de l'eau dans les réseaux de distribution et la lutte contre les pollutions accidentelles élaboré et animé. 2009
- A -YASSED** -Norme relative aux de consommation et responsabilité du distributeur d'eau master C. fine 2009
- BEDIAF HAJER** -mémoire de la qualité des eaux sur les conduites des réseaux d'A E P des régions (HASSI Massoud Touggourt 2014.
- BENAMAR N, MOUADIH N., BENAMAR A.**, Étude de la biodiversité et de la pollution dans les canaux de l'Ouest algérien: le cas de l'oued Cheliff. Colloque international. Usages écologiques, économiques et sociaux de l'eau agricole en méditerranée: quels enjeux pour quels services, Université de Provence, Marseille, 20-21 janvier 2011, 6 p.
- B. KORIBAA** ; prévention et lutte contre le phénomène d'entartrage dans les conduites d'eau dans la région de Ouargla-Touggourt : Mémoire de Magister ; étude sur site ; Université Kasdi Merbah Ouargla (2007)
- BOUTAOUTOU. Djamel**, mémoire étude de l'évolution de l'entartrage dans les conduites de distribution d'eau de la vallée de l'oued Rhin, 2011
- BOUZIANI M.**, 2000. L'eau de la pénurie aux maladies. Ed. Iben Khaldoun, Oran:
Dubief, J. (1953). Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara. S.E.S., Alger, 457p
. **SELLAMI**, Etude et amélioration des techniques de distillation solaire dans la région sud-est algérienne (Ouargla), thèse de doctorat en physique énergétique, université KM d'Ouargla, 2014.
- CHERNI Samir** ; Techniques de dessalement d'Eau Ouargla, mars 2018
- FIGARELLA J., LEYRAL G.**, 2002. Analyse des eaux: Aspects réglementaires et techniques. Ed. Scérén CRDP d'Aquitaine, Paris, 360 p
- HARKABUSS.N.2006** traitement de l'eau de source BOUSFER .Oran mémoire de licence traitement des eaux université de sciences et de la technologique .Oran 48p

HARKABUSS.N.2006 étude de la mise à l'équilibre de l'eau avec diminution du potentiel de dissolution du plomb et choix d'une décarbonation pour la ville de Dijon mémoire de master spécialisé E.P.A école nationale du génie de l'eau et de l'environnement de Strasbourg ,95p.

HARKABUS N., 2006. Etude de la mise à l'équilibre de l'eau avec diminution du potentiel de dissolution du plomb et Choix d'une décarbonation pour la ville de Dijon. Mémoire de Mastère Spécialisé EPA, Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg, 95 p.

LADJEL- Samia - contrôle du paramètre physico chimique et bactériologique d'une eau de consommation 2004

LARSON & BUS WELL - EQUILIBRE «Calcium, carbonate saturation index and alkalinity interpretations »J.A.W.W.A, November 1942.

MEHAOUA ; N. AHMADI ; Contribution à l'étude du phénomène d'entartrage observé au niveau

M. SELLAMI, Etude et amélioration des techniques de distillation solaire dans la région sud-est algérienne (Ouargla), thèse de doctorat en physique énergétique, université KM d Ouargla, 2014

M. REVILOIS, Le pays d'Ouargla, (Sahara Algérienne), variation et organisation, Pub. Univ. Sorbonne, Paris. 1975.

MEHELOU. L et MOULAY AMAR. Z, 2005. Conditions de stockage domestique des eaux potables cas de la ville d'Ouargla. Diplôme d'Ingénieur. De l'université de Ouargla..2005

MASLAY .C. et LECLER .H.1993 .microbiologique des eaux d'alimentation .Eddine .I.S.B.N la voiser tec et donc paris 495

M. REVILOIS, Le pays d'Ouargla, (Sahara Algérienne), variation et organisation, Pub. Univ. Sorbonne, Paris. 361p, 1975.

Manuel de traitement des eaux d'injection 1973 Editions Technip. P : 204, 205.

NEZLI I.D., ACHOUR S., HAMDI-AISSA B., 2009. Approche hydrogéochimique à l'étude de la fluoration des eaux de la nappe du complexe terminal de la basse vallée de l'Oued M'ya (Ouargla).

J.NANZER et.F COEUERT 20july1991

Adoucissement de l'eau à l'aide du réactif électrochimique a film ruisselant ,

OUELDE BELKHIR. Contribution a l'étude et établissement du bilan hydrographique de la cuvette d'Ouargla, Thèse de magister, Université de Blida, 2003.

- OMS, 1972.** Normes internationales applicables à l'eau de boisson. 3ème édition. Ed. Organisation mondiale de la santé, Genève, 74 p.
- OMS, 1993.** Directives de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson. Recommandations. Organisation mondiale de la Santé, Genève: 49-50
- OMS, 2006.** Directives de qualité pour l'eau de boisson, troisième édition. Recommandations. Organisation mondiale de la Santé, Genève, 78 p.
- OMS, 1965.** Normes internationales pour l'eau de boisson. 2ème édition. Ed. Organisation mondiale de la santé, Genève, 31 p.
- OMS, 1972.** Normes internationales applicables à l'eau de boisson. 3ème édition. Ed. Organisation mondiale de la santé, Genève, 74 p.
- OMS, 1993.** Directives de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson. Recommandations. Organisation mondiale de la Santé, Genève: 49-50
- OMS, 2006.** Directives de qualité pour l'eau de boisson, troisième édition. Recommandations. Organisation mondiale de la Santé, Genève, 78 p.
- OMS, 1965.** Normes internationales pour l'eau de boisson. 2ème édition. Ed. Organisation mondiale de la santé, Genève, 31 p.
- O N M (2005)** mémoire spéciation de certaines élément minéraux dans les eaux nappe profonde de la cuvette de Ouargla leur affect sur la Sant humaine
- OUELDE BELKHIR.** Contribution a l'étude et établissement du bilan hydrographique de la cuvette d'Ouargla, Thèse de magister, Université de Blida, 2003.
- RICHARD C., 1996.** Les eaux, les bactéries, les hommes et les animaux. Ed. Edition Scientifiques et Médicales Elsevier, Paris, 115 p
- ROVEL JEAN-MARIE, MOUCHET Pierre et LAURENT ANDRIAMRADO** memento technique de l'eau dixième édition tome 1 toxique technique de l'eau/WATER trématèrent grasserie 1995
- RODIER J., BAZIN C., BROUTIN J. P., CHAMBON P., CHAMPSAUR H., RODI L., 2005.** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed. Dunod, Paris, 1384 p
- S.BEN CHEIKH, GMEH BILAL.** La pollution minérale et organique des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla, mémoire mastère gène de l'envoient université K M d' Ouargla

ISO 9964, 1990 qualités de l'eau dosage de l'ammonium. Méthode par distillation et titrimétrie N.A.1848

ISO, 1989 qualité de l'eau dosage de la somme du calcium et magnésium méthode titrimétrique à l'EDTA Na 752, ISO 6059 .Ed INAPI Edition et diffusion, Alger 5p

ISO, 1990 qualité de l'eau dénombrement de micro organismes révivifiabes comptages des colories par inoculation dans ou sur un milieu de culture multirifilisé Na763 ISO 6222 Ed I WaPI Edition et diffusion algere4p

JORA, 2000. Les normes de potabilité d'une eau de consommation. Journal officiel de la République algérienne N°51, 20 août 2000, Alger, 4 p.

Journal officiel de La république algérienne N° 18 le 23 mars 2011

TABOUCHE N., ACHOUR S., 2004. Etude de la qualité des eaux souterraines de la région orientale du Sahara septentrional Algérien. Lahrys journal : 99-113.

TATA F, DUCRU ; Dessalement de l'eau de mer : bilan des dernières avancées technologiques ; bilan économique ; analyse critique en fonction des contextes

VINCENT .Raspic ; maîtrise de l'équilibre calco-carbonique des eaux incrustantes ou agressives 2010

Guiraud.J.P Et ROSES .J. P ET ROSES .J.P2004 ; Pratique des normes en microbiologie alimentaire .Ed. AFNOR .Paris 300 p

Y. TOUIL, Etude de possibilité de la réutilisation des eaux de drainage dans la cuvette d'Ouargla, Mémoire Ecole national d'hydraulique, 2003.

Annexes

Annexe N°01

Les deux tableaux qui permet de calcule le PH de saturation (méthode graphique ADE)

Valeur de facteur de totalité de sel dissous en ppm	
TDS en ppm	A
85 à 425	0.1
425 à 10000	0.2

Valeur de B facteur de température		Valeur de C facteur de dureté du calcium		Valeur de D facteur d'alcalinité totale	
C°	B	TH en f°	C	TAC en f°	D
0 à 1	2.6	1 à 1.1	0.6	1 à 1.1	1.0
2 à 5.5	2.5	1.2 à 1.3	0.7	1.2 à 1.3	1.1
6.5 à 9	2.4	1.4 à 1.7	0.8	1.4 à 1.7	1.2
10 à 13.5	2.3	1.8 à 2.2	0.9	1.8 à 2.2	1.3
14.5 à 16.5	2.2	2.3 à 2.7	1	2.3 à 2.7	1.4
17.5 à 21	2.1	2.8 à 3.4	1.1	2.8 à 3.5	1.5
22 à 26.5	2	3.5 à 4.3	1.2	3.5 à 4.4	1.6
27.5 à 31	1.9	4.4 à 5.5	1.3	4.5 à 5.5	1.7
32 à 36.5	1.8	5.6 à 6.9	1.4	5.6 à 6.9	1.8
37.5 à 43.5	1.7	7.0 à 8.7	1.5	7 à 8.8	1.9
44.5 à 50	1.6	8.8 à 11	1.6	8.9 à 11	2
51 à 56	1.5	11.1 à 13.8	1.7	11.1 à 13.9	2.1
56.5 à 63.5	1.4	13.9 à 17.4	1.8	14 à 17.6	2.2
64.5 à 71	1.3	17.5 à 22	1.9	17.7 à 22.2	2.3
72 à 81	1.2	23 à 27	2	23 à 27	2.4
82 à 89	1.1	28 à 34	2.1	28 à 35	2.5
90 à 96	1	35 à 43	2.2	36 à 44	2.6
96 à 100	0.9	44 à 55	2.3	45 à 55	2.7
		56 à 69	2.4	56 à 69	2.8
		70 à 87	2.5	70 à 88	2.9
		88 à 100	2.6	89 à 100	3

Annexe N°02

Indice de larson	Tendance
<0.2	Pas de tendance à la corrosion
0.2 à 0.4	Failbe tendance
0.4 à 0.5	Legère tendance
0.5 à 1	Tendance moyenne
>1	Nette tendance à la corrosion

Indice de Ryznar	Tendance
4 à 5	Entartrage important
5 à 6	Entartrage faible
6 à 7	Equilibre
7 à 7.5	Légère corrosivité
7.5 à 8.5	Corrosivité notable
<8.5	Corrosivité importante

Annexe N° 03 : Liste de forage albiens de wilaya d'Ouargla

(source A N R H)

Nom	Commune	Longit	Latitu	long_dec	latit_dec	Datfin	usage	Altitu	Proinv	RS-mg/l	ETAT
Haoud Lahmar	N'GOUSSA	5°12'41"	32°09'12"	5,211389	32,153333	2009	IRR	192	1426		NON EXPLOITE
KHECHM ERIH II CDARS	N'GOUSSA	5°36'36"	32°16'03"	5,610000	32,267500	1996	IRR	133	1504		NON EXPLOITE
Boukhezana BKZ 2	N'GOUSSA	5°21'17"	32°17'18"	5,354722	32,288333	1973	IRR		1420		NON EXPLOITE
El Khefif Albien	N'GOUSSA	5°21'17"	32°26'20"	5,354722	32,438889	1991	IRR	108	1446		EXPLOITE
OMMH - 104 bis	AIN BEIDA	5°50'53"	31°46'55"	5,848056	31,781944	1982	IRR	150	1335	2848	EXPLOITE
TROIS PITONS OUARGLA	HASSI BEN ABDELLAH	05°27'53"	32°01'26"	5,464722	32,023889	1962	IRR	158,00	1424,00		EXPLOITE
OUED EL MERA A 1 METMATA(OEM-1)	HASSI BEN ABDELLAH	06°02'56"	32°24'12"	6,048889	32,403333	1974	IRR	118,49	1420,00		EXPLOITE
KHECHM ERIH II CDARS	HASSI BEN ABDELLAH	05°27'56"	31°59'54"	5,465556	32,998333	1990	IRR	155,00	1424,00		EXPLOITE
Albien SEMPAC	HASSI BEN ABDELLAH	05°30'08"	32°02'56"	5,502222	32,048889	1990	IRR	147,00	1430,00	1740	EXPLOITE
H.Guenifida HGF1 Khch.Erih	HASSI BEN ABDELLAH	05°33'18"	32°08'18"	5,555000	32,138333	1980	IRR	142,00	1450,00	1710	EXPLOITE
Khchem Erih GCA F1	HASSI BEN ABDELLAH	05°41'55"	32°18'28"	5,698611	32,307778	2001	IRR	131	1496,00		EXPLOITE
Khchem Erih GCA F2	HASSI BEN ABDELLAH	05°41'26"	32°17'23"	5,690556	32,289722	2001	IRR	134	1538,00		EXPLOITE
Khchem Erih GCA F3	HASSI BEN ABDELLAH	05°43'03"	32°16'50"	5,717500	32,280556	2002	IRR	129	1545,00		EXPLOITE
Khchem Erih GCA F4	HASSI BEN ABDELLAH	05°41'52"	32°15'03"	5,697778	32,250833	2002	IRR	131	1538,00		EXPLOITE
Khchem Erih GCA F5	HASSI BEN ABDELLAH	05°41'15"	32°13'52"	5,687500	32,231111	2002	IRR	126	1496,00		EXPLOITE
Khchem Erih GCA F6	HASSI BEN ABDELLAH	05°40'47"	32°16'02"	5,679722	32,267222	2003	IRR	123	1529,00		EXPLOITE
KHECHM ERIH I CDARS	HASSI BEN ABDELLAH	5°38'56"	32°15'32"	5,648889	32,258889	1996	IRR	137	1502	2267	EXPLOITE
GLAH-A2	OUARGLA	5°13'14"	31°57'16"	5,220556	31,954444	1993	IND	189	1329		EXPLOITE
GLAH-A3	OUARGLA	5°13'09"	31°58'29"	5,219167	31,974722	1993	IND	202	1420	1980	EXPLOITE
GLAH-A4	OUARGLA	5°11'34"	31°58'53"	5,192778	31,981389	1993	IND	206	1363		EXPLOITE

EL HADEB 2 AO 5 BOUSMAHA SACI	ROUISSAT	05°22'09"	31°55'36"	5,369167	31,926667	1974	MIXTE	130,00	1335,00	1980	EXPLOITE
El H'deb I (Bousmaha saci) OA5	ROUISSAT	5°22'09"	31°55'36"	5,369167	31,926667	1974	MIXTE	150	1335	1980	EXPLOITE
El H'deb II (Hmidi Hocine)	ROUISSAT	5°22'20"	31°55'21"	5,372222	31,922500	1978	MIXTE	140	1400	1926	EXPLOITE
OKJH A1	ROUISSAT	5°02'56"	31°50'09"	5,048889	31,835833	1993	MIXTE	203	1200		EXPLOITE
OKJH A2	ROUISSAT	5°03'44"	31°50'00"	5,062222	31,833333	1993	IND	210	1206		EXPLOITE
OKJK A3	ROUISSAT	5°03'09"	31°51'26"	5,052500	31,857222	1994	IND	239	1230	3012	EXPLOITE
OKJH A4	ROUISSAT	5°04'55"	31°51'15"	5,081944	31,854167	1995	IND	221	1240	2150	EXPLOITE
OKMH 89	ROUISSAT	5°02'03"	31°50'43"	5,034167	31,845278	1990	IND	202	1299	1540	EXPLOITE
OKNH A1	ROUISSAT	5°02'35"	31°49'24"	5,059722	31,823333	1997	IND	196	1130		EXPLOITE
OKPH-A1	ROUISSAT	5°13'19"	31°45'44"	5,221944	31,762222	1992	IND	213	1450	2074	EXPLOITE
OKPH-A2	ROUISSAT	5°14'16"	31°45'41"	5,237778	31,761389	1993	IND	188	1387		EXPLOITE
OKPH-A3	ROUISSAT	5°14'37"	31°45'12"	5,243611	31,753333	1993	IND	209	1255		NON EXPLOITE
OKPH-A4	ROUISSAT	5°13'47"	31°44'04"	5,229722	31,734444	1995	IND	202	1345,16	5912	EXPLOITE
OKPH-A5	ROUISSAT	5°13'09"	31°45'00"	5,219167	31,750000	1997	IND	193	1350		EXPLOITE
EL-HADJIRA ALBIEN 2 El Guedachi	EL HADJIRA	05°41'27"	32°34'33"	5,690833	32,575833	1989	MXTE		1985,00	1890	EXPLOITE
Albien El Mir Hadjira	EL HADJIRA	05°30'03"	32°39'47"	5,500833	32,663056	1986	MXTE	130,00	1895,00	1976	EXPLOITE
Hassi Mâamar Albien(nouvau)	EL HADJIRA	5°40'36"	32°35'00"	5,676667	32,583333	2009	IRR	121	1622		NON EXPLOITE
OMO 56	HASSI MESSAOUD	06°02'14"	31°47'19"	6,037222	31,788611	1979	IRR	167,70	1500,00		EXPLOITE
H1 BIS	HASSI MESSAOUD	06°03'05"	31°47'16"	6,051389	31,787778	1979	IND	164,56	1410,00		EXPLOITE
OMLH 12	HASSI MESSAOUD	06°05'42"	31°49'51"	6,095000	31,830833	1980	IND	161,00	1403,00	1596(2008)	EXPLOITE
MDH 55	HASSI MESSAOUD	06°01'55"	31°38'32"	6,031944	31,642222	1979	IND	168,00	2110,00	2706(2004)	EXPLOITE
MDH 115	HASSI MESSAOUD	06°05'10"	31°39'13"	6,086111	31,653611	1981	IND	133,00	1350,00	2722(2004)	EXPLOITE
MDH 113	HASSI MESSAOUD	05°56'53"	31°38'07"	5,948056	31,635278	1980	IND	150,00	1350,00	1934	EXPLOITE
MDH 120	HASSI MESSAOUD	06°09'18"	31°40'10"	6,155000	31,669444	1983	MXTE	146,40	1352,00	2253(2004)	EXPLOITE
HASSI BERKANE HBA 101	HASSI MESSAOUD	04°21'40"	31°00'12"	4,361111	31,003333	1961	MXTE	240,00	690,00	1607(1969)	EXPLOITE
FEIDJET BAGHEL A6	HASSI MESSAOUD	06°30'56"	30°51'19"	6,515556	30,855278	1987	MXTE		1160,00	2822	NON EXPLOITE

FEIDJET BAGHEL A8	HASSI MESSAOUD	06°29'32"	30°53'44"	6,492222	30,895556	1987	IRR	175,00	1055,00		NON EXPLOITE
FEIDJET BAGHEL A9	HASSI MESSAOUD	06°29'04"	30°54'32"	6,484444	30,908889	1988	IRR	179,00	1050,00		NON EXPLOITE
GT 101 GASSI TOUIL	HASSI MESSAOUD	06°29'23"	30°27'24"	6,489722	30,456667	1962	IND	201,00	944,50	3600(2004)	EXPLOITE
MD 432	HASSI MESSAOUD	06°08'47"	31°38'44"	6,146389	31,645556	1990	IND	142,00	1403,00		EXPLOITE
MDH A1	HASSI MESSAOUD	06°07'37"	31°37'43"	6,126944	31,628611	1995	INJ	138,08	1355,00		EXPLOITE
MDH A2	HASSI MESSAOUD	06°08'58"	31°37'42"	6,149444	31,628333	1996	INJ	142,35	1355,00	1802(2004)	EXPLOITE
MDH A3	HASSI MESSAOUD	06°09'00"	31°39'03"	6,150000	31,650833	1995	INJ	146,63	1359,00	2396(2395)	EXPLOITE
MDH A4	HASSI MESSAOUD	06°02'11"	31°39'47"	6,036389	31,663056	1996	IND	176,00	1430,00	1788(2004)	EXPLOITE
MDH A5	HASSI MESSAOUD	06°04'05"	31°39'51"	6,068056	31,664167	1997	IND	162,00	1411,00	1838(2004)	EXPLOITE
OMKH A1	HASSI MESSAOUD	05°59'11"	31°49'14"	5,986389	31,820556	avant 2000	IND	173,00	1420,00		EXPLOITE
OMNH A1	HASSI MESSAOUD	05°55'54"	31°46'09"	5,931667	31,769167	1993	INJ	170,00	1423,00		EXPLOITE
OMNH A2	HASSI MESSAOUD	05°56'19"	31°47'25"	5,938611	31,790278	1996	INJ	170,50	1440,00		EXPLOITE
OMNH A3	HASSI MESSAOUD	05°57'49"	31°46'50"	5,963611	31,780556	1994	INJ	167,8	1410,00		EXPLOITE
OMNH A4	AIN BEIDA	05°56'10"	31°48'46"	5,936111	31,812778	1994	INJ	168,4	1423,00		EXPLOITE
OMOH A1	HASSI MESSAOUD	06°59'08"	31°47'54"	6,985556	31,798333	1993	INJ	167,40	1417,00		EXPLOITE
OMOH A2	HASSI MESSAOUD	06°00'43"	31°46'50"	6,011944	31,780556	1993	INJ	168,50	1424,00		EXPLOITE
OMOH A3	HASSI MESSAOUD	06°01'51"	31°45'16"	6,030833	31,754444	1993	INJ	166,20	1406,00		EXPLOITE
OMOH A4	HASSI MESSAOUD	06°00'14"	31°45'31"	6,003889	31,758611	1993	INJ	169,60	1413,00		EXPLOITE
OMPH A12	HASSI MESSAOUD	06°06'41"	31°45'05"	6,111389	31,751389	1995	INJ	168,64	1428,00		EXPLOITE
OMPH A13	HASSI MESSAOUD	06°06'58"	31°46'24"	6,116111	31,773333	1995	INJ	167,00	1409,00		EXPLOITE
OMPH A2	HASSI MESSAOUD	06°08'03"	31°44'17"	6,134167	31,738056	1995	INJ	166,80	1408,00		EXPLOITE
OMPHA7	HASSI	06°10'01"	31°45'00"	6,166944	31,750000	1996	INJ	137,14	1376,00		EXPLOITE

	MESSAOUD										
RBH-3	HASSI MESSAOUD	06°57'00"	31°23'17"	6,950000	31,388056	1977	IRR	152,00	840,00		NON EXPLOITE
MDHA – 7	HASSI MESSAOUD	06°09'18"	31°40'20"	6,155000	31,672222	2000	IRR	165,00	1371,00	1846	EXPLOITE
NZ 7	Hassi Messaoud	6°31'25"	30°39'40"	6,523611	30,661111	avant 2000	IND	189	889	2676(2004)	NON EXPLOITE
NZN 5 bis	Hassi Messaoud	6°32'52"	30°49'38"	6,547778	30,827222	1980	IND	186	900	1570(2004)	NON EXPLOITE
GT110	Hassi Messaoud	6°30'03"	30°22'32"	6,500833	30,375556	1965	IND	213	926		EXPLOITE
GT36	Hassi Messaoud	6°30'13"	30°17'25"	6,503611	30,290278	1966	IND	218	933	2670	EXPLOITE
NZ 7bis	Hassi Messaoud	6°31'30"	30°39'44"	6,525000	30,662222	1980	IRR	193	920		NON EXPLOITE
GEA 2	Hassi Messaoud	6°45'40"	30°43'25"	6,761111	30,723611	avant 2000	IND				NON EXPLOITE
HTGN12/SH	Hassi Messaoud	6°20'59"	30°33'03"	6,349722	30,550833	avant 2000	IND	229			NON EXPLOITE
GTI9/SH	Hassi Messaoud	6°31'07"	30°22'04"	6,518611	30,367778	1979	IND	215	916		NON EXPLOITE
HGAHA – 1	Hassi Messaoud	5°57'13"	31°27'21"	5,953611	31,455833	1999	IND		1416		EXPLOITE
OMLHA – 1	Hassi Messaoud	6°05'45"	31°49'52"	6,095833	31,831111	1999	IND	157	1415	2148	EXPLOITE
MDHA – 6	Hassi Messaoud	5°48'50"	31°41'39"	5,813889	31,694167	1999	IND	161	1445	2168	EXPLOITE
OMPHA – 1	Hassi Messaoud	6° 08' 42"	31° 45' 31"	6,145000	31,758611	1989	IND	166,5	1497	2182	EXPLOITE
OMJ – 802	Hassi Messaoud	5° 57' 57"	31° 49' 05"	5,965833	31,818056	1974	IND	170,3	1548		NON EXPLOITE
OMOHA – 5	Hassi Messaoud	6° 02' 53"	31° 48' 11"	6,048056	31,803056	1999	IND	151,8	1400	1710	NON EXPLOITE
OMOHA – 6	Hassi Messaoud	6° 02' 18"	31° 47' 16"	6,038333	31,787778	1999	IND	173	1395		NON EXPLOITE
EL GUELTA (EG 102)	EL BORMA	09°03'41"	32°01'34"	9,061389	32,026111	1966	IND	269,24	630,00		EXPLOITE
ELB101bis (EL BORMA WEST EBW101bis)	EL BORMA	09°11'01"	31°39'33"	9,181667	31,656944	1998	IND	245,00	690,00		EXPLOITE
EL BORMA 104	EL BORMA	09°08'42"	31°35'30"	9,145000	31,591667	1970	IND	235,00	739,00		EXPLOITE
EL BORMA	EL BORMA	09°08'31"	31°35'17"	9,141944	31,588056	1986	AEP		730,00	5452	EXPLOITE
ELB 105	EL BORMA	09°10'45"	31°38'57"	9,179167	31,649167	1977	IND	240,00	690,00		EXPLOITE
ELB 106	EL BORMA	09°09'49"	31°38'48"	9,163611	31,646667	1977	IND	244,06	687,00	4246	EXPLOITE
RHOUREDE YACOUB 101	EL BORMA	09°20'40"	30°46'16"	9,344444	30,771111	1971	DOM	245,00	935,00		EXPLOITE
HBNS-109	EL BORMA	08°01'00"	31°10'00"	8,016667	31,166667	2000	IND	188,00	1600,00		EXPLOITE
HBNS-110	EL BORMA	08°08'42"	31°01'35"	8,145000	31,026389	2000	IND	191,00	1611,00		EXPLOITE

HBNS-111	EL BORMA	08°09'04"	30°59'57"	8,151111	30,999167	2000	IND	203,00	1610,00	11974	EXPLOITE
HBNS-112	EL BORMA	08°11'27"	31°00'21"	8,190833	31,005833	2002	IND	197,00	1600,00		EXPLOITE
HBNS-113	EL BORMA	08°10'46"	31°02'00"	8,179444	31,033333	2003	IND	206,00	1609,00		EXPLOITE
BRN – C	EL BORMA	08°33'53"	31°13'00"	8,564722	31,216667	2002	IND	196,00	1006,00		EXPLOITE
BRN – D	EL BORMA	08°35'37"	31°13'31"	8,593611	31,225278	2003	IND	197,00	1012,00		EXPLOITE
QBH – 102	EL BORMA	08°04'46"	30°40'22"	8,079444	30,672778	2002	IND	203,00	1324,00		EXPLOITE
QBH – 103	EL BORMA	08°06'07"	30°40'50"	8,101944	30,680556	2002	IND	200,00	1320,00		EXPLOITE
QBH – 104	EL BORMA	08°05'11"	30°41'18"	8,086389	30,688333	2002	IND	192,00	1320,00	16110(2004)	EXPLOITE
QBH – 105	EL BORMA	08°07'13"	30°41'25"	8,120278	30,690278	2002	IND	202,00	1306,00		EXPLOITE
QBH – 106	EL BORMA	08°05'58"	30°41'49"	8,099444	30,696944	2003	IND	214,00	1324,00		EXPLOITE
QBH – 107	EL BORMA	08°07'07"	30°40'32"	8,118611	30,675556	2003	IND	209,00	1330,00	14824(2004)	EXPLOITE
QBH – 108	EL BORMA	08°06'06"	30°43'13"	8,101667	30,720278	2003	IND	199,00	1324,00		EXPLOITE
QBH - 101/Ourhoud	EL BORMA	08°05'51"	30°39'20"	8,097500	30,655556	2002	IND	220,00	1748,00		NON EXPLOITE
SINCLAIR RBH 7	EL BORMA	06°56'20"	31°22'33"	6,938889	31,375833	1966	IRR	151,00	890,00		NON EXPLOITE
RBH-4	EL BORMA	06°56'31"	31°22'38"	6,941944	31,377222	1978	IRR	150,00	882,00		NON EXPLOITE
RBH-17	EL BORMA	06°58'26"	31°23'15"	6,973889	31,387500	1973	IRR	148,00	1071,00		NON EXPLOITE
BARREMIEN PK50	El Borma	8°38'00"	31°34'11"	8,633333	31,569722	avant 2000	IND	182		17884	EXPLOITE
BRN – B	El Borma	8°34'48"	31°13'14"	8,580000	31,220556	1999	IND	203	1014	1602	EXPLOITE
RBH – 8	El Borma	6°56'56"	31°23'25"	6,948889	31,390278	1998	IND	151	970	3400	EXPLOITE
RBH – 2	El Borma	6°55'52"	31°23'12"	6,931111	31,386667	1977	IND	149	856		NON EXPLOITE
BRN – A	El Borma	8°34'54"	31°14'08"	8,581667	31,235556	1999	IND	182	1016		NON EXPLOITE
HBN – 101	El Borma	8°12'28"	31°01'44"	8,207778	31,028889	1993	IND	205	1625		EXPLOITE
HBN – 102	El Borma	8°10'31"	31°03'12"	8,175278	31,053333	1993	IND	199	1608	11702	EXPLOITE
MDR 21	El Borma	6°47'24"	31°10'57"	6,790000	31,182500	1990	IND	162	1039	3057	EXPLOITE
Albien Blidet Amor	BLIDET AMOR	05°59'24"	32°57'05"	5,990000	32,951389	1984	AEP	95,00	1580,00		EXPLOITE
Albien Temacine D41 F	TEMACINE	05°59'35"	32°59'49"	5,993056	32,996944	2010	AEP	76,00	1800		NON EXPLOITE
ALBIEN NOUVEAU RIMAL 3	TOUGGOURT	06°02'44"	33°03'16"	6,045556	33,054444	2008	AEP	74,00	1859,00		NON EXPLOITE
Albien de Megarine D30 F1	MEGARINE	06°04'38"	33°11'24"	6,077222	33,190000	1981	AEP	67,06	1820,00		EXPLOITE
SIDI SLIMANE II D25 F2	SIDI SLIMANE	06°06'38"	33°17'43"	6,110556	33,295278	1975	Mixte	61,60	1775,00	2452	EXPLOITE
ALBIEN NOUVEAU ONID	SIDI SLIMANE	06°06'58"	33°16'57"	6,116111	33,282500	2007	IRR	62,00	1850,00	2188	EXPLOITE

ALBIEN AIN SAHARA A.S.A.1	NEZLA	06°02'54"	33°04'27"	6,0483	33,0742	1978	AEP		1799,00		EXPLOITE
SIDI MAHDI 2	NEZLA	06°06'12"	33°03'27"	6,1033	33,0575	1973	AEP	89,83	1769,00		EXPLOITE
ALBIEN NOUVEAU AGID S-MAHDI	NEZLA	06°06'33"	33°03'00"	6,1092	33,0500	2007	MIXTE	91,00	1845,00		EXPLOITE
SIDI MAHDI 3	NEZLA	06°06'03"	33°02'43"	6,1008	33,0453	1992	AEP	89,83	1760,00		EXPLOITE
Albien Taïbet	TAIBET	6° 22' 48"	33° 06' 50"	6,380000	33,113889	1989	AEP	107,00	1890,00		EXPLOITE
ALBIEN BENNACER	BENACER	06°25'27"	33°06'10"	6,424167	33,102778	2009	AEP	101	1860		EXPLOITE

Annexe N°04

Liste de forages potable de la wilaya de
Ouargla (source A D E de Ouargla)

2017

DAIRA	Nom du Forage	NAPPE	Destignation	Débit (L / S)		Année de mise en service	Observation
				Mobili sé	Exploit é		
OUARGLA	Unité de ain Ellkheir	SENONIEN	Château Unité	40	36	1969	
OUARGLA	Lala mimouna	SENONIEN	Complexe Ain El Kheir	30	18	1982	
OUARGLA	Matmoura	MIOPLIOCENE	Complexe Ain El Kheir	42	27	1968	
OUARGLA	Ain Hadj	SENONIEN	Complexe Ain El Kheir	36	25	1998	
OUARGLA	Ain Rahma	SENONIEN	Complexe Ain El Kheir	35	35	1998	
OUARGLA	Gherbouz 1	SENONIEN	Complexe Gherbouz	29	25	1982	
OUARGLA	Gherbouz 2	SENONIEN	Complexe Gherbouz	30	25	1991	
OUARGLA	Université	MIOPLIOCENE	Complexe Mekhadma	27	27	1991	
OUARGLA	Mekhadma 1	SENONIEN	Complexe Mekhadma	30	25	1978	
OUARGLA	Mekhadma 3	SENONIEN	Complexe Mekhadma	30	22	2004	
OUARGLA	Abatoir . Sokra 2	SENONIEN	Château Abatoir	40	30	1994	
OUARGLA	Beni thour 1	SENONIEN	Complexe Beni Thour	37	29	1979	
OUARGLA	Ain elouiz	SENONIEN	Complexe Beni Thour	45	30	2000	
OUARGLA	Sidi Ben Saci	SENONIEN	Complexe Beni Thour	42	30	2000	
OUARGLA	Douane	SENONIEN	Réseaux	26	10	1990	
OUARGLA	Sellise	SENONIEN	Réseaux	30	30	1993	
OUARGLA	IFRI 1	SENONIEN	Réseaux	23	23	1996	

OUARGLA	Nakhil	SENONIEN	Réseaux	35	23	1990	
OUARGLA	Bahmid	MIOPLIOCENE	Complexe Ain El Kheir	19	19	1941	
OUARGLA	Said otba	SENONIEN	Château Said Otba	20	12	1990	
OUARGLA	Bour el Haicha	MIOPLIOCENE	Château Bour El Haicha	42	22	1986	
OUARGLA	Hassi Miloud	MIOPLIOCENE	Réservoirs Hassi Miloud	10	6	1986	
OUARGLA	Bamendil 1	MIOPLIOCENE	Château Bamendil 1	45	30	1983	
OUARGLA	Cité Universitaire	SENONIEN	Château Cité universitaire	25	17	2007	
OUARGLA	El Khefgi 2	MIOPLIOCENE	Réservoir el Khefgi	13	7	2003	
OUARGLA	El Khefgi 4	SENONIEN	Réservoir el Khefgi	60	28	2003	
OUARGLA	Sidi Amrane	SENONIEN	Réseaux	28	15	2009	
OUARGLA	Bouameur 1	SENONIEN	Réseaux	10	6	2009	Dégradation de la qualité de l'eau
OUARGLA	Pôle Universitaire	SENONIEN	Réseaux	30	25	2011	
OUARGLA	IFRI 2 (SILICE)	SENONIEN	Réseaux	49	27	2011	
OUARGLA	Hay Nacer 1 (El Khefgi 5)	SENONIEN	Réservoir el Khefgi	20	27	2011	
OUARGLA	Hay Nacer 2 (El Khefgi 6)	SENONIEN	Réservoir el Khefgi	45	27	2011	
OUARGLA	Said Otba 2	SENONIEN	Château Said Otba 2	40	25	2012	
OUARGLA	Bamendil 3	SENONIEN	Château Bamendil 2	30	20	2012	
OUARGLA	Bouameur 2 (Ain El Kheir)	SENONIEN	Réseaux	30	29	2015	
OUARGLA	F-Cité 324 Logt	SENONIEN	Réseaux	20	11	2017	
OUARGLA	SNTV Tramway	SENONIEN	Réseaux	30	15	2017	
OUARGLA	Cité Boughoufala	SENONIEN	Réseaux	30	0	2017	
OUARGLA	F-Cité 324 Logt	SENONIEN	Réseaux	20	11	2017	
OUARGLA	SNTV Tramway	SENONIEN	Réseaux	30	15	2017	
OUARGLA	Cité Boughoufala	SENONIEN	Réseaux	30	0	2017	
OUARGLA	F - Hai Nacer Albien (forage albien elkhafdji)	ALBIEN		0	200	100	2016
OUARGLA	F- Sokra	SENONIEN	Château Sokra	30	28	1978	

SIDI KHOULED	F- Ain Beida Château	SENONIEN	Château Ain Beida	25	11	-	
SIDI KHOULED	F- El Khefgi Chotte	SENONIEN	Résau	40	0	-	Qualité d'eau = eau très dure
SIDI KHOULED	F- Sidi Khouiled 1	SENONIEN	Château Sidi Khouiled 1	30	16	1983	
SIDI KHOULED	F- Sidi Khouiled 2	SENONIEN	Château Sidi Khouiled 2	20	9	2001	Nécessité de développement du Forage
SIDI KHOULED	F- Oum Raneb	MIOPLIOCENE	Château Oum Raneb	30	17	1985	Forage de secour Exploitation du nouveau forage
SIDI KHOULED	F- Aouinet Moussa 2	MIOPLIOCENE	Château Aouinet Moussa	20	20	2001	
SIDI KHOULED	F- H-B- Abdellah 1	SENONIEN	Château Abdellah 1	36	15	1972	
SIDI KHOULED	F- H-B- Abdellah 2	SENONIEN	Château Abdellah 2	25	22	-	
NGOUSSA	F- N'goussa	MIOPLIOCENE	Château N'goussa	30	20	1976	
NGOUSSA	F- N'goussa 2	MIOPLIOCENE	Château N'goussa	30	20	2017	
NGOUSSA	F- El Bour 1	SENONIEN	Château El Bour	30	17	1989	
NGOUSSA	F- El Bour 2 Msâdia	SENONIEN	Réseau	15	15		
NGOUSSA	F- Hassi Ehta	MIOPLIOCENE	Château Hassi Ehta	30	22	1993	
NGOUSSA	F- El Koum	MIOPLIOCENE	Château El Koum	18	18	1978	Exploitation du nouveau forage El Kom 2
NGOUSSA	F- Frane 1	MIOPLIOCENE	Château Frane	10	7	1993	
NGOUSSA	F-Djenin	MIOPLIOCENE	Château N'goussa 1+2	20	20		
SIDI KHOULED	F-Nfid Ain Beida	SENONIEN	Réseaux	22	0		Forage non équipé action de violence et de vol
SIDI KHOULED	F Chotte 2	SENONIEN	Réseaux	35	26	2012	
SIDI KHOULED	F- Sidi Khouiled 3	SENONIEN	Réseaux	22	11	2012	
SIDI KHOULED	F- Oum Raneb 2	SENONIEN	Château Oum Raneb	15	11	2012	

OUARGLA	F-Essalam Sokra	SENONIEN	Réseaux	40	35	2011	
OUARGLA	F-Rouissat	MIOPLIOCENE	Château ROUISSAT	40	24	2012	nécessité de réalisation de la conduite de refoulement
SIDI KHOULED	F-Adjadja	SENONIEN	Réseau Adjadja	30	15	2013	Qualité d'eau = eau très dure
OUARGLA	F-Ziaina 2	SENONIEN	Réseaux	40	15	2014	
NGOUSSA	F- Frane 2	SENONIEN	Château Frane	25	18	2014	
SIDI KHOULED	Sidi Khouiled 4	SENONIEN	Réseaux	25	20	2014	Forage Exploité
SIDI KHOULED	F- H-B- Abdellah 3	SENONIEN	Château Abdellah 3	25	20	2015	Forage Exploité
NGOUSSA	F- El Koum 2	SENONIEN	Château El Koum	25	20	2015	
NGOUSSA	F- Cheikh ben Djelloul	SENONIEN	Réseaux	30	20	2016	
OUARGLA	F - El Hadeb 1	ALBIEN		200	55	1974	
OUARGLA	F - El Hadeb 2	ALBIEN		200	51	1987	
OUARGLA	F - El Hadeb 3	ALBIEN		160	110	2013	
OUARGLA	F - Ain Beida SKh	ALBIEN		160	40	2016	
TOUGGOURT	Bel Air	MIOPLIOCENE	Château Bel Air	34	14	2004	
TOUGGOURT	Complexe 1	MIOPLIOCENE	Complexe Daira	20	16	2003	Forage Exploité
TOUGGOURT	Ain Sahra Château	MIOPLIOCENE	Château Ain Sahra	38	16	2005	Forage Exploité
TOUGGOURT	Beni Soued Fr	MIOPLIOCENE	Château Beni Soued	25	20	2004	
TOUGGOURT	Zaouia 1	MIOPLIOCENE	Château Zaouia	16	14	2004	
TEMACINE	Parc Temacine Tamelah	MIOPLIOCENE	Château Temacine	27	7	2004	Forage de secours
TEMACINE	Blidet Amor	MIOPLIOCENE	Château Blidet Amor	30	22	2004	Forage de secours
TEMACINE	Elgoug	MIOPLIOCENE	Château Elgoug	16	13	2004	
MEGGARINE	Château Sidi Slimane	MIOPLIOCENE	Château Sidi Slimane	25	0	-	Forage de secours
TOUGGOURT	Château Centre TGT	MIOPLIOCENE	Château Centre TGT	20	20		
TOUGGOURT	El Mostakbal	MIOPLIOCENE	Réseau	30	20		
TOUGGOURT	Complexe 2	SENONIEN	Complexe Daira	25	24		Manque Armoire électrique

TOUGGOURT	Zaouia 2 05 Juillet	SENONIEN	Réseau	10	0		Nécessité de développement du Forage
TOUGGOURT	Refroidisseur Ain Sahara2	SENONIEN	Station déminéralisation	10	16		Forage de secours
TEMACINE	Sidi Amer Temacine	SENONIEN	Château sidi Amer	10	0		Forage de secours
TEMACINE	Blidet Amor 2	SENONIEN	Château Blidet Amor 2	10	0		Forage de secours
TOUGGOURT	F- Sidi Mehdi 2 Albien	ALBIEN		0	200	150	1974
TOUGGOURT	F- Sidi Mehdi 3 Albien	ALBIEN		0	250	110	1995
TOUGGOURT	F- Ain Sahara 1 Albien	ALBIEN		0	200	147	1978
TOUGGOURT	F-Ain Sahara 2 Albien	ALBIEN		0	200	130	2009
TEMACINE	F- Temacine Albien	ALBIEN		0	200	105	2010
TEMACINE	F- Blidet Amor Albien	ALBIEN		0	200	83	1984
MEGGARINE	F- Meggarine Albien	ALBIEN		0	200	95	1981
MEGGARINE	F- Sidi Slimane Albien ONID	ALBIEN		0	40	40	1975
TOUGGOURT	F- El Mostakbal Albien Touggourt	ALBIEN			160	70	2014
Hassi Messaoud	F04- CITE 442 LOGT	SENONIEN	Réseaux	30	21	-	
Hassi Messaoud	F06- Z/IND	SENONIEN	Réseaux	35	20	-	
Hassi Messaoud	F07-RONDPOINHMD	MIOPLIOCENE	Château RONDPOINHMD	35	20	1997	
Hassi Messaoud	F08-LOT MEDKHAL	SENONIEN	Réseaux	30	24	2001	Manque de pompe
Hassi Messaoud	F11-CITE 1666 LOGT	MIOPLIOCENE	Château 1666 LOGT	25	22	1985	
Hassi Messaoud	F12-PRES BASE ENTP	MIOPLIOCENE	Réseaux	30	22	1991	
Hassi Messaoud	F13-PRES BASE ENFOR	MIOPLIOCENE	Réseaux	25	21	2001	Non équipé : Forage remplacé par un nouveau Si El Houas 2
Hassi Messaoud	F14-BASE DOUZNE	SENONIEN	Réseaux	25	18	1972	
Hassi Messaoud	F15-CITE 1850 LOGT	SENONIEN	Réseaux	35	16	-	
Hassi Messaoud	F16-COMPLX	SENONIEN	Château Complexe HMD	35	21	1994	

Hassi Messaoud	F17-CITE 74 LOGTS	SENONIEN	Réseaux	35	19	1989	
Hassi Messaoud	F18-CITE 136 LOGTS	SENONIEN	Réseaux	25	20		
Hassi Messaoud	F19-CITE 24 FEVRIER	MIOPLIOCENE	Réseaux	20	24	1993	Manque de pompe
Hassi Messaoud	F20-CITE 1856 LOGTS	SENONIEN	Réseaux	20	11	1997	
Hassi Messaoud	F21-RONDPOINHMD	MIOPLIOCENE	Château RONDPOINHMD	35	27	1993	
Hassi Messaoud	F22-CITE 120 LOGTS		Réseaux	30	19		
Hassi Messaoud	F23-Z/DU STAD		Réseaux	15	2		
Hassi Messaoud	F Ben boulaïd	MIOPLIOCENE	Réseaux	10	1		Exploitation du nouveau forage 10bis
Hassi Messaoud	F- Si El Haouas	SENONIEN	Réseaux	20	19		
Hassi Messaoud	F- POS 17	SENONIEN	Château Toumiat	15	15		
Hassi Messaoud	F10-Bis Centre Ville	SENONIEN	Réseaux	20	15		
Hassi Messaoud	F- Cheikh Bouamama	SENONIEN	Réseaux	30	0	2016	
Borma	F- El Allouche Borma		Réseaux +Citerne	10	5		
Borma	F- Winstern 2 60 Km		Irrigation +Citerne	4	5		
Borma	F- 23 KM Borma		Citerne	4	4		
Hassi Messaoud	F- Barrémien 2 El Borma			0 40	1	2012	
El Hadjira	F-Lagraphe	SENONIEN	Château Lagraphe	16	0	-	Forage de secours
El Hadjira	F-Dbidibi	SENONIEN	Château Dbidbi	20	17	1983	
El Hadjira	F-Ouled Cheikh 08 Mai	SENONIEN	Château -Ouled Cheikh	30	22	2001	
El Hadjira	F-El Alia 1	SENONIEN	Château -El Alia 1	15	12	1985	
El Hadjira	F-El Alia 2	SENONIEN	Château -El Alia 1	20	18	1991	Problème de pompe
El Hadjira	NF- A El Alia	ALBIEN		185	125	2017	
El Hadjira	F-Taibine	SENONIEN	Réseaux	20	20	2001	
El Hadjira	F-Chegga 1	SENONIEN	Réseaux	30	9	1972	Problème de pompe
El Hadjira	F-Chegga 2	MIOPLIOCENE	Réseaux	10	12		
El Hadjira	F-Complexe Sportif	MIOPLIOCENE	Réseaux	25	25		
El Hadjira	F-El Hadjira 5Juillet	SENONIEN	Réseaux	25	18	2012	

El Hadjira	NF- AEI Hadjira	ALBIEN		200		2017	
El Hadjira	F-El Alia 3	SENONIEN	Château -El Alia 2	25	22		
El Hadjira	F-Chegga 3	MIOPLIOCENE	Réseaux	25	18		Presence du sable dans l'eau nécessité d'oscultation du forage
El Hadjira	F-Taibat Centre 2	MIOPLIOCENE	Réseaux	25	15		
Taibat	F02- Dlilai	MIOPLIOCENE	Réseaux	25	10		
Taibat	F-El Khobna Ben Nacer	MIOPLIOCENE	Réseaux	25	15		
Taibat	F-M'Nagueur Centre	MIOPLIOCENE	Château M'Nagueu	20	20		
Taibat	F-Oum Z'abed	MIOPLIOCENE	Château Oum Z'abed	25	20		
Taibat	F-Moih ben Ali	MIOPLIOCENE	Château Moih ben Ali	25	20		
El Hadjira	F-Gueddachi Albien	ALBIEN		0	150	100	2013
El Hadjira	F-El Mir Albien	ALBIEN		0	150	68	
Taibat	F-Bir El Assel 1 Albien	ALBIEN		0	150	65	
Taibat	F-Ben Nacer 2 Albien	ALBIEN		0	150	78	
Taibat	F-El Hadjira Albien 3	ALBIEN		0	200	30	2016
Total				7241	4015		

Liste de forage potable de la wilaya d'Ouargla

Annexe N°06 : les résultats d'analyse des forages albiens

Paramètres		OUARGLA				Timacin		meggarine		tayebate		hajira			
		HADAB1	HADAB2	HADAB3	AIN BEIDA	KHAFDJI N A	timacin	belddet amor	sidi slimane	meggarine	ben nacer	bir assale	elmir	alia	N F A HADJIRA
Paramètres PHYSIQUES	Température	51,5	50	52	51	56	51	50	48	50	56	68	52	54	56
	PH	7,09	7,15	7,02	7,22	7,26	7,1	7,69	6,96	7,2	7,2	7,1	7,61	7,31	7,01
	CONDUCTI	3000	3270	3250	2700	3050	2870	2830	2860	3170	3030	3240	2760	2590	2400
	TDS	1500	1635	1625	1300	1525	1435	1415	1430	1585	1515	1620	1380	1285	1200
	SALINITE	1,5	1,6	1,6	1,3	1,5	1,4	1,4	1,4	1,6	1,5	1,6	1,4	1,3	1,2
	TURBIDITE	0,271	0,347	0,664	0,842	1,5	1,4	4,63	2,43	1,5	0,916	1,5	0,424	1,2	1,08
	R. SEC	1589	1652	1492	1200	1632	1900	1920	2174	2120	2328	2370	1898	1900	1800
Paramètres de pollution	NH4+	0,052	0,026	0,011	0,048	0,019	0,036	0,005	0,024	0,041	0	0,023	0	0	0,001
	NO2-	0,029	0	0,037	0,039	0	0,002	0,031	0	0,001	0,009	0	0	0,001	0,002
	PO43-	0	0,054	0	0,024	0	0,117	0	0,012	0,069	0,01	0	0	0	0
	NO3-	0,5	1,15	0,218	0	0,052	0,03	0	0,105	0	0,03	0,036	0,75	0,296	0,1
MINERALISATION GLOBALE	Ca	180,36	180,36	192,38	180,36	200,4	180,36	200,4	204,4	220,4	204,3	224,4	228,4	236,47	204,4
	Mg	97,2	85,06	99,65	63,19	81,6	97,22	98,4	84	105,6	119,07	103,2	91,2	55,9	81,6
	Na	200	300	300	250	280	250	220	300	280	300	280	200	200	200
	K	31	25	25	18	35	22	23	20	18	28	17	20	25	18
	Cl	556,39	529,4	559,87	830,28	667,67	588,95	581,68	732,18	625,31	690,75	719,8	580	494,4	501,7
	SO4	444	600	675	232	465	480	460	416	560	530	484	460	540	550
	HCO3	174,65	105,73	122	126,06	144,74	113,36	154,53	117,93	165,42	118,14	146,4	132,6	111,66	106,08
	CO2 LIBRE	14,17	12,45	10,89	7,3	7,73	8,69	2,99	12,44	8,43	8,43	7,32	10,99	3,09	10,17
	TH	1150	800	890	710	840	850	910	860	990	1000	990	930	820	850
	I ₂	0,24	0,52	0,37	0,23	0,23	0,53	0,14	0,34	0,18	0,08	0,12	0,22	0,08	0,23
	TAC	143,15	86,66	100	103,33	118,64	93,33	126,66	96,66	115,25	101,05	120	108,69	91,52	87,95
	F-	1,38	0,74	1,13	0,89	1,06	0,69	0,14	0,72	0,45	0,9	1,58	1,89	1,7	1,86
Fer total	0,013	0,151	0,204	0,642	0,676	0,13	0,189	0,241	0,64	0,382	0,377	0,312	0,852	0,671	

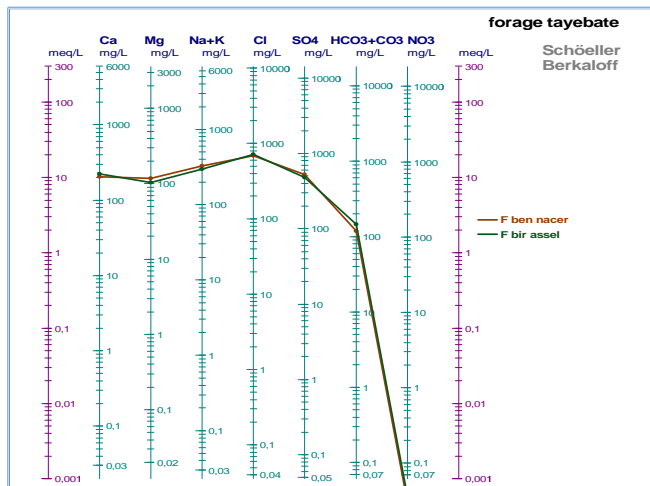
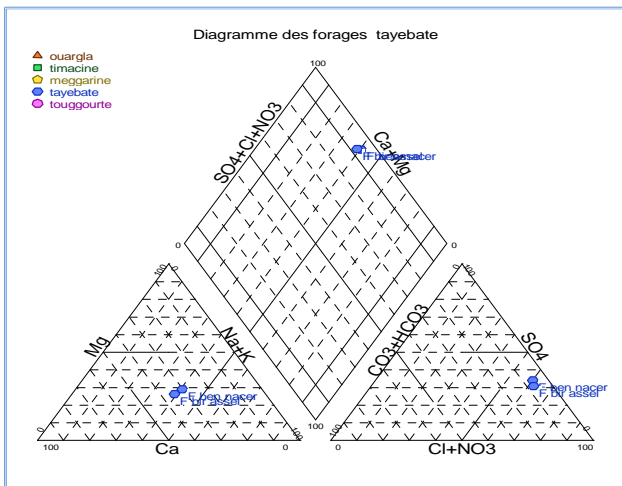
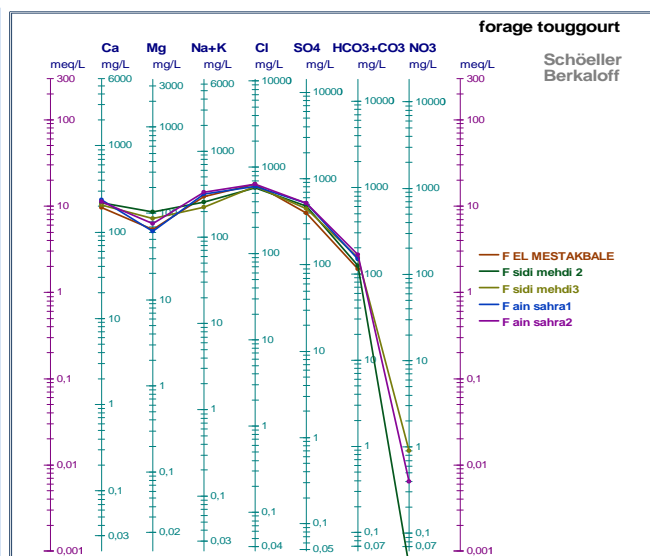
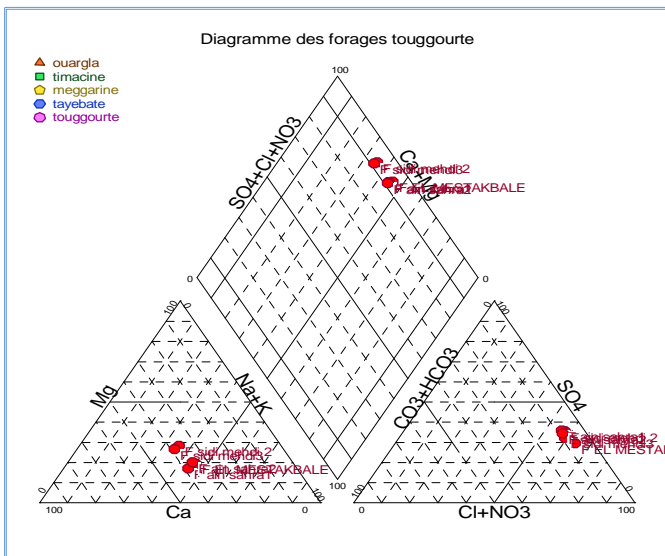
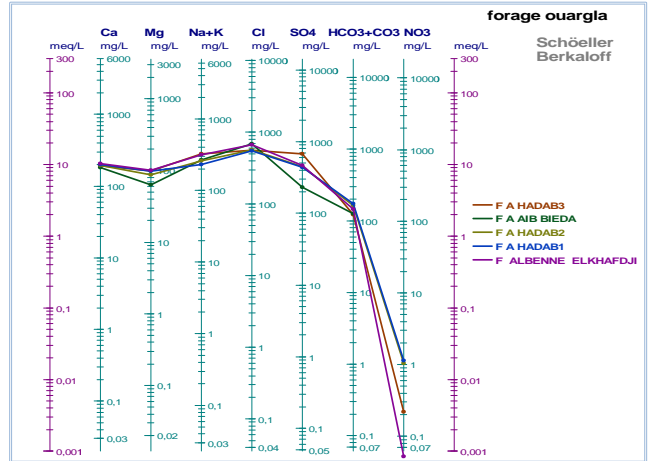
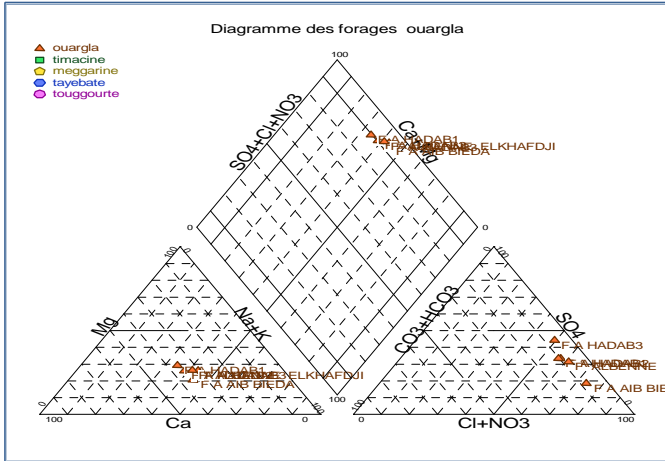
Paramètres		TOUGGOURTE				
		mostakbale	sidi mahdi2	sidi mahdi3	AIN SAHRA1	AIN SAHRA2
Paramètres PHYSIQUES	Température	60	55	56	58	59
	PH	7,06	7,43	7,16	7,15	7,02
	CONDUCTI	2750	2830	2790	2960	3100
	TDS	1375	1415	1400	1480	1550
	SALINITE	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5
	TURBIDITE	1,93	1,3	1,4	1,3	0,635
	R. SEC	2014	1452	1302	2000	1842
Paramètres de pollution	NH4+	0,061	0,006	0,002	0,05	0,025
	NO2-	0,002	0	0,001	0	0,002
	PO43-	0,42	0	0	0	0,116
	NO3-	0	0,042	0,9	0	0,4
MINERALISATION GLOBALE	Ca	192,38	220,4	208,41	236,47	224,45
	Mg	64,8	79,2	87,48	64,4	76,8
	Na	280	200	200	300	300
	K	15	26	25	19	35
	Cl	640,12	573,78	605,26	599,86	639,85
	SO4	400	480	450	520	520
	HCO3	113,72	124,06	153,37	148,72	167,31
	CO2 LIBRE	5,27	10,17	9,48	25,06	15,01
	TH	750	880	890	850	880
	I ₂	0,21	0,21	0,27	0,48	0,32
	TAC	93,2	101,69	125,71	121,9	137,14
	F-	1,7	1,05	0,67	0,47	0,46
	Fer total	0,327	0,368	0,189	0,16	0,178

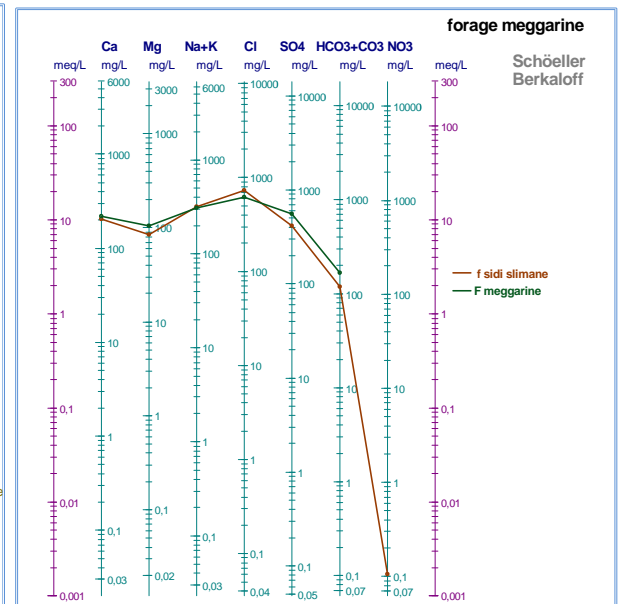
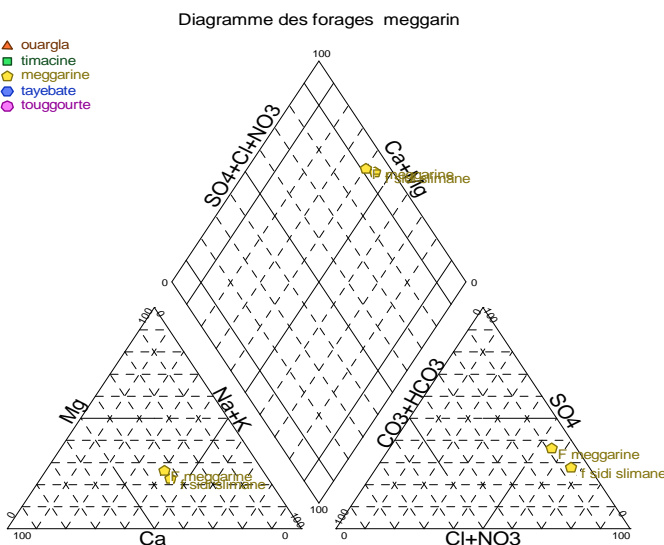
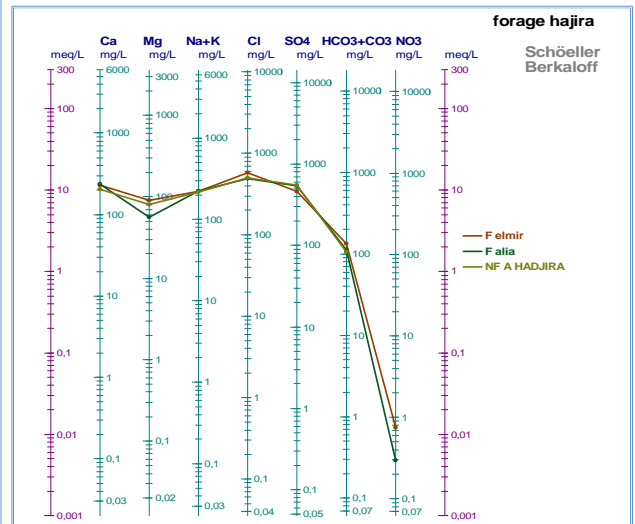
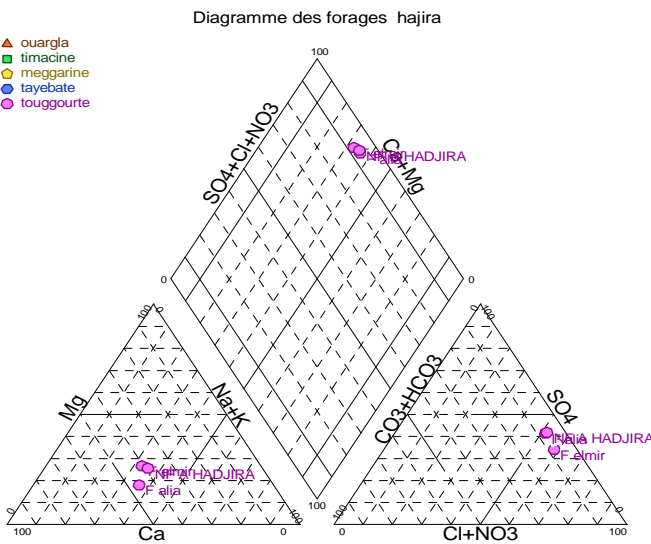
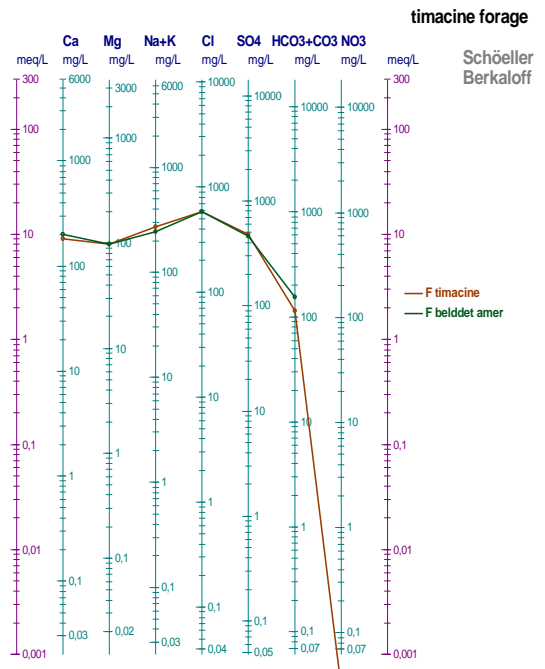
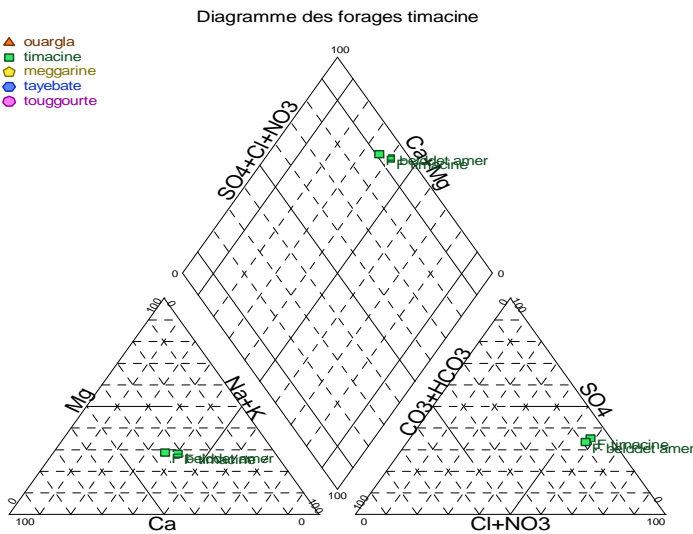
Balance ionique (Suite de l'annexe N°06)

N° échantillon					Cations				anions	cations	%erreur	Conductivité ($\mu\text{s/cm}$)	conclusion
	Cl	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺					
	[Cl-] meq	[SO42-] meq	Meq	[NO3] meq	[Na+]meq	[K+]meq	[Ca2+] meq	[Mg2+] meq					
AIN BIDA	19,253	4,833	2,07	0,014299	10,87	0,46154	9	5,26583	26,17	25,60	1,10	2700	bon
F A ELKHAFDJI	18,808	9,688	2,37	0,000835	12,174	0,89744	10,399202	8,4	30,87	31,87	-1,60	3050	bon
EHADAB1	15,673	9,25	2,86	0,018477	8,6957	0,79487	9	8,1	27,80	26,59	2,23	2780	bon
EHADAB2	16,065	9,375	2,69	0,01687	10,87	0,76923	9,7999002	7,29	28,15	28,73	-1,02	2900	bon
EHADAB3	15,771	14,06	2	0,003503	13,043	0,64103	9,5998004	8,30417	31,84	31,59	0,39	3250	bon
timacin	16,59	10	1,86	0,000482	10,87	0,5641	9	8,10167	28,45	28,54	-0,15	2870	bon
belddet amer	16,385	9,583	2,53	0	9,5652	0,58974	10	8,2	28,50	28,35	0,26	2830	bon
f a sidi slimane	20,625	8,667	1,93	0,001687	13,043	0,51282	10,199601	7	31,23	30,76	0,76	2860	bon
f a meggarine	17,614	11,67	2,71	0	12,174	0,46154	10,998004	8,8	31,99	32,43	-0,68	3170	bon
f ben nacer	19,458	11,04	1,94	0,000482	13,043	0,71795	10,199601	9,9225	32,44	33,88	-2,18	3030	bon
f bir assal	20,276	10,08	2,4	0,088368	12,174	0,4359	11,2001	8,6	32,85	32,41	0,67	3240	bon
f elmir	16,359	9,583	2,17	0,01205	8,6957	0,51282	11	7,6	28,13	27,81	0,57	2760	bon
f alia	13,927	11,25	1,83	0,004756	8,6957	0,64103	11,7999	4,65833	27,01	25,79	2,30	2590	bon
f n hajira	14,132	11,46	1,74	0,001607	8,6957	0,46154	10,199601	6,8	27,33	26,16	2,20	2500	bon
f mostzkbale	18,032	8,333	1,86	0	12,174	0,38462	9,5998004	5,4	28,23	27,56	1,20	2750	bon
f sidi mehdi2	16,163	10	2,03	0,000675	8,6957	0,66667	11	6,6	28,20	26,96	2,24	2830	bon
f sidi mehdi3	17,05	9,375	2,51	0,01446	8,6957	0,64103	10,399701	7,4	28,95	27,14	3,24	2790	bon
F AIN SAHRA1	16,897	10,83	2,44	0	13,043	0,48718	11,7999	5,2	30,17	30,53	-0,60	2960	bon
F AIN SAHRA2	18,024	10,83	2,74	0,006427	13,043	0,89744	11,2001	6,4	31,61	31,54	0,10	3100	bon

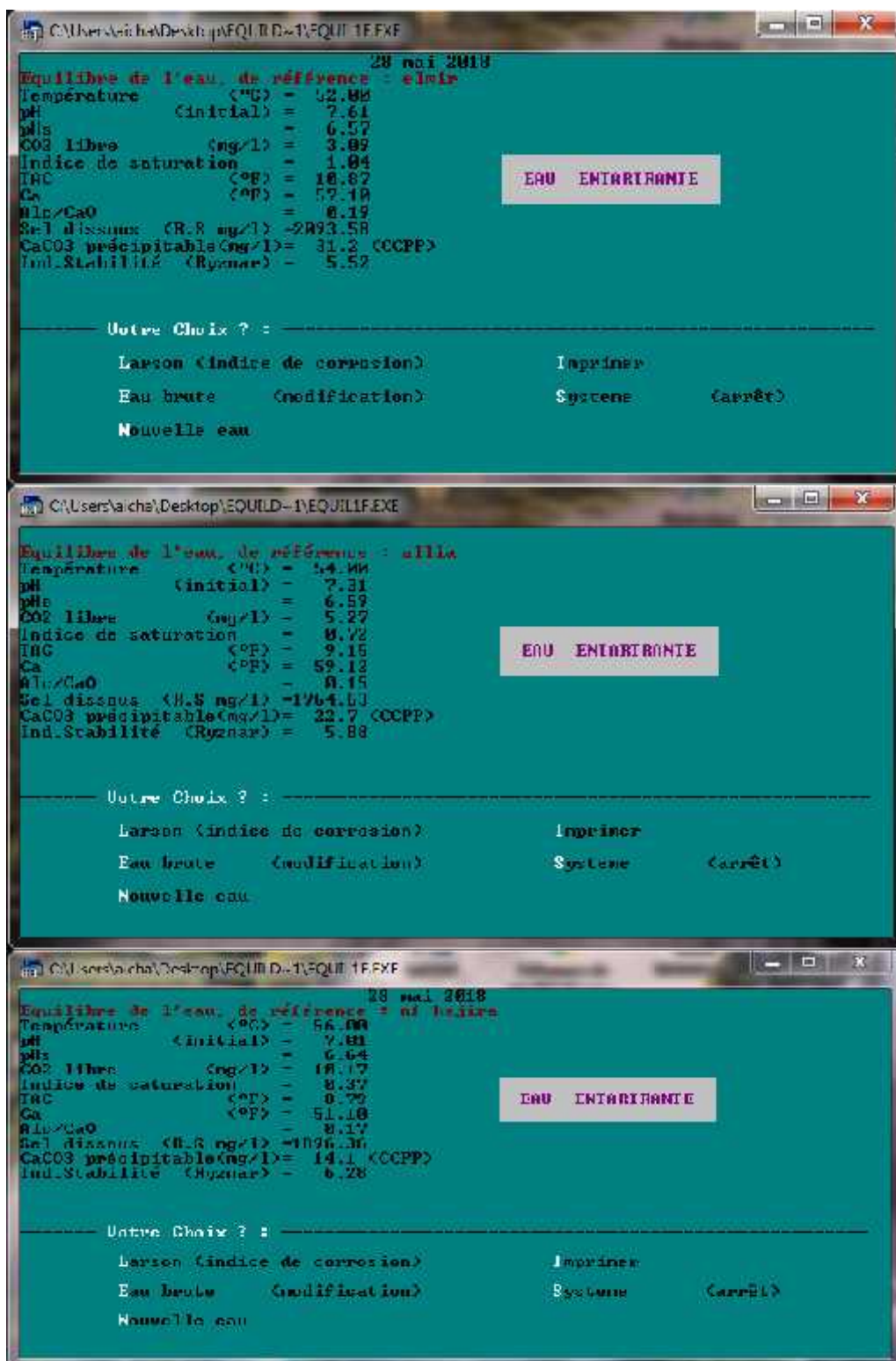
Annexe N°07

- 1 Diagramme de ouargla
- 2 Diagramme de piper Touggourt
- 3 Diagramme de piper tayebate
- 4 Diagramme de piper meggarine
- 5 Diagramme de piper timacine
- 6 Diagramme de piper hadjira

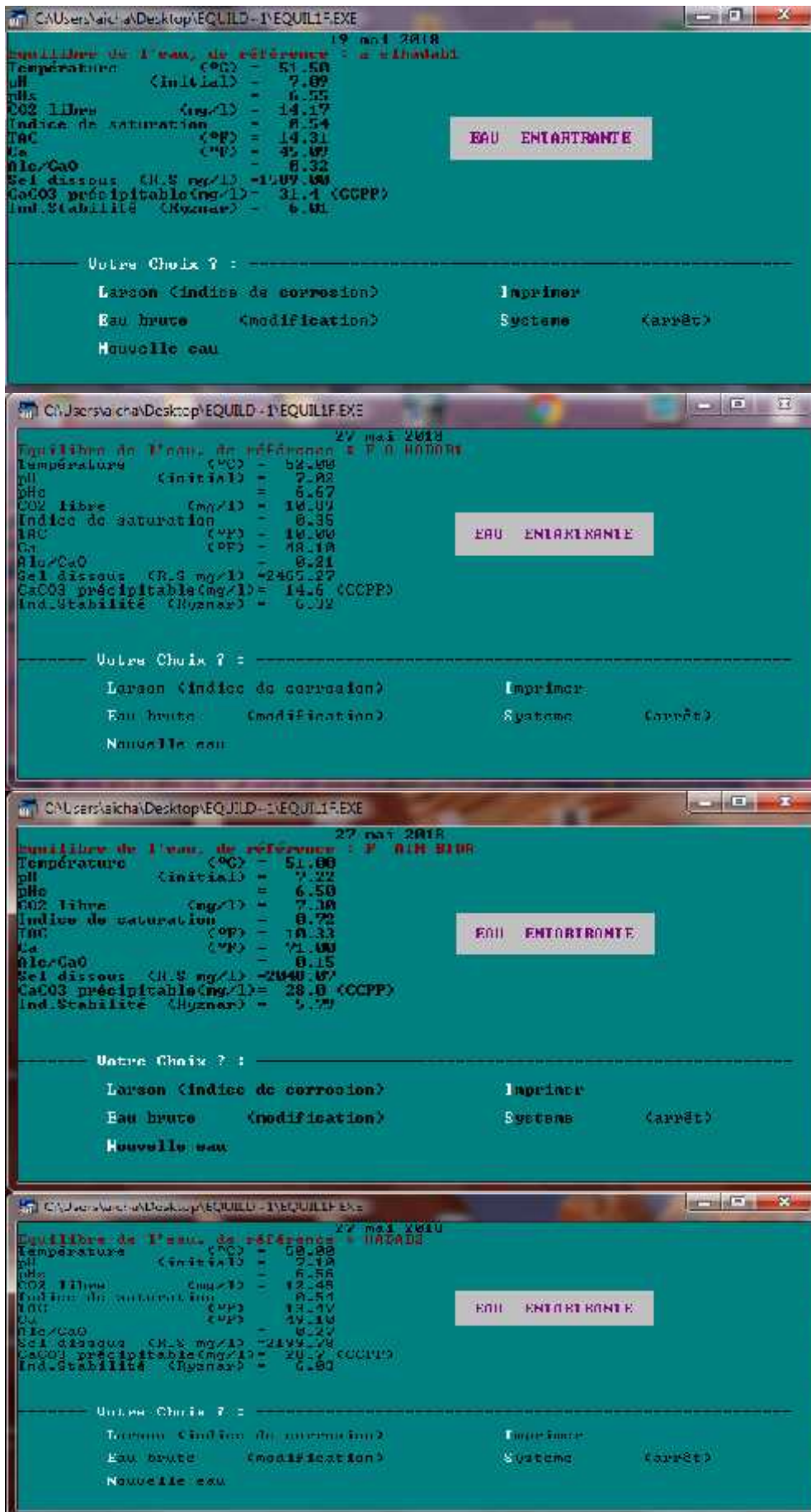




Annexe N°08 : Résultats de traitement par le logiciel equil1F.EXE







```

CAUser\alcha\Desktop\EQUILIB - I\EQUILIF.EXE
Equilibre de l'eau de référence = URADBI
Température (°C) = 51.50
pH (initial) = 7.89
pHs = 0.55
CO2 libre (mg/l) = 14.34
Indice de saturation = 0.54
TAC (°F) = 14.34
Ca (°F) = 45.49
Alc/CaO = 0.30
Sel dissous (R.S. mg/l) = 2275.53
CaCO3 précipitable(mg/l) = 34.5 (CCPP)
Ind.Stabilité (Dyname) = 0.01

-----
Votre Choix ? :
Larsen (indice de corrosion)      Imprimer
Eau brute (modification)        Systeme      (arrêt)
Nouvelle eau
  
```

```

CAUser\alcha\Desktop\EQUILIB - I\EQUILIF.EXE
Equilibre de l'eau de référence = hadab0
Température (°C) = 52.00
pH (initial) = 7.84
pHs = 0.00
CO2 libre (mg/l) = 14.84
Indice de saturation = 0.35
TAC (°F) = 10.00
Ca (°F) = 44.44
Alc/CaO = 0.31
Sel dissous (R.S. mg/l) = 2455.27
CaCO3 précipitable(mg/l) = 41.6 (CCPP)
Ind.Stabilité (Dyname) = 0.03

-----
Votre Choix ? :
Larsen (indice de corrosion)      Imprimer
Eau brute (modification)        Systeme      (arrêt)
Nouvelle eau
  
```

```

CAUser\alcha\Desktop\EQUILIB - I\EQUILIF.EXE
Equilibre de l'eau de référence = Eau neuve
Température (°C) = 55.00
pH (initial) = 7.20
pHs = 0.58
CO2 libre (mg/l) = 7.32
Indice de saturation = 0.62
TAC (°F) = 10.11
Ca (°F) = 51.10
Alc/CaO = 0.20
Sel dissous (R.S. mg/l) = 2220.07
CaCO3 précipitable(mg/l) = 21.0 (CCPP)
Ind.Stabilité (Dyname) = 0.02

-----
Votre Choix ? :
Larsen (indice de corrosion)      Imprimer
Eau brute (modification)        Systeme      (arrêt)
Nouvelle eau
  
```

```

CAUser\alcha\Desktop\EQUILIB - I\EQUILIF.EXE
Equilibre de l'eau de référence = bir accal
Température (°C) = 58.00
pH (initial) = 7.14
pHs = 6.30
CO2 libre (mg/l) = 10.99
Indice de saturation = 0.80
TAC (°F) = 12.00
Ca (°F) = 56.10
Alc/CaO = 0.21
Sel dissous (R.S. mg/l) = 2457.60
CaCO3 précipitable(mg/l) = 40.0 (CCPP)
Ind.Stabilité (Dyname) = 0.01

-----
Votre Choix ? :
Larsen (indice de corrosion)      Imprimer
Eau brute (modification)        Systeme      (arrêt)
Nouvelle eau
  
```

```

C:\Users\alcha\Desktop\EQUILD-1\EQUIL1F.EXE
28 mai 2010
Equilibre de l'eau, de référence = mohdial
Température (<°C>) = 58.00
pH (initial) = 7.06
pHs = 6.59
CO2 libre (mg/l) = 2.48
Indice de saturation = 8.47
TAC (<°F>) = 2.32
Ca (<°F>) = 48.10
Alc/CaO = 8.15
Scl dissous (R.S mg/l) = 2885.00
CaCO3 précipitable(mg/l) = 10.4 (CCPP)
Ind.Stabilité (Ryona) = 6.12

EAU ENTARTRANTE

-----
Votre Choix ? :
Larson (indice de corrosion)      Imprimer
Eau brute (modification)         Systeme      <arrêt>
Nouvelle eau

```

```

C:\Users\alcha\Desktop\EQUILD-1\EQUIL1F.EXE
Equilibre de l'eau, de référence = mohdial
Température (<°C>) = 56.00
pH (initial) = 7.15
pHs = 6.48
CO2 libre (mg/l) = 10.12
Indice de saturation = 8.68
TAC (<°F>) = 12.57
Ca (<°F>) = 52.10
Alc/CaO = 8.24
Scl dissous (R.S mg/l) = 2116.34
CaCO3 précipitable(mg/l) = 13.2 (CCPP)
Ind.Stabilité (Ryona) = 5.80

EAU ENTARTRANTE

-----
Votre Choix ? :
Larson (indice de corrosion)      Imprimer
Eau brute (modification)         Systeme      <arrêt>
Nouvelle eau

```

```

C:\Users\alcha\Desktop\EQUILD-1\EQUIL1F.EXE
20 mai 2010
Equilibre de l'eau, de référence = mohdial
Température (<°C>) = 56.00
pH (initial) = 7.16
pHs = 6.48
CO2 libre (mg/l) = 10.12
Indice de saturation = 8.58
TAC (<°F>) = 12.57
Ca (<°F>) = 52.10
Alc/CaO = 8.24
Scl dissous (R.S mg/l) = 2116.34
CaCO3 précipitable(mg/l) = 13.2 (CCPP)
Ind.Stabilité (Ryona) = 5.80

EAU ENTARTRANTE

-----
Votre Choix ? :
Larson (indice de corrosion)      Imprimer
Eau brute (modification)         Systeme      <arrêt>
Nouvelle eau

```

```

C:\Users\alcha\Desktop\EQUILD-1\EQUIL1F.EXE
Equilibre de l'eau, de référence = mohdial
Température (<°C>) = 58.00
pH (initial) = 6.75
pHs = 6.41
CO2 libre (mg/l) = 25.06
Indice de saturation = 8.34
TAC (<°F>) = 12.19
Ca (<°F>) = 59.10
Alc/CaO = 8.21
Scl dissous (R.S mg/l) = 2245.29
CaCO3 précipitable(mg/l) = 22.9 (CCPP)
Ind.Stabilité (Ryona) = 6.07

EAU ENTARTRANTE

-----
Votre Choix ? :
Larson (indice de corrosion)      Imprimer
Eau brute (modification)         Systeme      <arrêt>
Nouvelle eau

```



```

C:\Users\alcha\Desktop\EQUILD-1\EQUILIF.EXE

Equilibre de l'eau, de référence = schwa2
Température (°C) = 19.00
pH (initial) = 7.02
pHs = 6.39
CO2 libre (mg/l) = 11.01
Indice de saturation = 8.65
IAC (°PP) = 13.71
Ca (°PP) = 56.11
Mg/CaO = 8.24
Sel dissous (H.S mg/l) = 2351.49
CaCO3 précipitable(mg/l) = 39.3 (CCPP)
Ind.Stabilité (Ryznar) = 5.71

-----
Votre Choix ? :

Larson (indice de corrosion)      Imprimer
Eau brute (modification)         Systeme      (arrêt)
Nouvelle eau
  
```

```

C:\Users\alcha\Desktop\EQUILD-1\EQUILIF.EXE

20 mai 2018
Equilibre de l'eau, de référence = HELONI ANON
Température (°C) = 58.00
pH (initial) = 7.02
pHs = 6.52
CO2 libre (mg/l) = 2.29
Indice de saturation = 1.18
IAC (°PP) = 12.67
Ca (°PP) = 50.10
Mg/CaO = 8.25
Sel dissous (H.S mg/l) = 2146.60
CaCO3 précipitable(mg/l) = 35.7 (CCPP)
Ind.Stabilité (Ryznar) = 5.40

-----
Votre Choix ? :

Larson (indice de corrosion)      Imprimer
Eau brute (modification)         Systeme      (arrêt)
Nouvelle eau
  
```

```

C:\Users\alcha\Desktop\EQUILD-1\EQUILIF.EXE

Equilibre de l'eau, de référence = TIMOCTH
Température (°C) = 51.00
pH (initial) = 7.16
pHs = 6.75
CO2 libre (mg/l) = 8.63
Indice de saturation = 8.35
IAC (°PP) = 9.93
Ca (°PP) = 45.69
Mg/CaO = 8.21
Sel dissous (H.S mg/l) = 2172.82
CaCO3 précipitable(mg/l) = 12.9 (CCPP)
Ind.Stabilité (Ryznar) = 6.39

-----
Votre Choix ? :

Larson (indice de corrosion)      Imprimer
Eau brute (modification)         Systeme      (arrêt)
Nouvelle eau
  
```

3

Le 1er jour : 14/05/2018

Tableau N°17 absorbance pour le1 jour le différente élément

	=470(Cl ⁻)	=495(SO ₄ ⁻²)	=522(Ca ⁺²)	=669TH
Ain bieda	0.064	0.045	0.049	0.051
Elhadab1	0.014	0.015	0.015	0.027
Elhadab3	0.052	0.063	0.071	0.027
Elkhafdji	0.03	0.048	0.06	0.035
NF elhadjira	0.015	0.04	0.058	0.04
Ben nacer	0.043	0.04	0.057	0.046

Le 2^{ème} jour : 15/05/2018

Tableau N°18 absorbance pour le2 jour le différente élément

	=470(Cl ⁻)	=495(SO ₄ ⁻²)	=522(Ca ⁺²)	=669TH
Ain bieda	0.053	0.066	0.048	0.052
Elhadab1	0.003	0.038	0.06	0.024
Elhadab3	0.033	0.016	0.101	0.06
Elkhafdji	0.019	0.049	0.021	0.053
NF elhadjira	0.018	0.013	0.025	0.023
Ben nacer	0.049	0.032	0.002	0.075

Le 3 jour : 16/5/2018

Tableau N°19 : absorbance pour le3 jour le différente élément

Ain bieda	0.056	0.054	0.103	0.084
Elhadab1	0.031	0.047	0.51	0.018
Elhadab3	0.047	0.074	0.034	0.04
Elkhafdji	0.048	0.086	0.098	0.049
NF elhadjira	0.043	0.086	0.094	0.08
Ben nacer	0.089	0.089	0.084	0.077

Annexe08



Figure pour un turbidimètre avec les étalons.



Figure pour un spectromètre DR2800.



Figure pour un spectromètre a flamme.

: دراسة نوعية المياه الصالحة لشرب هي اولى اهتمامنا لكن الترسيبات الجيرية وتآكل القنوات تنقص من المياه. لذلك قمنا في هذه الدراسة بأخذ عينات من ابار ليبانية الصالحة لشرب لولاية ورقلة بمختلف دوائرها. وبعد التحليل الفيزيوكيميائية التي توضح نوعية المياه انها:

مياه بها نسبة الكلورير والسولفات اعلى من نسبة المعايير الجزائرية وأيضا بها نسبة من الكاسيوم التي هي قريبة من قيمة المعيير الجزائرية وايضا فهي مياه بها الصوديوم .

(diagramme et equilf1.EXE) لدراسة التوازن المياه.

وجدناها انها مياه ذات نوعية تشكل ترسبات وان وضعها في اتجاه التاكل . وفي النهاية اقترحنا بعض الحلول لهذا الاشكال

1تشكيل محطات تحلية .

2خاط المياه اكلسية باخري غير كلسية

3- لترسبات الجيرية.....

الكلمات المفتاحية : مياه الشرب، مواد الانابيب، ، بئر، فيزيوكيميائية

Résumé : Notre but est l'étude de la qualité de l'eau potable de la région de Ouargla et de voir l'équilibre calcocarbonique de la nappe Albiennes

L'étude de la qualité de l'eau potable est notre première préoccupation, mais les dépôts calcaires et l'érosion des canaux réduisent la qualité de l'eau.

Par conséquent, dans cette étude, nous avons prélevé des échantillons de puits d'eau potable dans différents départements de la province d'Ouargla, après les analyses physico-chimiques qui montrent la qualité de l'eau, C'est:

L'eau avec du chlorure et du sulfate est plus élevée que les normes algériennes et possède également un pourcentage de calcium proche de la valeur du maïs algérien et de l'eau avec du sodium.

Et à travers notre argument de(diagramme et equilf1.EXE)pour étudier le bilan hydrique.

Nous avons trouvé que c'était une eau de qualité qui formait des dépôts et la plaçait dans le sens de l'érosion, En fin de compte, nous avons suggéré quelques solutions à ces formes.

1 - Formation de station de dessalement.

2- il faut mélange un eau entartré (calcaire) avec une autre non-calcaire

3 - Ajouter des matériaux pour éviter les dépôts calcaires (inti-calcaire)

Mots-clés: eau potable, matériaux de tuyauterie, puits, érosion physico-chimique