

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي
Université Echahid Hamma Lakhdar EL-OUED
كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم البيولوجيا
Département de Biologie

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : biodiversité et environnement

THEME

Qualité des eaux D'alimentation de l'eau potable la
ville Djamila cas d'eau Déminéralisée et eaux de
citerne sidi khaled

Présenté par :
Ghrissi aloui chaima

Devant le jury composé de :

Président :	Singera Moussa	M.A.A, Université d'El Oued.
Examineur :	Haddad Arbi	M.C.A, Université d'El Oued.
promotrice :	Bousbai Ibrahim Aida	M.C.B, Université d'El Oued

- Année universitaire 2022-2023

Remerciements

Nous remercions Dieu de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour la réalisation de ce modeste travail.

Sincèrement, c'est un grand honneur pour nous d'avoir eu la chance de travailler avec Dr Bousbai Ibrahim Aida notre promoteur .Aussi, nous tenons à lui exprimer notre profonde gratitude et nos remerciements les plus chaleureux pour son aide la plus précieuse, son apport constructif, ses encouragements ses conseils, sa grande disponibilité et surtout sa modestie qui est aussi grande que son mérite.

Nos sincères considérations et remerciements sont également exprimés aux membres de jury : Mr Snigra Moussa a qui nous avons l'honneur par sa présence en qualité de présidente de jury, Mr Haddad Arbi qui a accepté de faire partie de ce jury et d'examiner ce travail et consacré de son temps pour son évaluation.

Nous tenons à remercier chaleureusement l'ensemble du personnels travaillant au laboratoire du département biologie, qu'ils veuillent bien recevoir ici l'expression de notre gratitude et de notre profond respect.

Nous soulignons notre reconnaissance aux enseignants de la faculté des sciences de la nature, ses précieux conseils et sa disponibilité.



Dédicace

Je dédie ce travail à ma famille qui m'a encouragé et m'ont soutenu durant mes études et particulièrement à Ma mère chérie et mon père adoré qui ont toujours été à mes côtés et crus en mes Potentialités sans oublier leur inspiration pour la persévérance et la quête de la réussite. Mes parents qui m'ont toujours soutenu et étaient ma " force motrice " pour travailler avec plus de courage et persévérance et à qui j'éprouve un profond respect, que dieu leur garde et leur prête une longue vie.

A Grande Père **Ghrissi Aloui Mouldi**

A ma cher soeur **Amina , Israa , Souhaila, Hidaia** et mes frère **Ibrahim + Hassan**

A toutes les personnes qui nous ont aidés à accomplir ce travail, surtout mon meilleur encadreur Dr **Bousbai Ibrahim Aida**

Chaima



Résumé

L'objectif de ce mémoire d'évaluer et caractériser la qualité d'alimentation de l'eau potable cas d'eau déminéralisé et eaux de citerne, distribuée dans la zone du Djamaa de wilaya El M'ghair.

Les résultats obtenus; la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau sont comme suivent

La température mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa varie entre 13 et 23°C, ces valeurs sont inférieures à 25°C, Les valeurs du pH montrent Premièrement est que l'eau de Djamaa présente des moyennes de pH partout supérieurs à 7 et montre par conséquent une eau alcaline, conductivité de l'eau de consommation dans la plaine de la ville de Djamaa est globalement dans les normes. concernant les mesures de Turbidité de eaux de la ville de Djamaa dans présente une très faible turbidité avec des valeurs variées entre 0.32 et 3.30 NTU. les teneurs en résidu sec est faible. Les diagrammes de piper montre que la nature chimique des eaux de Djamaa est sulfaté calcique ce qui est due à la présence des gypses CaSO_4^{-2} « formation évaporitique » . dans coté bactériologique En notant l'absence totale de coliformes durant tous les mois.

Mots clés: l'eau potable, physico-chimique, bactériologique, Djamaa.

الملخص

الهدف من هذه الأطروحة هو تقييم وتوصيف نوعية إمدادات مياه الشرب من المياه منزوعة المعادن ومياه الصهرج ، الموزعة في منطقة جامعة بولاية المغير. النتائج المحققة؛ الجودة الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية للمياه هي كما يلي تتراوح درجة الحرارة المقاسة في عينات مياه جامع بين 13 و 23 درجة مئوية ، وهذه القيم أقل من 25 درجة مئوية ، وتظهر قيم الأس الهيدروجيني أولا أن مياه جامعة لديها متوسط درجة الحموضة في كل مكان فوق 7 وبالتالي تظهر المياه القلوية ، وموصلية مياه الشرب في مدينة جامعة هي مطابقة للمعايير. فيما يتعلق بقياسات التعكر المائي لمدينة جامعة لديها تعكر منخفض جدا مع قيم متفاوتة بين 0.32 و 3.30 NTU. مستويات المخلفات الجافة منخفضة. تظهر مخططات بايبر أن الطبيعة الكيميائية لمياه جامعة هي كبريتات الكالسيوم التي ترجع إلى وجود الجبس $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ "تكوين التبخر". أما في الجانب البكتريولوجي نلاحظ الغياب التام coliformes خلال جميع الأشهر.

الكلمات المفتاحية: مياه الشرب، الفيزيائية والكيميائية، البكتريولوجيا، جامعة.

Liste des Figure

n°	Titre	Page
01	Localisation des grands bassins hydrographiques de l'Algérie	9
02	Ressources en eau en Algérie et en Sahara Algérienne	12
03	Localisation de la zone d'étude	18
04	schémas synaptique station déminéralisation de Djamaa	20
05	Image satellitaire de la station	21
06	Organigramme de la station de Djamaa	22
07	Schéma de la nappe albien phréatique	23
08	Moyennes de température mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa du mois de Décembre au mois de Mai.	39
09	Moyennes de pH mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa du mois de Décembre au mois de Mai.	39
10	Moyennes de Conductivité électrique mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa du mois de Décembre au mois de Mai.	41
11	Moyennes de Turbidité mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa du mois de Décembre au mois de Mai.	42
12	Moyennes de Résidu sec mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa du mois de Décembre au mois de Mai.	43
13	Digramme de piper de mois décembre a zone Djamaa	44
14	Digramme de piper de mois janvier a zone Djamaa	45
15	Digramme de piper de mois février a zone Djamaa	46
16	Digramme de piper de mois mars a zone Djamaa	47
17	Digramme de piper de mois avril a zone Djamaa	48
18	Digramme de piper de mois mai a zone Djamaa	49

Liste des tableaux

n°	Titre	Page
01	Principales utilisation de l'eau	8
02	Régions hydrographiques et leurs bassins versants	10
03	Les paramètres physicochimiques selon l'OMS et le journal officiel algérien.	14
04	Les valeurs indicatives des paramètres bactériologique	15
05	Camion-citernes utilisés	19
06	Température mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa du mois de Décembre au mois de Mai.	38
07	pH mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa du mois de Décembre au mois de Mai.	39
08	Conductivité électrique mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa du mois de Décembre au mois de Mai.	41
09	Turbidité mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa du mois de Décembre au mois de Mai.	42
10	Résidu sec mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa du mois de Décembre au mois de Mai.	43

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicace

Résumé

الملخص

Liste des Figure

Liste des tableaux

Introduction

Partie I Partie Bibliographie

Chapitre I Généralité sur l'eau

1. Définition de l'eau.....	6
2. Définition d'une eau potable	6
3. Classification des eaux	6
3.1. Les eaux naturelles	6
3.2. Les eaux souterraines.....	6
3.3. Eaux de surface.....	6
4. Utilisation de eau.....	7
5. Ressources en eau en Algérie	8
6. Ressources en eau dans le Sahara.....	11

Chapitre II Les normes de qualité des eaux potables

1. Définition d'une norme	14
2. Les normes de qualité des eaux potable	14
3. Les normes des paramètres physico-chimiques	14

Partie II Partie pratique

Chapitre I Description de la zone d'étude

1. Description géographique de la zone d'étude.....	18
2. Nappe phréatique.....	18
3. Présentation de la station.....	19

4.Situation géographique :	20
5.Processus appliqué dans à la station de la déminéralisation de Djamaa:	21
4 La source et le captage d'eau de cette station :	22

Chapitre II Matériels et Méthodes

1.Matériel.....	25
Méthodes	27
1.Prélèvement de l'échantillon	27
2.Méthodes d'analyse physico-chimique	28
2.1. Température.....	28
2.2.pH	28
2.3.Conductivité électrique.....	28
2.4. Turbidité	29
3.Analyses des paramètres chimiques	30
3.1.Dureté totale	30
3.2.TAC (Titre Alcalimétrique Complet).....	30
3.3.Calcium.....	31
3.4.Magnésienne.....	31
3.5.Chlorures	31
3.6.Détermination de Nitrites [NO ₂]	32
3.7.Détermination de Nitrates.....	32
3.8.Détermination de l'ammonium (NH ₄ ⁺).....	33
3.9.Salinité :	33
3.10.Dosage des phosphates :	33
3.Diagramme de piper	34
4.Analyse bactériologie	35
4.1.Recherche et dénombrement des Germes totaux.....	35
4.2.Recherche et dénombrement des Coliformes totaux	35

Chapitre III Résultats et discussions

1.Qualité physico-chimique des eaux.....	38
1.1. Température.....	38
1.2.pH	39
1.3.Conductivité électrique.....	40
1.4.Turbidité	41
1.5.Résidu sec.....	43
2.Paramètre chimique	44
3.Résultats Bactériologies	50
Conclusion.....	52
Références	

Introduction

Introduction

L'eau est une ressource indispensable à la vie. D'habitude, quand les personnes pensent à propos des sources d'eau, ils pensent à des rivières et des cours d'eau; en d'autres mots, eaux de surface. Mais, de toute l'eau douce utilisable dans le monde, approximativement 97 % est de l'eau souterraine. (Bensalah, 2021)

L'eau souterraine, bien qu'elle soit cachée et invisible, est fragile et souvent vulnérable aux nombreuses sources de contamination découlant des activités humaines. Le traitement d'une eau souterraine contaminée peut s'avérer long et coûteux, voire impossible dans certains cas. Voilà pourquoi il est impérieux de la protéger adéquatement afin de minimiser les risques de contamination qui la menacent (Myrand, 2008).

L'eau destiné à la consommation humaine s'appelle aussi l'eau potable ou l'eau douce, il possède des caractéristiques spécifiques diffère complètement des autres eaux, leur quantité dans la nature est très faible, cette condition de potabilité est nécessaire pour préserver la santé des personnes à risque des maladies et épidémies, la disponibilité de cette ressource avec ces propriétés est une opération plus ou moins complexe exige une attention particulière dans son gestion.

Plus de 75 à 90% de la population mondiale utilisent une eau d'origine souterraine. Dans notre pays, elles constituent une part importante du patrimoine hydraulique et sont traditionnellement les ressources en eau privilégiées pour l'eau potable du fait de son exploitation relativement facile et qu'elles sont à l'abri des polluants que les eaux de surface (Merzoug & al. 2010).

En Algérie, l'alimentation en eau potable suit globalement la tendance mondiale, elle se fait principalement à partir des nappes souterraines en premier et ensuite à partir des eaux superficielles et barrages.

D'autre part, certaines régions Algérienne se révèlent incapables de fournir en quantité suffisante de l'eau potable et des équipements d'hygiène et ainsi, l'eau est menacée dans sa qualité et sa quantité. La population en réaction à la pénurie d'eau a eu recours à l'utilisation des puits et des sources dont la qualité est préoccupante (Boulahia, 2020).

Ce travail a pour but d'évaluer et caractériser la qualité d'alimentation de l'eau potable cas d'eau déminéralisé et eaux de citerne, distribuée dans la zone du Djamaa de wilaya El M'ghair. Le mémoire présenté est structuré comme suit:

Patie bibliographie

- Chapitre 01 Généralité sur l'eau
- Chapitre 02 les normes des eaux potables

Deuxième partie pratique

- Chapitre 01 sur Présentation de la région d'étude
 - Type des eaux potables dans Djamaa
 - Types des gestions de eaux
- Chapitre 02 matériel et méthodes
- Chapitre 03 résultats et discussion

Partie I

Partie Bibliographie

Chapitre I

Généralités sur l'eau

1. Introduction

L'eau est l'élément vital pour la vie, c'est la boisson naturelle par excellence. C'est un liquide, inodore, incolore, sans goût, transparent et de pH neutre (PERRY, 1984). C'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (BERNARD, 2007). Elle peut se trouver, dans la nature, sous les trois formes : liquide (rivière, fleurs...etc.), gazeuse (vapeur d'eau) et solide (glaces, neiges).

La valeur de l'eau est inestimable, première ressource minérale du monde, sa protection et sa gestion sont indispensables à la survie de l'humanité, du règne animal et végétal (ROUX, 1995).

2. Définition d'une eau potable

L'eau potable est une eau qui doit être exempte de microorganismes pathogènes et de substances toxiques. Elle doit, par ailleurs, être limpide, incolore et ne présente aucun goût ni odeur désagréable (O.M.S, 1986),

3. Classification des eaux**3.1. Les eaux naturelles**

Les réserves disponibles d'eaux naturelles sont constituées : des eaux souterraines (infiltration, nappe), des eaux de surface retenues ou en écoulement (barrages, lacs, rivières) et des eaux de mer. (Cardot, 1999)

3.2. Les eaux souterraines

Du point de vue hydrogéologique les couches aquifères se divisent en :

- Nappes phréatiques ou alluviales : peu profondes et alimentées directement par les précipitations pluvieuses ou les écoulements d'eau en dessus.
- Nappes captives : plus profondes que le premier et séparées de la surface par une couche imperméable. L'alimentation de ces nappes est assurée par l'infiltration sur leurs bordures.

La nature du terrain sous lequel se trouvent ces eaux est un déterminant de leurs compositions chimiques, cependant elles sont appelées aussi les eaux propres car ils répondent en général aux normes de potabilité. Pourtant, ces eaux sont moins sensibles aux pollutions accidentelles, elles perdent totalement leur pureté originale dans le cas de contamination par des polluants (Degremont, 1989).

3.3. Eaux de surface

Ce type des eaux englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents (rivières, lacs, étangs, barrages,...). La composition chimique des eaux de surface

dépend de la nature des terrains traversés par ces eaux durant leurs parcours dans l'ensemble des bassins versants. Ces eaux sont le siège, dans la plupart des cas, d'un développement d'une vie microbienne à cause des déchets rejetés dedans et de l'importante surface de contact avec le milieu extérieur. C'est à cause de ça que ces eaux sont rarement potables sans aucun traitement (Boeglin, 2001)

3.4.Eaux de mers et océans

Les mers et les océans constituent des énormes réservoirs d'eau. Elles représentent près de 97.4% du volume d'eau existant actuellement sur notre planète. Le reste est la part des eaux continentales (eaux souterraine et superficielles). Les eaux de mers sont caractérisées par une grande salinité. Elles sont dénommées aussi « eaux saumâtres », ce qui rend leur utilisation difficile. Notamment leur coût très élevé pour leur traitement. (Boeglin, 2001).

3.5.Les eaux usées

Les eaux usées sont les eaux résiduelles d'une industrie ou d'une communauté, qui sont destinées à être rejetées après usage. Elles sont des eaux ayant perdu, par leur utilisation industrielle ou domestique, leur pureté initiale, et qui sont devenues impropres à d'autres utilisations de qualité. Les eaux usées, ne doivent pas être rejetées en masse dans le milieu naturel avant d'avoir été traitées en vue de l'élimination des polluants indésirables par passage dans une station d'épuration. (Zeghoud, 2014)

3.6.Les eaux de consommation

Une eau potable est une eau douce chimiquement et biologiquement saine, conforme pour un usage lié à la consommation humaine pour éviter toute maladie. Les normes appliquées à une telle eau ne devraient pas être inférieures à celles proposées dans la dernière édition de "Normes internationales pour l'eau potable" publiée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). L'eau du robinet est très utilisée par les ménages car son niveau de potabilité est élevé. L'eau potable est une eau non salée, une eau douce suffisamment sûre et saine pour être consommée par les humains ou utilisée avec un faible risque de préjudice immédiat ou à long terme. (Amina, 2021).

4.Utilisation de eau

Les ressources en eau prélevées en 2000 sont estimées à 6.074 milliards de m³, dont 3.938 milliards destinés à l'irrigation (65 %), 1.335 milliard aux usages domestiques (22 %) et 801 millions à l'industrie (13 %) (FAO, 2005).

Tableau 01 : Principales utilisation de l'eau (Desjardins , 1997)

Utilisation	
Eau de fabrications Nobles	- Agroalimentaire - Pharmacie - Papiers blancs - Textiles - Teintureries - Chimie
Eau déminéralisée	- Pharmacie - Chaudières - Préparation des bains divers - Rinçages en galvanoplastie - Eau ultra pure - - Dessalement par osmose inverse
Eau de refroidissement en circuit semi-ouvert	- Réfrigération atmosphérique
Eau de refroidissement en circuit ouvert	- Condenseurs et échangeurs
Eau de lavage de gaz ou produit de transport	- Lavage gaz métallurgique et incinération - Lavage charbon

5.Ressources en eau en Algérie

Le territoire algérien couvre une superficie de près de 2,4 millions de km², mais 90% de cette étendue correspondent à un désert où les précipitations sont quasi-nulles. Dans cette partie du territoire, les ressources en eau superficielles sont très faibles et limitées essentiellement à la partie du flanc septentrional de l'Atlas ; les ressources souterraines y sont par contre abondantes mais sont très faiblement renouvelables (nappes du Sahara septentrional) (LOUCIF, 2003).

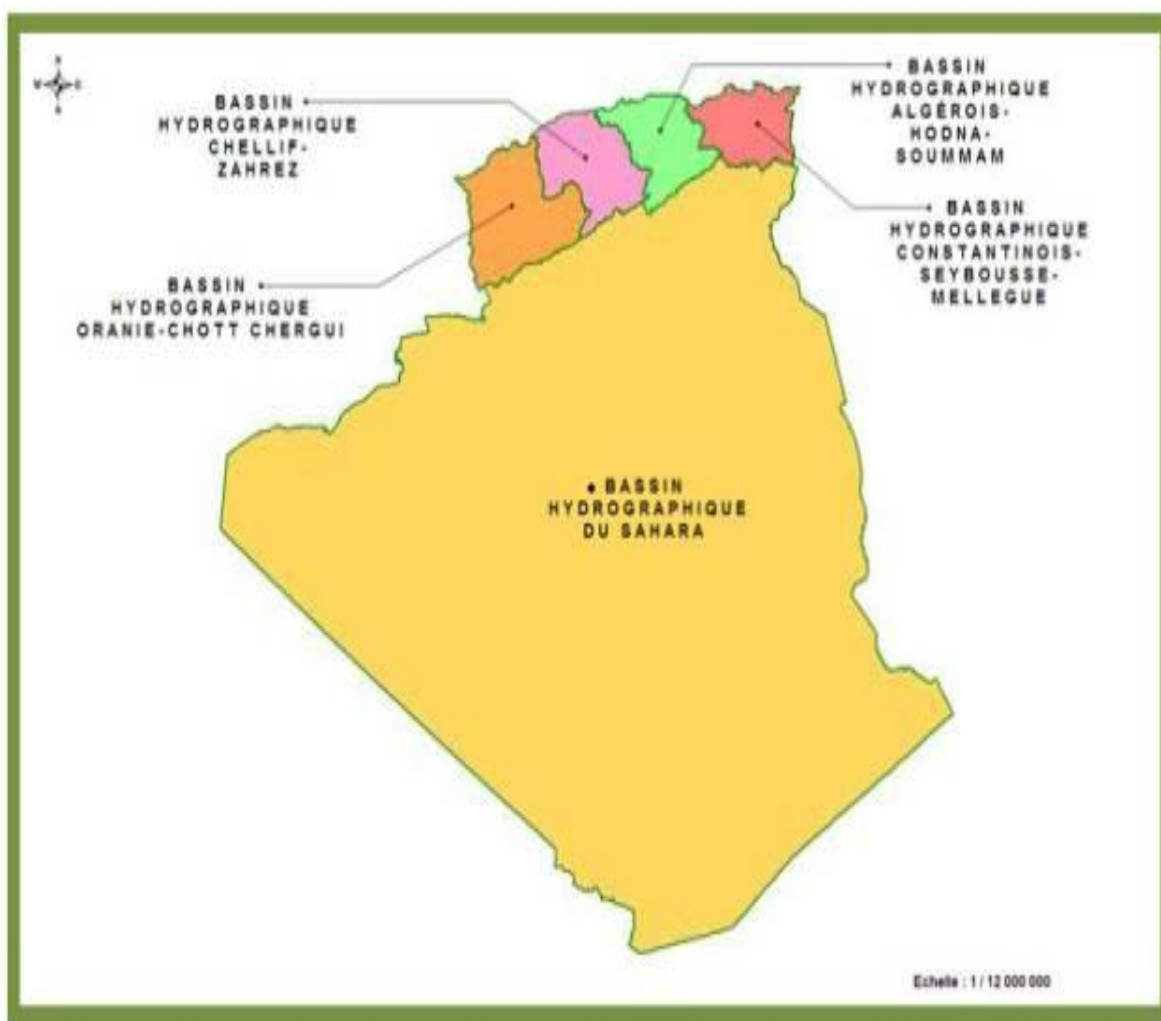


Figure 01 : Localisation des grands bassins hydrographiques de l'Algérie

En Algérie la population était estimée à 23 millions en 1987 ; 28 en 1995 ; 32 en 2000 ; 39 en 2010 ; et 46 en 2020, soit une consommation potable et industrielle de l'ordre de 5 milliards de m³ alors que la mobilisation actuelle est à peine de 2 milliards de m³. Il faudrait mobiliser dans les 20 ans à venir 3 milliards de m³, en excluant les eaux d'irrigations et les fuites dans les conduites. Les superficies irriguées sont estimées à 450000 ha, l'objectif à atteindre à court terme étant de 770000 ha, et si l'on suppose qu'en moyenne, il faut 8000 m³/ha, il nous faudrait mobiliser 6.2 milliards de m³ (KETTAB, 2001).

Le pays est divisé en cinq bassins hydrographiques regroupant les 19 bassins versants du pays (Tableau 01). Les ressources en eau superficielle renouvelables internes totalisent environ 9.8 km³/an pour l'ensemble du pays dont le Sahara, bassin le plus important par la surface, ne renferme que 0.6 km³ (FAO, 2005).

Les ressources en eau souterraine renouvelables contenues dans les nappes du nord du pays sont estimées à près de 1.5 km³/an. Ces nappes sont alimentées essentiellement par les précipitations dont la répartition demeure irrégulière à la fois dans le temps et dans l'espace. Le sud du pays se caractérise par l'existence de ressources en eau souterraines très importantes provenant des nappes du continental intercalaire et du complexe terminal. Si l'on considère qu'il n'existe pas de partie commune entre les eaux de surface et les eaux souterraines, les ressources totales renouvelables internes s'élèvent à 11.3 km³/an. Les ressources exploitables sont évaluées à 7.9 km³/an (FAO, 2005).

Donc la répartition des ressources hydrauliques dans le pays se présente comme suit :

Les écoulements superficiels sont essentiellement concentrés dans la frange septentrionale du pays, s'étend sur environ 300 000 km², soit 13 % de la superficie du pays. Les régimes hydrographiques dans cette zone soumis à un régime climatique méditerranéen semi-aride sont caractérisés par l'extrême irrégularité saisonnière et interannuelle des apports en eau, la violence et la rapidité des crues et l'importance des transports solides. Schématiquement, les ressources en eau superficielles décroissent du Nord au Sud, au fur et à mesure que croissent les ressources en eau souterraines. Les eaux de surface figurent pour 32 % du bilan alors qu'elles constituent 80 % des ressources globales (LOUCIF, 2003).

Dans le Sud, la disponibilité en eau est importante grâce aux nappes du continental intercalaire et du complexe terminal, mais celles-ci ne couvrent qu'une partie de l'étendue du Sahara. Cette situation à laquelle il faut ajouter l'irrégularité des écoulements dans l'espace et dans le temps, la capacité effective des barrages ainsi que le niveau prélèvements des ressources en eau, est de nature à livrer une image non déformée de ce qui existe comme potentialités (LOUCIF, 2003)

Tableau 02 : Régions hydrographiques et leurs bassins versants

Bassins hydrographiques	Superficie (km ²)	Bassins versants
Oranie-Chott Chergui	77 169	Macta Tafna Chott Chergui Côtiers oranais
Chélif-Zahrez	56 227	Côtiers Dahra Chélif Chott Zahrez
Algérois-Hodna-Soummam	47 431	Côtiers algérois Sébaou Isser

		Soummam Chott Hodna
Constantinois-Seybous-Mellegue	44 348	Côtiers constantinois Kébir Rhumel Medjerdah Mellegue Seybousse Hauts Plateaux Constantinois
Sahara	2 018 054	Chott Melghir Sahara

6. Ressources en eau dans le Sahara

L'eau au Sahara est un facteur primordial de tout développement des activités humaines. Dans un environnement socio-économique en pleine mutation, caractérisé par des conditions climatiques particulièrement difficiles, plusieurs contraintes d'ordre hydrogéologique et pédologique sont apparues, pouvant créer des situations irréversibles avec des conséquences graves sur l'environnement. En effet, l'irrigation au Sahara est mal conduite et a engendré de sérieux problèmes de mise en valeur, notamment par la création ou la remontée de nappes phréatiques gênantes pour les cultures (hydromorphie) et par l'accroissement de la salinité des sols et des eaux (halomorphie) (ACHIRI et BOUZIANE, 2014).

La protection et l'utilisation rationnelle de ressource en eau au Sahara sont une obligation et une nécessité vitale. L'agriculture saharienne est liée à la mobilisation de l'eau et à la maîtrise de son utilisation, elle vise à éviter le gaspillage, à rentabiliser au maximum et à envisager l'exploitation et la gestion de superficies importante (SENOUSSI et *al.*, 2012)

Les ressources en eau sahariennes disponibles ne dépassent guère les 5,4 milliards de mètres cubes (Figure 02) (SAKER et *al.*, 2013). Les eaux superficielles restent faibles et très aléatoires. Toutefois, les nappes fossiles, non renouvelables, constituées principalement par les eaux du complexe terminal (CT) et du continental intercalaire (CI), constituent indéniablement la ressource la plus importante et la mieux étudiée (SAKER et *al.*, 2013)

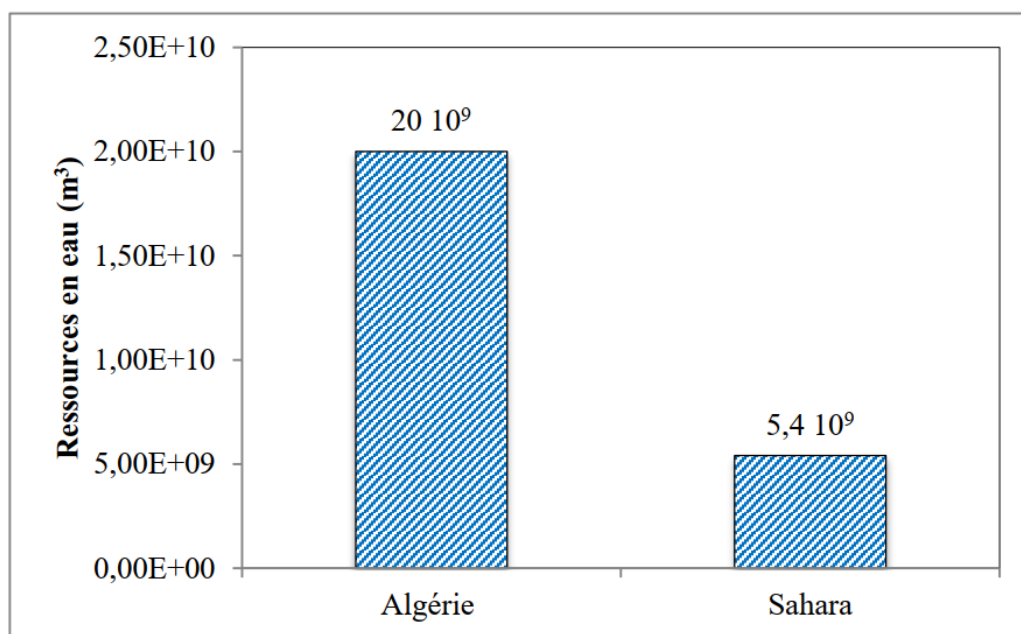


Figure 02 : Ressources en eau en Algérie et en Sahara Algérienne (SAKER et *al.*, 2013).

La demande en eau dans les régions sahariennes est estimée à environ 60 m³/s en année moyenne, dont près de 65 % sont garantis par les aquifères profonds du continental intercalaire et du complexe terminal (CI et CT), et le reste par les autres ressources en eau (autres nappes et ressources superficielles). Ces ressources n'ont cependant à l'évidence qu'un potentiel très limité pour le futur, et l'alimentation de ces régions doit être considérée comme un souci majeur. On peut retenir que les ressources en eau sont très variables d'une région à une autre, concernant les grands aquifères, avec de fortes contraintes de salinité, température et profondeur. Par contre, elles sont faibles dans les autres nappes, avec des perspectives d'exploitation supérieure limitées. Elles sont très aléatoires pour les ressources superficielles, qui ne sont guère valorisables que dans une économie extensive (BNEDER, 1999).

Chapitre II

Les normes de qualité des eaux potables

1.Définition d'une norme

Une norme est un critère de référence établi conformément à une réglementation ou une référence minimale, moyenne ou supérieure. Elle permet de comparer une situation par rapport à une valeur seuil et de définir des conditions acceptables par rapport à celle qui ne le serait pas. (HOFFAMN et al., 2014).

2.Les normes de qualité des eaux potable

L'eau après traitement doit répondre aux normes de qualité établis selon différents Paramètres, notamment microbiologique, des analyses sont effectuées pour vérifier le respect de ces normes. Ces normes de qualité, s'appuient sur les travaux médicaux de l'organisation mondiale de la santé (O.M.S) qui diffusent des recommandations sur les doses maximales admissibles à respecter, c'est-à-dire la quantité qu'un individu peut absorber dans danger quotidiennement et tout au long de vie : ces recommandations sont adaptées dans chaque pays en fonction de leur état sanitaire, leur situation économique et selon la réglementation en vigueur. (DEGREMONT., 2005)

3.Les normes des paramètres physico-chimiques

Tableau 03: les paramètres physicochimiques selon l'OMS et le journal officiel algérien.

Paramètres	Selon l'OMS	Selon le Journal Algérien	Unité
Ph	9	6.5 - 8.5	-
Conductivité	1000	2800	µs/cm
Dureté totale CaCo₃	50	100 - 500	°F
Calcium	100	75 - 200	mg/L
Magnésium	50	150	mg/L
Sodium	150	200	mg/L
Potassium	12	20	mg/L

Sulfates	250	200 - 400	mg/L
Chlorures	600	200 - 500	mg/L
Nitrates	50	50	mg/L
Nitrites	0.1	0.1	mg/L
Ammonium	0.5	0.5	mg/L
Phosphates	5	5	mg/L
Oxydabilité (KMnO₄)	5	3	mg/L
Oxygène dissout	5	5	mg/L
Aluminium	0.2	0.2	mg/L
Température	25	25	°C

Source : oms (2005), journal officiel de la république algérienne n°27 (26 avril 2006 p10, 11, 12)

Tableau 04 : les valeurs indicatives des paramètres bactériologique (OMS, 2005; JORA Algérienne, 2014; Journal Officiel de la République Française [JORF], 2007).

PARAMETRES	UNITES	VALEUR INDICATIVES
Escherichia Coli	n/100ml	0
Entérocoques	n/100ml	0
Bactéries sulfitoréductrices y compris les spores	n/20ml	0

Partie II

Partie pratique

Chapitre I

Description de la zone d'étude

1. Description géographique de la zone d'étude

La zone de Djamaa se situe au sud-est Algérien. Elle se trouve sur les bords de la route nationale N°03 à une distance de 120 km de sa wilaya (El-Oued), de 170 km au Sud de la wilaya de Biskra et de 50 km de la Daïra de Touggourt.

El-Oued devint une commune depuis 1957, une wilaya depuis janvier 1984, , elle compte 12 daïras et 30 communes jusqu'en 2019, elle compte 10 daïras et 22 communes depuis la création de la wilaya d'El M'Ghair. (DAS 2021).

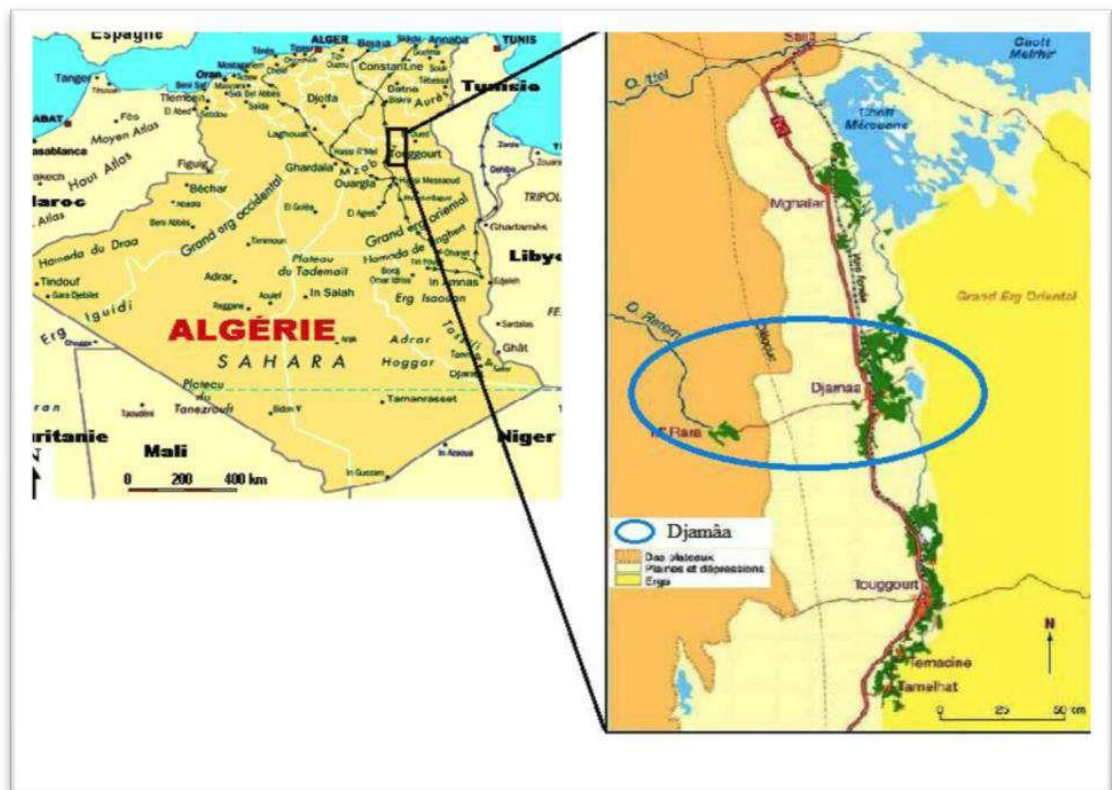


Figure 03 : Localisation de la zone d'étude (BALLAIS,2010 modifiée)

2. Nappe phréatique

La nappe phréatique est contenue dans les sables fins à moyens d'âge quaternaire, contenant des cristaux de gypse. Elle s'épaissit du sud vers le nord et sa puissance moyenne est de 20mètre. Caractérisée par des eaux à forte salinité. La nappe phréatique est principalement alimentée par les eaux d'irrigation et de distribution urbaine, les eaux des forages dont les tubages sont détériorés par faibles précipitations et par les percolations des nappes de complexe terminale. Les pertes sont surtout le fait de l'évaporation. (Belksier ,2016).

3.Présentation de la station

Les installations de dessalement et déminéralisation par osmose inverse se sont développées à partir de la fin des années 90, avec des capacités de production de plusieurs dizaines de m³/j, aboutissant à des débits pouvant atteindre 500 000 m³/j.

Durant ces dernières années les techniques ont évolué, ainsi que les types de contrat. Dans cette partie nous présentons une application du procédé Osmose inverse dans la station de déminéralisation au niveau de la Wilaya de Oued Souf commune de Djamaa.

Des données générales et des fiches techniques nous ont été procurées par les responsables de la station, et des photos numériques ont été prises pour mieux illustrer les composants de cette usine. (ZAIDI,2019)

La mise en service finale de la station de déminéralisation de Djamaa était en Aout 2017 dont la capacité de production est de 12000 m³/j par la technique d'osmose inverse, assurant l'approvisionnement en eau potable de plusieurs régions de la commune de Djamaa, ainsi que ces agglomérations urbaines de Djamaa, soit une population d'environ 68 500 habitants.

Tableau 05 : Camion-citernes utilisés

Nombre de demandes d'autorisation de Camion-citerne	Nombre de Camion-citerne autorisé	Nombre de Camion-citerne refusée
14	08	06

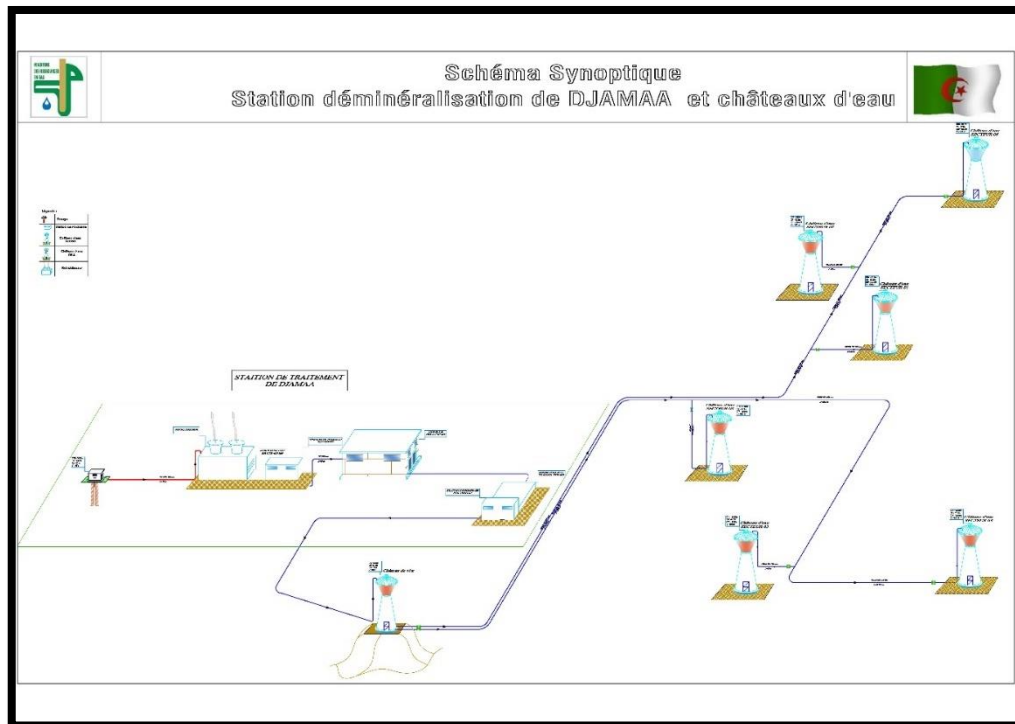


Figure 04 : schémas synoptique station déminéralisation de Djamaa

La station a été réalisée par l'entreprise AMENHYD SPA qui détient un pourcentage de 51% et une entreprise espagnole, DEISA qui détient 49% de ces investissements (Fiche de la station de Djamaa)

4.Situation géographique :

La station de déminéralisation d'eau saumâtre est située à la commune de DJAMMA, à 45 Km de la capitale de la wilaya d'Oued Souf, cette installation permettra d'alimenter cette commune.



Figure 05 : Image satellitaire de la station.

5.Processus appliqué dans à la station de la déminéralisation de Djamaa:

Le processus du dessalement d'eau comporte quatre étapes principales :

- La captation de l'eau saumâtre.
- Le prétraitement.
- L'osmose inverse.
- Le post-traitement.

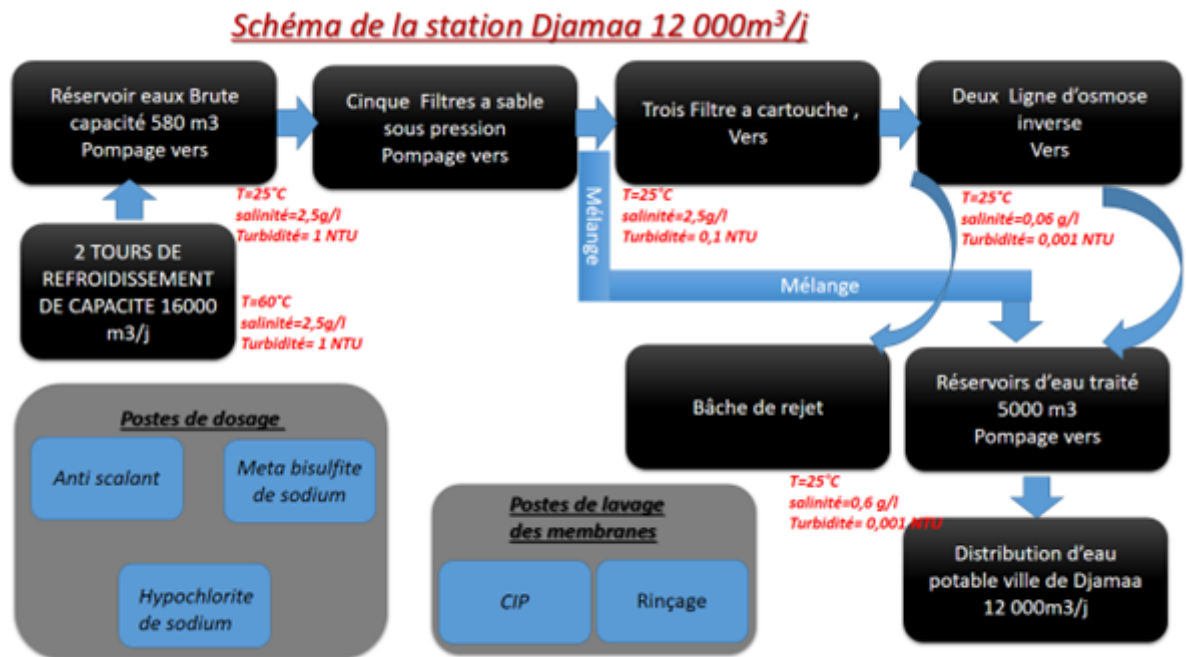


Figure 06 : Organigramme de la station de Djamaa

4 La source et le captage d'eau de cette station :

La station de traitement est alimentée par un forage. Ce forage est de type albien qui est alimenté directement par une nappe de l'albien.

La nappe de l'Albien nord-africaine est la plus grande réserve d'eau douce au monde. Elle est à cheval sur trois pays, l'Algérie, la Libye et la Tunisie. 70 % de la nappe se trouve en Algérie au sud-est du pays.

Description de la nappe de l'Albien :

La nappe de l'Albien se trouve en grande partie dans le Sahara algérien, elle est la plus grande réserve d'eau douce au monde. Elle contient plus de 50 000 milliards de mètres cubes d'eau douce, l'équivalent de 50 000 fois le barrage de Béni Haroun qui se trouve à l'est du pays et qui alimente six wilayas limitrophes. Cette eau est le résultat de l'accumulation qui s'est effectuée au cours des périodes humides qui se sont succédé depuis 1 million d'années. (BENDAOU, 2019).

Cette nappe d'eau de l'albien est une nappe phréatique aquifère, est une nappe d'eau que l'on rencontre à faible profondeur. Elle alimente traditionnellement les forages et les sources en eau potable sans utiliser des pompes à haute pression pour faire remonter l'eau à la station. Elle est

exposée à la pollution lors de l'exploitation de la zone pétrolifère et de la zone gazière (gaz de schiste). (BENDAOU, 2019).

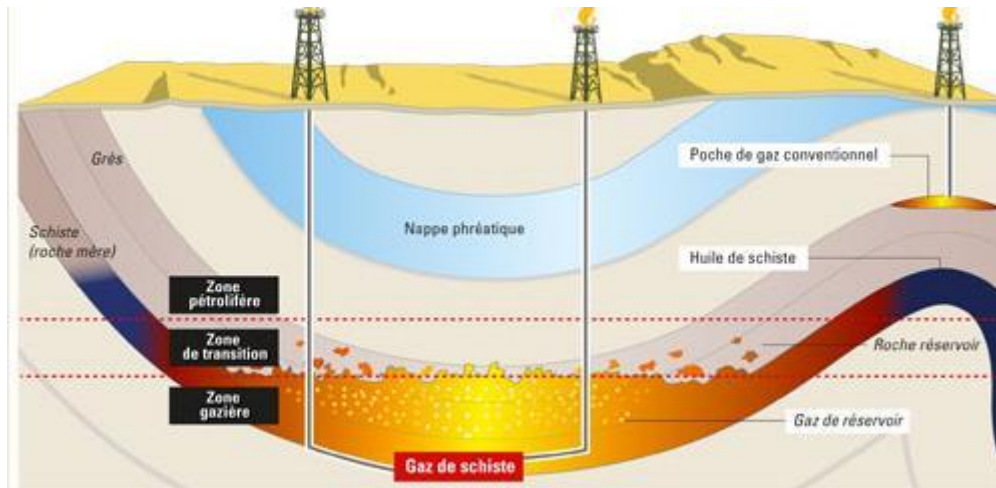


Figure 07 : Schéma de la nappe albien phréatique

Chapitre II

Matériels et Méthodes

1. Matériel

Les matériels utilisés sont résumés dans tableau suivant :

Outil	Usage	Photo
Bouteilles d'échantillonnages d'eau		
Bouteille stérilisée		
Glacière avec glaçon	Afin de maintenir la qualité de l'échantillon	
Carnet de terrain	Pour écrire des informations	
Les étiquettes		
Eau distillée	Pour nettoyer le Bouteille	
Conductimètre de paillasse	Mesurer la conductivité d'une solution, en tant que valeur de mesure	

	en $\mu\text{S}/\text{cm}$	
PH mètre	Mesurer le pH d'une solution	
Balance analytique	Mesurer la masse avec exactitude. Leur lecture a une plage de 0.1 mg - 0.01 mg	
Autoclave	permettant de réaliser la stérilisation, sous pression, d'objets de forme pleine, creuses, poreuse, emballée ou non emballée	
Papier filtre	filtrer les solides, les particules en suspension et contaminants dans les solutions aqueuses, les suspensions, les solvants et autres liquides.	
Etuve de séchage	Chauffer à température régulée des éléments par pression atmosphérique afin de faire le séchage ou la conservation à chaud.	

Turbidimètres de paillasse	Mesure la quantité de lumière qui passe à travers l'eau par rapport à la quantité de lumière qui est réfléchiée par les particules dans l'eau. En tant que valeur de mesure (uTN)	
spectromètre uv-visible	mesurer l'absorbance, généralement en solution afin de déterminer la concentration de l'espèce colorée.	
rampe de filtration	permet de vérifier la contamination microbiologique d'une grande variété de liquides	

Méthodes

1.Prélèvement de l'échantillon

Le prélèvement d'eau constitue la première étape pour assurer une analyse bactériologique & physico-chimique réussie et fiable. L'échantillonnage doit être représentatif de l'eau à un instant donné. Pour cela, il est nécessaire de respecter plusieurs étapes clés

- Lorsque vous prélevez des échantillons d'eau potable, il est important de le faire dans un endroit propre et de veiller à ce que tout l'équipement utilisé pendant les prélèvements reste propre
- Étiquetez la bouteille avant de prélever l'échantillon. Sur l'étiquette, inscrivez la date, l'heure, l'endroit où l'échantillon sera pris.
- L'avez-vous les mains ou portez des gants jetables, neufs et propres.
- Purger le point de prélèvement en laissant couler l'eau à débit maximale pendant 30sec puis fermer le robinet.

- Utilisez la bouteille stérile pour l'échantillon effectuer pour l'analyse bactériologique.
- Ne rincez pas la bouteille avant de la remplir, car vous risqueriez d'enlever une partie ou la totalité de l'agent de conservation qu'elle contient, et de ruiner l'échantillon
- Ne touchez pas au goulot ni à l'intérieur de la bouteille et du bouchon, car vous risqueriez de contaminer l'échantillon. Pour la même raison, ne posez pas la bouteille avec son bouchon vers le bas sur une surface pendant que vous remplissez la bouteille avec l'échantillon. Seuls l'air et l'échantillon d'eau devraient entrer en contact avec l'intérieur du bouchon et de la bouteille
- Réglez le débit du robinet pour éviter que l'eau ne rejaillisse. Remplissez la bouteille jusqu'à la ligne de remplissage ou, s'il n'y en a pas, jusqu'au col de la bouteille, en laissant un espace d'air. Ne laissez pas l'eau déborder. L'espace d'air est nécessaire pour et concernant l'échantillon de l'analyse bactériologique il faut de bruler la robine avant l'échantillonnage la bouteille doit être à un angle de 45° par rapport au robinet lors du remplissage ainsi t faire l'analyse au laboratoire.
- Remettez le bouchon tout de suite après avoir prélevé l'échantillon et vissez-le bien. Souvenez-vous de ne pas toucher l'intérieur du bouchon avec les mains

2.Méthodes d'analyse physico-chimique

2.1. Température

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, donc dans la détermination du pH et sur la conductivité. la mesure de température se fait par un thermomètre du laboratoire.

2.2.pH

Le pH est un paramètre qui mesure l'acidité ou l'alcalinité d'un échantillon. Cette mesure est ce fait par un pH mètre digital de laboratoire à sonde de température intégrée, sur lequel nous avons branché une électrode combinée sensible au pH. L'étalonnage est effectué avant chaque essai, avec des solutions tampons de pH 4 et pH 9. Puis, on introduit l'électrode dans l'échantillon jusqu'à ce que la valeur relevée se stabilise.

2.3.Conductivité électrique

La conductivité est reliée à la concentration d'ions capables de conduire le courant électrique, elle permet la mesure de la quantité des ions dissous dans un solvant, elle est plus importante lorsque la température augmente. Les résultats de mesure doivent donc être présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25 C°. Elle s'exprime en $\mu\text{S}/\text{cm}$. On

la détermine par un conductimètre. La mesure est basée sur le principe du pont de Wheatstone en utilisant un conductimètre électrique. L'appareil est du type WTW D 812 WEILHEIM.

2.4. Turbidité

La turbidité d'une eau est causée par des matières non dissoutes. Celles-ci atténuent la radiation incidente et les particules insolubles diffusent la radiation de façon inégale. L'appareil (figure 9) employé fonctionne sur le principe de la mesure diffusée. La longueur d'onde de la radiation incidente est de 860 nm comme recommandé dans la méthode ISO 7027 et ce, afin d'éviter l'influence des matières dissoutes absorbant la lumière.

Mesure de résidu sec :

Principe :

Une certaine quantité d'eau bien mélangé et évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé.

Mode opératoire :

- Sécher les verres de montre dans l'étuve.
- Peser les verres de montre séchés.
- Mettre 5ml de l'échantillon dans chaque verre de montre.
- Remettre les verres de montres dans l'étuve pour le séchage.
- Après 24h, repeser les verres de montre.

Expression de résultats :

Le poids de résidu sec = le poids de verre de montre rempli – le poids du verre de montre vide.

5ml d'échantillons : $p_1 - p_2$ P1 : poids du verre de montre.

1000 ml d'échantillons : $\frac{p_2 - p_1}{5} \times 100$ (exprimer en mg/l).

3. Analyses des paramètres chimiques

3.1. Dureté totale

La dureté totale a été déterminée par titrimétrie, en utilisant l'EDTA comme réactif et le noir ériochrome comme indicateur coloré (Rodier, 2009). Ce dosage représente la mesure de la dureté de l'eau (titre hydrothémétrique (TH) en degré français.

Mode opératoire

- 100 ml d'eau d'échantillon
- ajouter une pincée de le noir ériochrome comme indicateur
- ajouter 5 ml de solution de pH 10
- Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage du violet au bleu

Expression des résultats

$$TH = \left(\frac{V_{EDTA} \times N_{EDTA}}{V_{Ech}} \right)$$

V_{EDTA} : volume en millilitre de la solution d'EDTA utilisé pour le titrage.

N_{EDTA} : concentration en EDTA.

V_{Ech} : volume en millilitre de la prise d'essai.

3.2. TAC (Titre Alcalimétrique Complet)

Mesure la somme des alcalis libres, des carbonates et des bicarbonates.

Mode opératoire

- 100 ml d'eau d'échantillon
- Ajouter 2 gouttes de solution de méthyle orange
- Titrer avec l'acide sulfurique (N/50) jusqu'au virage jaune au orange.

Expression des résultats

$$TAC (^{\circ}F) = (V_{H_2SO_4} \times N_{H_2SO_4})$$

Avec

$V_{H_2SO_4}$: volume en millilitre de la solution d' H_2SO_4 utilisé pour le titrage.

$N_{H_2SO_4}$: concentration en H_2SO_4 .

V_{Ech} : volume en millilitre de la prise d'essai.

3.3.Calcium

Les ions Ca^{2+} sont dosés par complexométrie. On utilise l'EDTA(acide éthylènediamine tétracétique) mais, on précipite le magnésium sous forme de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ vers pH12, par addition de soude. De plus l'indicateur utilisé est sensible aux seuls ions Ca^{2+} (Rodier, 2009).

Mode opératoire

- Prélever 50 ml de l'échantillon, ajouter 2 ml de NaOH 1 N et une pincé de l'indicateur Murexide, le mélange devient rose.
- Agiter en titrant par la solution d' EDTA (0,02 éq/l). Le virage se fait au pourpre.
- Relever à la fin du dosage le volume d'EDTA versé à partir de la burette

Expression des résultats

$$[\text{Ca}^{2+}](^{\circ}\text{F}) = \left(\frac{V_{\text{EDTA}} \times N_{\text{EDTA}} \times 1000 \times M_{\text{Ca}^{+2}}}{V_{\text{Ech}}} \right)$$

Avec

V_{EDTA} : volume en millilitre de la solution d'EDTA utilisé pour le titrage.

N_{EDTA} : concentration en EDTA.

V_{Ech} : volume en millilitre de la prise d'essai.

$M_{\text{Ca}^{+2}}$: la masse molaire du calcium

3.4.Magnésienne

Connaissant la dureté totale d'une part et la dureté calcique d'autre part, par différence on calcule par différence la dureté magnésienne.

$$\text{TH} = T_{\text{Ca}^{+2}} + T_{\text{Mg}^{+2}} \rightarrow T_{\text{Mg}^{+2}} = \text{TH} - T_{\text{Ca}^{+2}}$$

TH: Dureté totale ($^{\circ}\text{F}$)

$T_{\text{Ca}^{+2}}$: Dureté calcique ($^{\circ}\text{F}$)

$T_{\text{Mg}^{+2}}$: Dureté magnésienne ($^{\circ}\text{F}$)

3.5.Chlorures

Les chlorures Cl^- , selon la méthode de MOHR (Rodier, 2009), basée sur le titrage d'un volume d'eau avec une solution de nitrates d'argent AgNO_3 concentrée en présence de l'indicateur chromates de potassium (K_2CrO_4), jusqu'au virage de la coloration du jaune au rouge brique et le début du dépôt d'un précipité rouge.

Mode opératoire

- 100 ml d'eau d'échantillon
- ajouter 1 ml de l'indicateur chromates de potassium(K_2CrO_4).
- Titrer avec nitrates d'argent $AgNO_3$ (0,0141 N) jusqu'au virage de la coloration du jaune au rouge brique

3.6.Détermination de Nitrites $[NO_2]$ **Principe**

La diazotation de la sulfanilamide en milieu acide et sa copulation avec ou en présence de dichlorhydrate N-(1-naphthyl) éthylène diamine donne un complexe coloré pour être susceptible d'un dosage colorimétrique. Limite de détection: $0.001 < c < 0.3$ mg/l. **b)-**

Matériels

-Spectrophotomètre $\lambda = 543$ nm

•Fiole de 50 ml

- Pipette de 1 et 2 ml

Mode opératoire

Introduire 50 ml de l'échantillon à analyser dans une fiole, puis on ajoute 1 ml de sulfanilamide et agiter et on attend 5 mn pour ajouter 1 ml de di chlorhydrate N-(1-Naphtyl -)- éthylènediamine et agiter, attendre une autre fois 10 mn, enfin on fait la lecture au spectrophotomètre à $\lambda = 543$ nm (C)

Expression des résultats

$$[NO_2] = C \text{ (mg/L)}$$

3.7.Détermination de Nitrates**Principe**

En présence de salicylates de sodium, les nitrates donnent du paranitrosionate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

Mode opératoire

On ajoute 2 à 3 gouttes de NaOH à 30% et 1 ml de sodium à 10 ml de l'échantillon à analyser et on évapore à sec au bain marie ou à l'étuve à $75^\circ C - 88^\circ C$. Puis on laisse refroidir.

On reprend le résidu avec 2 ml d'acide sulfurique et on laisse reposer 10 min, puis on ajoute 15 ml d'eau distillé et 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium, enfin on passe au spectrophotomètre à 420 nm.

Expression des résultats

Les résultats sont donnés directement en mg/l (Rodier, 1984).

3.8.Détermination de l'ammonium (NH_4^+)**Principe**

Mesure spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

Mode opératoire

Introduire 40 ml de l'échantillon dans un Becher, Ajouter 4 ml du réactif I et 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec H_2O distillée et attendre 1h. 30

L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH_4

Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/L.

$\lambda = 655 \text{ nm.}$

3.9.Salinité :

La salinité est une propriété de l'eau de mer qui est fondamentale à l'étude du milieu marin (AMINOT. A & CHAUSSEPIED. M, 1983).

Elle correspond à la masse de sels contenue dans 1 kg d'eau de mer. On évalue maintenant la conductivité et on l'exprime en UPS : Unité Pratique de Salinité, qui équivaut approximativement à 1 mg/g de sel.

La salinité de l'eau de mer est en moyenne de 35 UPS, soit 35g/kg, celle des eaux saumâtres est de 5 à 18 UPS et celle des eaux douces est inférieure de 0,5 UPS (CHEVALLIER. H, 2007).

3.10.Dosage des phosphates :**Principe :**

En milieu acide et en présences de molybdate d'ammonium, les ortho-phosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue susceptible d'un dosage spectrométrique. Certaines formes organiques peuvent être hydrolysées au cours de l'établissement de la coloration et donner des ortho phosphates, le développement de la coloration est accéléré par l'utilisation d'un catalyseur, le tartrate double d'antimoine et de potassium. (RODIER, 2009)

Réactifs :

- Solution d'acide ascorbique.
- Réactif combiné.

Mode opératoire :

Virifier le PH de l'échantillon qui doit être compris entre 2 et 7, l'ajuster si nécessaire. Introduire 20 ml d'eau dans une fiole jaugée de 25 ml, ajouté 1ml de solution d'acide ascorbique et 4 ml de réactif combiné puis attendre 30 minute la stabilisation de la coloration et effectuer les mesures au spectromètre à la longueur d'onde de 700 nm en cuve de 1 cm. (RODIER, 2009).

Etalonnage :

- Préparer une solution mère étalon de 50 mg /L de phosphate
- Préparer une solution intermédiaire de 10 mg/L.
- Puis préparer des solutions filles de 5mg/L, 2mg/L, 1mg/L et le témoin (T).
- Appliquer le mode opératoire précédent.
- Tracer la courbe d'étalonnage. **(RODIER, 2009)**

TDS

$$\text{TDS} = \text{Conductivité} \times 0.64$$

Bicarbonates :

Les bicarbonates font partie de nombreuses substances minérales au même titre que le calcium, magnésium ou le sodium, naturellement présents dans l'eau. L'eau peut contenir des quantités plus ou moins élevées de bicarbonate en fonction des types de sols qu'elle traverse (infiltration) ou sur lesquels elle s'écoule (ruissellement).

Sans effet nocif pour la santé, le bicarbonate n'est soumis à aucune norme légale

3.Diagramme de piper

Le diagramme de Piper permet de caractériser les faciès géochimiques des eaux. Cette caractérisation est basée sur des calculs de proportions relatives des différentes espèces cationiques et anioniques analysées. Ce diagramme est très fréquemment utilisé Allassane, 2004; Tabouche et Achour, 2004 ; Gouaidia, 2008 ; Oga et al., 2009 ; Kouassi et al., 2010 ; Yao et al., 2010 ; Ahoussi et al., 2011 ; Kouassi et al., 2012). Le diagramme de Piper fournit le même résultat qu'une classique caractérisation de la composition chimique par l'anion

principal ou le cation principal. Cependant, il a l'avantage de définir en même temps un certain nombre de famille d'eau et de mettre clairement en évidence l'évolution de la minéralisation. Ce diagramme est formé d'un 1er triangle pour les cations, d'un 2ème triangle pour les anions et d'un losange découpé en famille d'eau (Allassane, 2004). Les éléments considérés sont Ca^{2+} , Mg^{2+} , ($\text{Na}^{+} + \text{K}^{+}$) pour les cations et HCO_3^{-} , ($\text{Cl}^{-} + \text{NO}_3^{-}$) et SO_4^{2-} pour les anions. Dans le diagramme, la concentration relative en méq/l de chaque élément calculé permet de placer les points sur les triangles qui sont ensuite projetés sur le losange. Cette concentration est définie par la proximité des points de projection par rapport aux différents sommets ou pôles. La projection dans le parallélogramme des points placés dans les triangles des anions et des cations, classe la solution en faciès suivant les ions prédominants et donne de très bons résultats (Yermani et al., 2003 ;)

4. Analyse bactériologie

4.1. Recherche et dénombrement des Germes totaux

Le dénombrement des germes hétérotrophes est réalisé par incorporation de volumes déterminés de l'échantillon ou de dilution de l'échantillon dans un milieu de culture nutritif strictement défini et non sélectif.

La lecture est faite après 48 ± 4 heures d'incubation à 36°C ± 2°C d'une part et après 68 ± 4 heures d'incubation à 22°C ± 2°C d'autre part.

Le calcul du nombre d'unités de colonies formées (U.C.F.) par millilitre d'échantillon est effectué à partir du nombre de colonies formées dans ou sur le milieu.

Dans le sens de cette méthode, on étend par microorganismes : bactérie, levure ou moisissure, capable de se développer en aérobiose, et formant des colonies dans le milieu spécifié et effectué selon les conditions de la méthode spécifiée.

4.2. Recherche et dénombrement des Coliformes totaux

On entend par coliformes des bacilles à Gram négatifs, aérobies ou anaérobies facultatif, non sporulés, ne possédant pas d'oxydase, capable de se multiplier en présence de sels bilinéaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprises entre 36 et 37°C.

Les coliformes thermo tolérants ont les même propriétés que les coliformes mais à 42 ± 2°C. Les *Echerichia Coli* sont des coliformes thermo tolérants ayant la particularité de produire de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à 42 ± 2 °C.

Le dénombrement des Coliformes est basé sur la filtration d'un volume donné d'échantillon d'eau bien homogénéisé à travers une membrane filtrante de porosité 0,45 µm.

La membrane est transférée sur un milieu de culture sélectif de gélose lactosée contenant du chlorure de triphényl-2,3,5 tétrazolium comme indicateur coloré. Ce dernier est réduit en jaune par les Coliformes.

Incubation de la membrane pendant minimum 18 heures et maximum 24 heures : soit à 36

°C ± 2°C pour la recherche des bactéries coliformes, soit à 44 °C ± 0,5 °C pour la recherche des coliformes thermorésistants.

Dénombrement direct des colonies caractéristiques formées sur la membrane, et repiquage sur milieux de confirmation.

Calcul du nombre d'organismes susceptibles de se trouver dans minimum 100 ml d'échantillon.

Chapitre III

Résultats et discussions

Le présent chapitre est consacré aux résultats obtenus et leurs discussions; la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau

1. Qualité physico-chimique des eaux

1.1. Température

En rapport avec les normes fixées par l'OMS (1994), l'eau est : excellente lorsque la température varie entre 20 et 22°C ; passable lorsque la température oscille dans l'intervalle de 22 à 25°C ; médiocre lorsqu'elle est comprise entre 25 et 30°C.

La température mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa varie entre 13 et 23°C (tab), ces valeurs sont inférieures à 25°C, ceci pourrait signifier comparativement à ces normes, que les eaux analysées ne sont pas excellentes mais plutôt bonnes. Elles sont également aux normes Algérien.

Tableau 06 : température mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa du mois de Décembre au mois de Mai.

Lieu études	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Min	Moy	Max
Sidi khaled stok 1°	15.2	15	15	13.3	16	18	13.30	15.42	18.00
Sidi khaled stok 2°	15.2	15	15	12.9	15.9	17.9	12.90	15.32	17.90
Sidi yahia stok 1°	13	14.2	13.9	13.7	17.1	20	13.00	15.32	20.00
Sidi yahia stok2°	12.9	13	13.6	14.1	17.4	22.1	12.90	15.52	22.10
Chateau _Oueghlana	13.5	13	13.9	13.9	17.9	22.6	13.00	15.80	22.60
Eaude robinet _Oueghlana	13.6	12.9	14	13.5	18	22.8	12.90	15.80	22.80
Cité EL ESSALAM	15.6	15.1	14.2	16.1	18.4	22.4	14.20	16.97	22.40
Cité 18	15.9	15.1	15.7	13.3	18.4	22.8	13.30	16.87	22.80
cité ELNaser	15.2	13	14	15.3	18	23	13.00	16.42	23.00

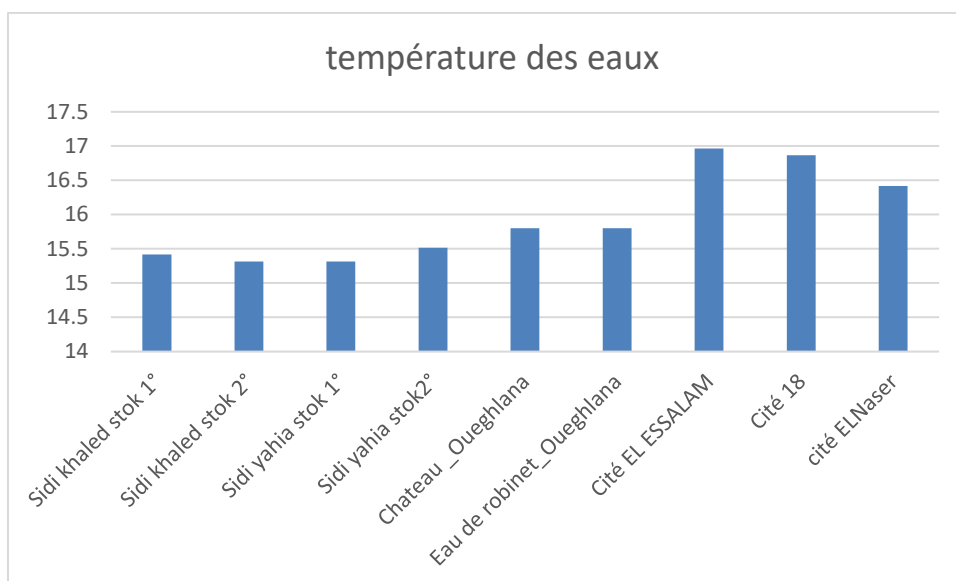


Figure 08 : Moyennes de température mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa du mois de Décembre au mois de Mai.

1.2.pH

Les valeurs du pH (tableau) montrent Premièrement est que l'eau de Djamaa présente des moyennes de pH partout supérieurs à 7 et montre par conséquent une eau alcaline et la deuxième est que cette eau présente un pH partout variées entre 7 et 8 et donc cette eau répond aux normes algériennes des eaux de consommation.

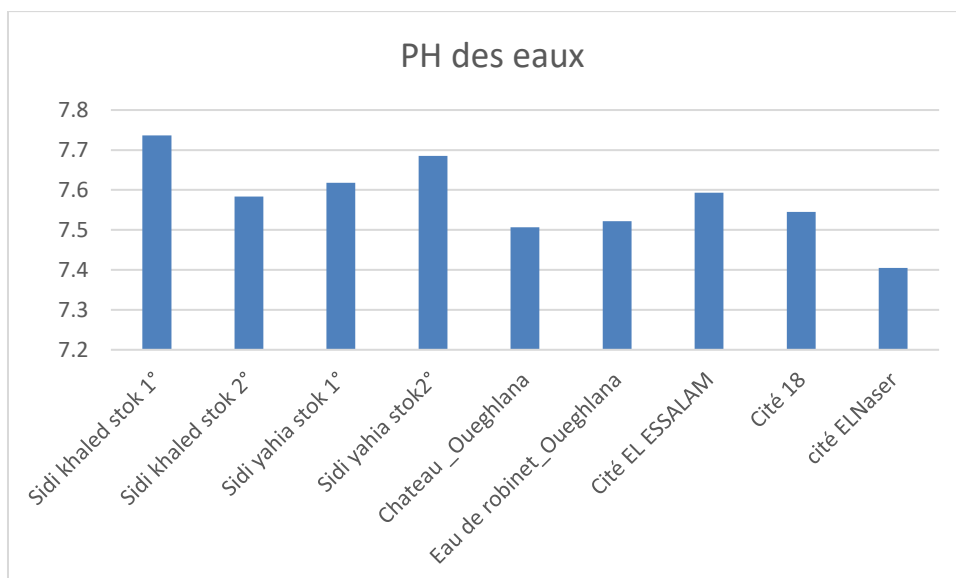


Figure 09 : Moyennes de pH mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa du mois de Décembre au mois de Mai.

Tableau 07 : pH mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa du mois de Décembre au mois de Mai.

Lieu étude	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Min	Moy	Max
Sidi khaled stok 1°	7.74	7.7	7.74	7.8	7.7	7.74	7.70	7.74	7.80
Sidi khaled stok 2°	7.61	7.64	7.74	7.77	6.8	7.94	6.80	7.58	7.94
Sidi yahia stok 1°	7.54	7.5	8.12	7.49	7.2	7.86	7.20	7.62	8.12
Sidi yahia stok2°	8.29	7.4	7.35	7.79	7.4	7.88	7.35	7.69	8.29
Chateau _Oueghlana	7.35	7.2	7.83	7.76	7.2	7.7	7.20	7.51	7.83
Eau de robinet_Oueghlana	7.46	7.46	7.7	7.61	7.3	7.6	7.30	7.52	7.70
Cité EL ESSALAM	7.48	7.45	7.63	7.76	7.5	7.74	7.45	7.59	7.76
Cité 18	7.69	7.64	7.24	7.8	7.5	7.4	7.24	7.55	7.80
cité ELNaser	7.38	7.5	7.41	7.41	7.5	7.23	7.23	7.41	7.50

1.3. Conductivité électrique

La comparaison des résultats obtenus de la conductivité avec les normes Algériennes des eaux de consommation montrent que la conductivité de l'eau de consommation dans la plaine de la ville de Djamaa est globalement dans les normes. Elles varient entre 1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 2100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ces résultats sont confortés aux normes et inférieurs à la valeur limite fixée par la norme Algérienne (moins de 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

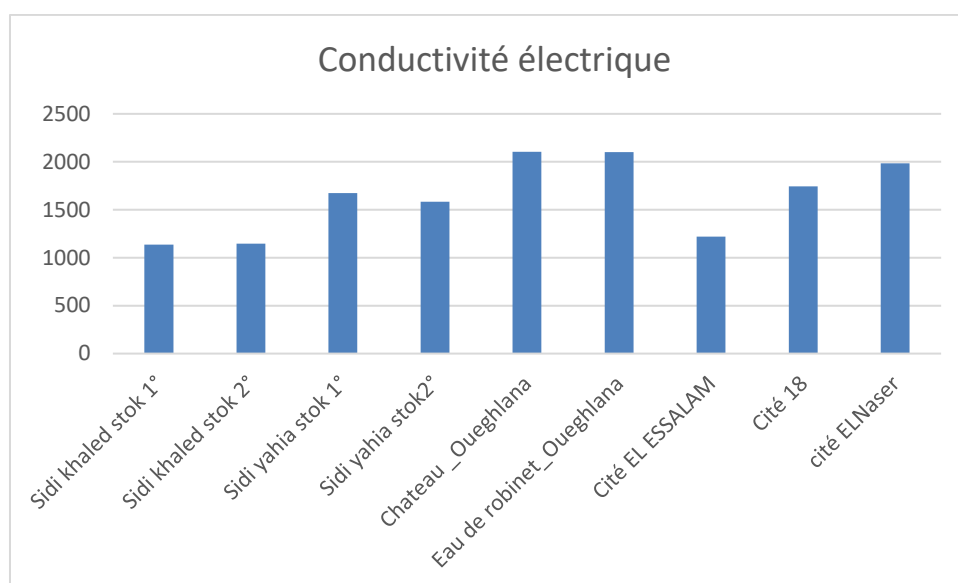


Figure 10 : Moyennes de Conductivité électrique mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa du mois de Décembre au mois de Mai.

Tableau 08 : Conductivité électrique mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa du mois de Décembre au mois de Mai.

Lieu études	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Min	Moy	Max
Sidi khaled stok 1°	1126	1120	1112	1001	1264	1189	1001.00	1135.33	1264.00
Sidi khaled stok 2°	1175	1117	1154	1001	1250	1190	1001.00	1147.83	1250.00
Sidi yahia stok 1°	2029	2030	1268	1418	2047	1244	1244.00	1672.67	2047.00
Sidi yahia stok 2°	875	905	2500	1111	2075	2039	875.00	1584.17	2500.00
Chateau _ Oueghlana	2034	2010	2490	1999	2043	2043	1999.00	2103.17	2490.00
Eau de robinet _ Oueghlana	2029	1999	2490	1999	2044	2041	1999.00	2100.33	2490.00
Cité EL ESSALAM	851	850	1259	1036	1269	2046	850.00	1218.50	2046.00
Cité 18	1271	2034	1349	2002	1758	2050	1271.00	1744.00	2050.00
cité ELNaser	2031	1271	2590	1999	1966	2054	1271.00	1985.17	2590.00

1.4.Turbidité

Les résultats concernant les mesures de Turbidité de eaux de la ville de Djamaa dans (tableau et figure) présente une très faible turbidité avec des valeurs variées entre 0.32 et 3.30 NTU, ces valeurs sont inférieures aux normes Algériennes.

Tableau 09 : Turbidité mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa du mois de Décembre au mois de Mai.

Lieu études	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Min	Moy	Max
Sidi khaled stok 1°	0.28	0.2	0.314	0.066	5.22	0.227	0.07	1.05	5.22
Sidi khaled stok 2°	0.333	0.289	0.289	0.15	0.465	0.364	0.15	0.32	0.47
Sidi yahia stok 1°	3.36	3.36	0.234	3.218	3.285	1.08	0.23	2.24	3.36
Sidi yahia stok2°	0.406	0.345	3.26	0.242	0.731	0.118	0.12	0.85	3.26
Chateau _Oueghlana	3.36	3.47	1.5	0.539	1.385	4.99	0.54	2.54	4.99
Eau de robinet_Oueghlana	0.622	0.544	0.617	0.59	2.18	4.85	0.54	1.57	4.85
Cité EL ESSALAM	0.151	0.12	0.018	0.329	0.271	4.26	0.02	0.86	4.26
Cité 18	0.195	0.78	0.037	0.89	0.615	2.66	0.04	0.86	2.66
cité ELNaser	4.56	4.64	7.6	1.34	0.272	1.41	0.27	3.30	7.60

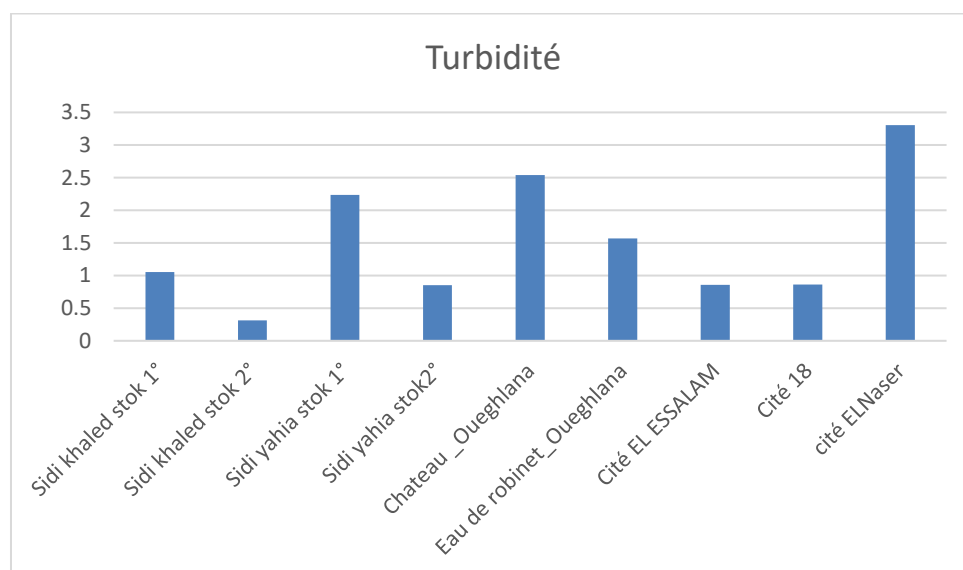


Figure 11 : Moyennes de Turbidité mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa du mois de Décembre au mois de Mai.

1.5. Résidu sec

Les résultats de notre étude (Figure et tableau) ont révélé que toutes les teneurs en résidu sec est faible

Si le taux de résidus à sec est supérieur à 1 500 mg / L, il s'agit d'une eau riche en minéraux. Si ce taux est compris entre 500 et 1 500 mg / L, l'eau est moyennement minéralisée. En dessous de 500 mg / L l'eau est dite faiblement minéralisée et en dessous de 50 mg / L, très faiblement minéralisée.

Tableau 10 : Résidu sec mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa du mois de Décembre au mois de Mai.

Lieu étude	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Min	Moy	Max
Sidi khaled stok 1°	0.001	0.01	0.012	0.018	0.011	0.01	0.00	0.01	0.02
Sidi khaled stok 2°	0.03	0.02	0.03	0.02	0.012	0.014	0.01	0.02	0.03
Sidi yahia stok 1°	0.018	0.03	0.04	0.034	0.022	0.02	0.02	0.03	0.04
Sidi yahia stok2°	0.015	0.013	0.23	0.04	0.034	0.035	0.01	0.06	0.23
Chateau _Oueghlana	0.027	0.06	0.042	0.054	0.04	0.054	0.03	0.05	0.06
Eau de robinet_Oueghlana	0.027	0.054	0.05	0.06	0.056	0.05	0.03	0.05	0.06
Cité EL ESSALAM	0.027	0.056	0.06	0.07	0.06	0.07	0.03	0.06	0.07
Cité 18	0.08	0.086	0.07	0.076	0.085	0.084	0.07	0.08	0.09
cité ELNaser	0.09	0.09	0.085	0.085	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09

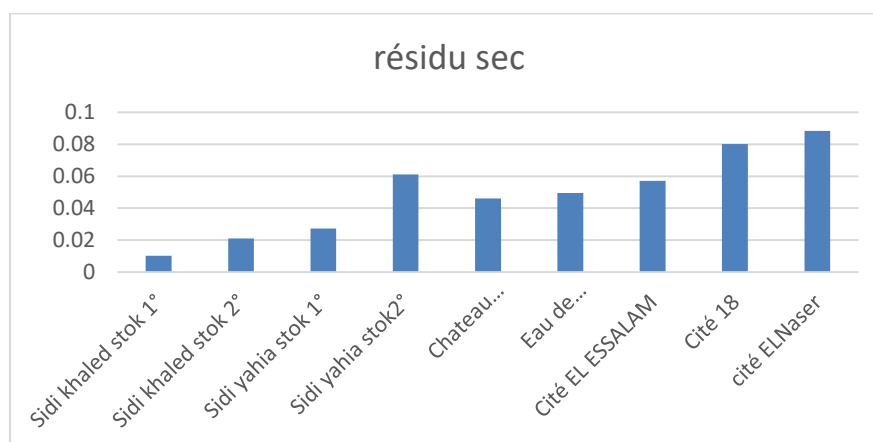


Figure 12 : Moyennes de Résidu sec mesurée dans les échantillons d'eau de Djamaa du mois de Décembre au mois de Mai.

2.Paramètre chimique

Les résultats des paramètres chimiques mesuré sont représentés dans les diagrammes suivants selon les mois .

Les diagrammes de piper montre que la nature chimique des eaux de Djamaa est sulfaté calcique ce qui est due à la présence des gypses $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ « formation évaporitique »

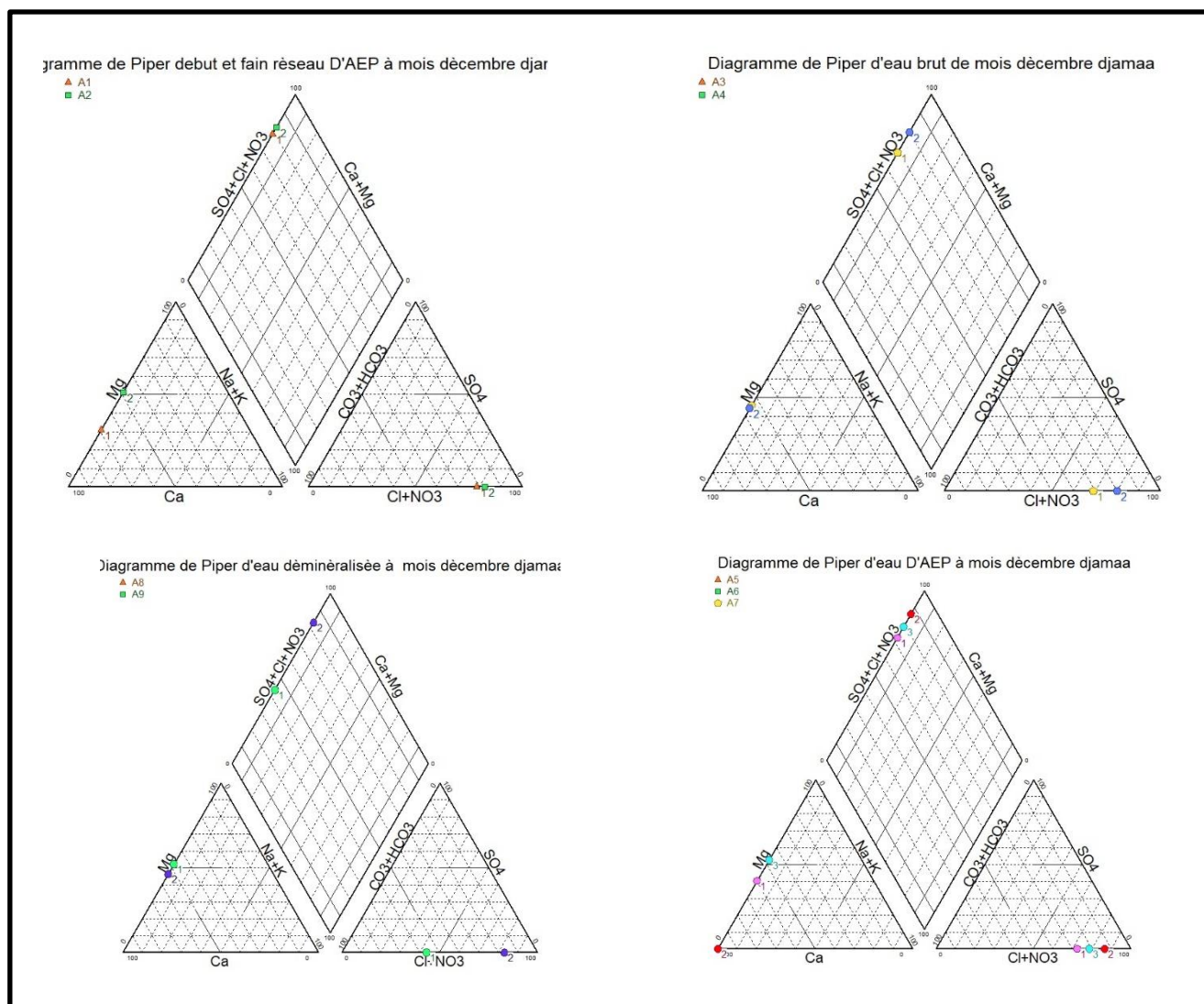


Figure 13: digramme de piper de mois décembre a zone Djamaa

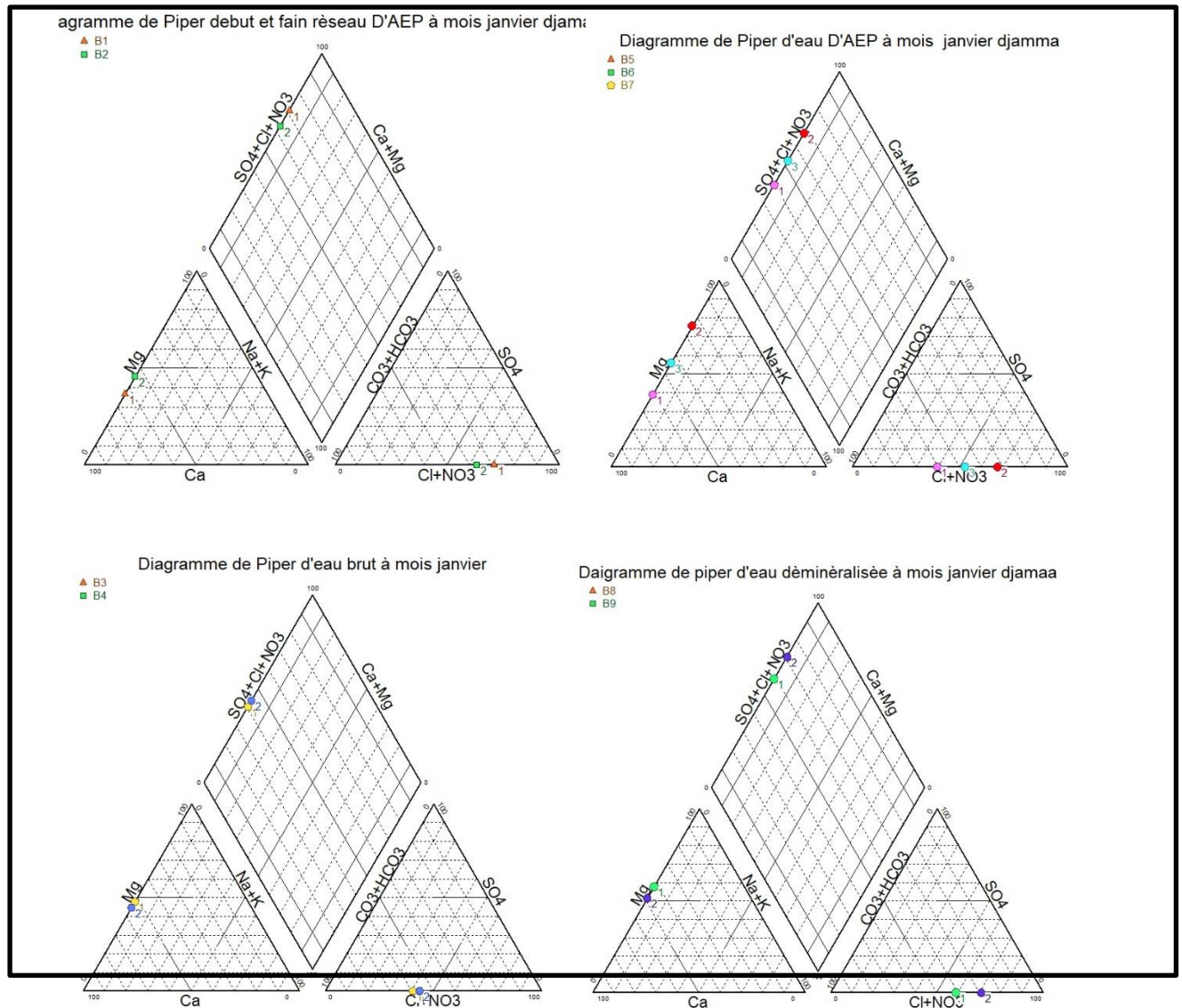


Figure 14 : diagramme de piper de mois janvier a zone Djamaa

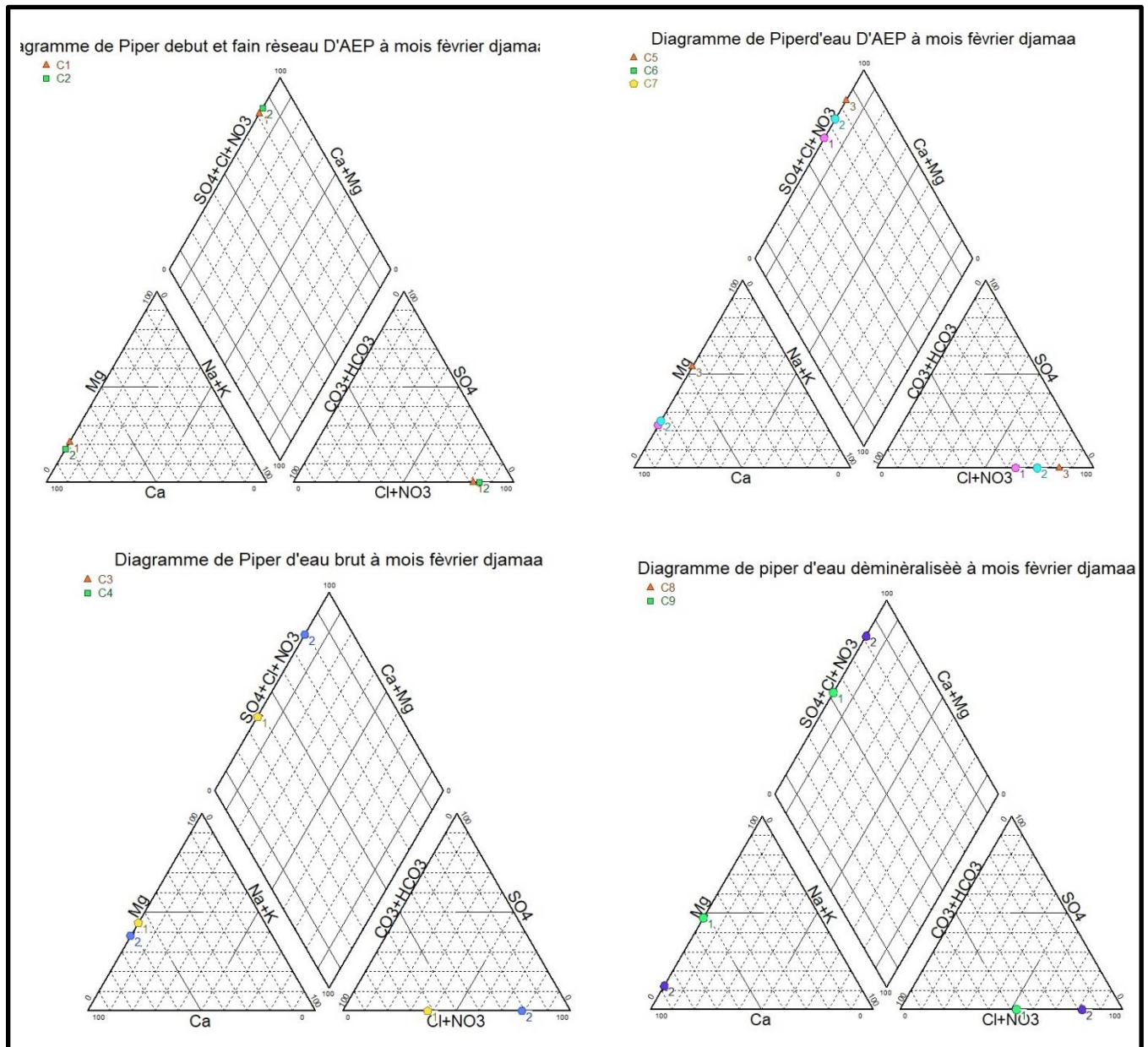


Figure 15 : digramme de piper de mois février a zone Djamaa

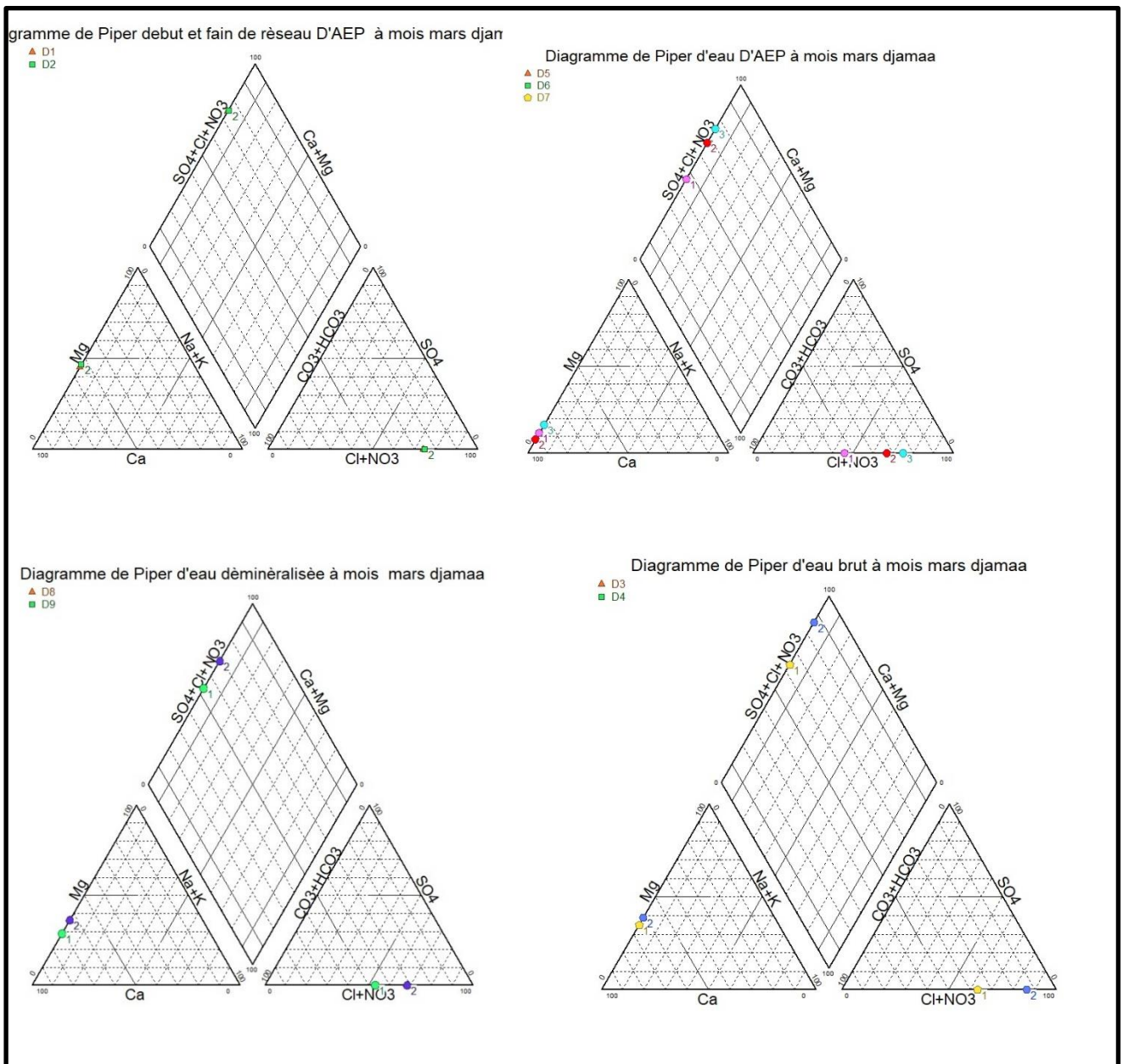


Figure 16 : digramme de piper de mois mars a zone Djamaa

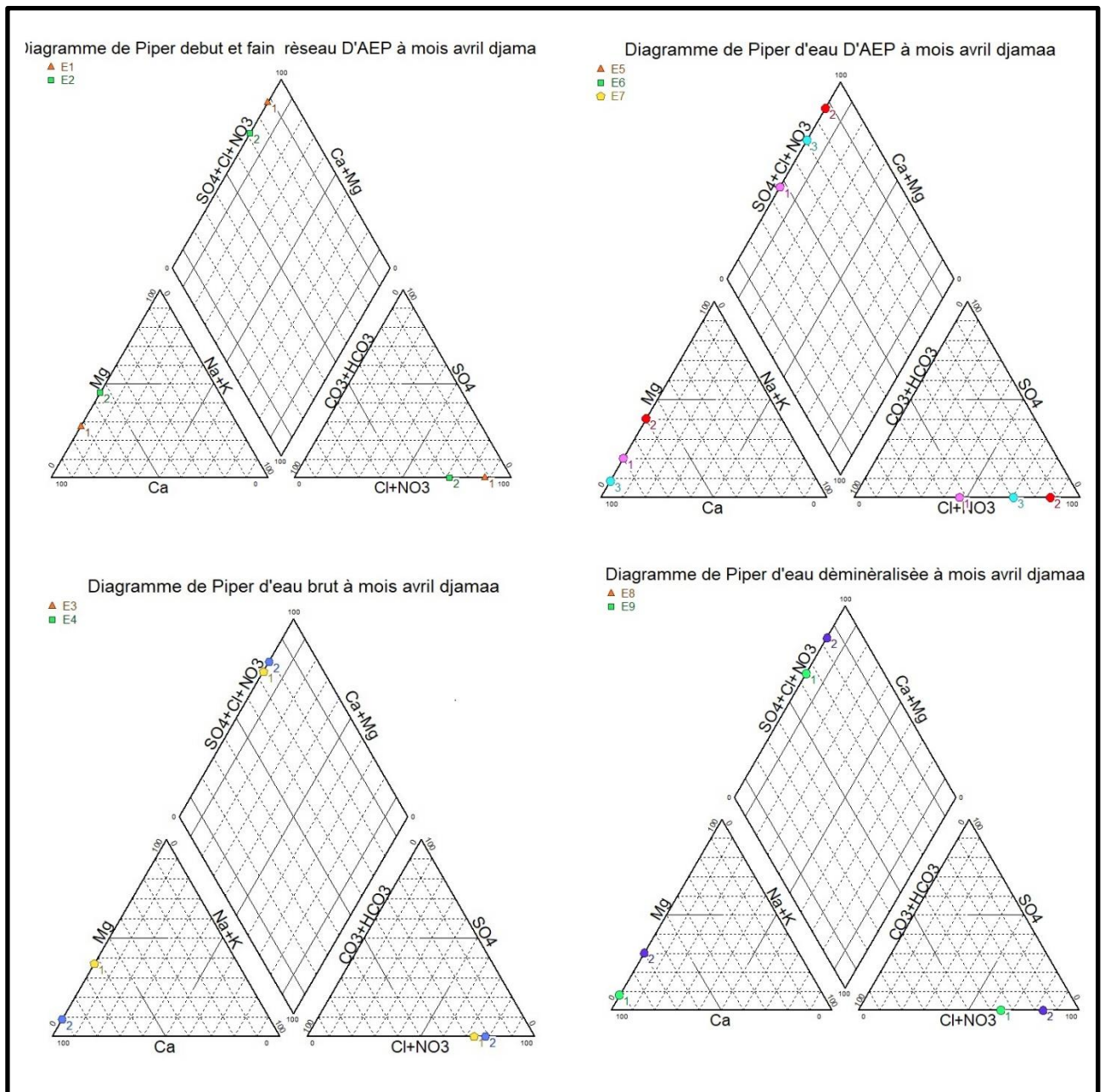


Figure 17 : diagramme de piper de mois avril a zone Djamaa

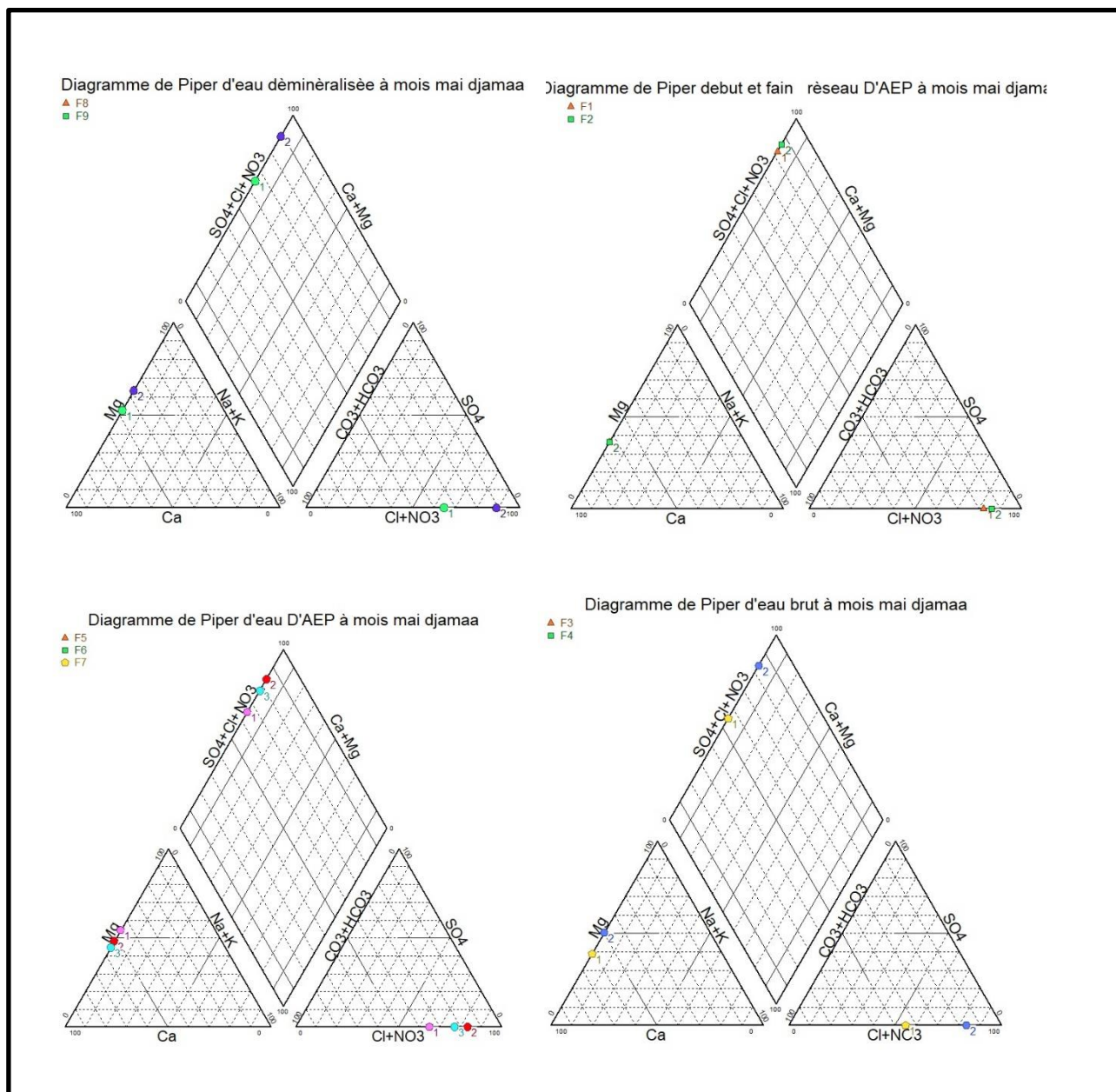


Figure 18 : digramme de piper de mois mai a zone Djamaa

3. Résultats Bactériologies

1. Résultats des analyses bactériologiques des eaux mois décembre:

Type de germes	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 7	Zone 8	Zone 9
Coliformes totaux	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Germes totaux	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2. Résultats des analyses bactériologiques des eaux mois janvier:

Type de germes	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 7	Zone 8	Zone 9
Coliformes totaux	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Germes totaux	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3. Résultats des analyses bactériologiques des eaux mois Février:

Type de germes	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 7	Zone 8	Zone 9
Coliformes totaux	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Germes totaux	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4. Résultats des analyses bactériologiques des eaux mois Mars:

Type de germes	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 7	Zone 8	Zone 9
Coliformes totaux	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Germes totaux	-	-	+	+	-	-	-	-	-

5. Résultats des analyses bactériologiques des eaux mois Avril:

Type de germes	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 7	Zone 8	Zone 9
Coliformes totaux	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Germes totaux	-	-	+	+	-	-	-	-	-

6. Résultats des analyses bactériologiques des eaux mois Mai :

Type de germes	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 7	Zone 8	Zone 9
Coliformes totaux	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Germes totaux	+	+	+	-	+	+	-	+	+

➤ **Interprétation des résultats et discussion**• **Germes totaux**

En notant l'absence totale germes durant les premiers mois décembre, janvier et Février.

À partir de mars, il commence à apparaître dans zone 3 et 4 , de Avril aussi dans même zones mais dans Mai l'absence de germe totale est dans zone 4 zone 7

Ces résultats peuvent être justifié par l'augmentation de température.

• **Coliformes totaux**

En notant l'absence totale de coliformes durant tous les mois.

Conclusion

Conclusion

Djamaa est située dans le Sahara septentrional algérien possède d'énormes réserves d'eau souterraines et la quasi-totalité de sa population est raccordée au réseau de distribution en eau potable.

L'importance de l'eau dans l'économie humaine ne cesse de croître. Sous la pression des besoins considérables de la civilisation moderne, on est passé de l'emploi des eaux de sources et de nappes (Moussa, 2014)

Cette étude a concerné 9 zones dans djamaa dans durée de 6 mois (de 05-12-2021 à 05-05-2022).

Il en ressort de cette étude que :

Dans les résultats obtenus, des paramètres physico-chimiques analysés ; température, pH, la Conductivité électrique..... Sont conformes à la réglementation nationale pour les eaux de robinet. IL renferme des teneurs acceptables pour tous les paramètres physicochimiques.

Et concerne résultats paramètres bactériologie analysés il remarque d'absences de germe totaux et coliformes totaux sauf que les dernières mois à cause de température élevé.

Donc, les eaux de Djamaa peuvent être classées comme bonnes à consommer pour l'eaux de citerne soit filtrée ou transporté et inacceptable pour l'eau de robinet. Il serait souhaitable de mener régulièrement ce type d'études basées sur l'évaluation physicochimique

En conséquence, il est nécessaire de rechercher par un bon traitement de l'eau du robinet avant de sa distribution à la population.

Références

- Yasmine, B., & Rym, B. Evaluation De La Qualité Physico-Chimique Et Bactériologique Des Eaux Souterraines Brutes Dans La Wilaya De Constantine.
- Myrand, D. (2008) : Guide technique : captage d'eau souterraine pour des résidences isolées, Québec, p04
- Merzoug, D et al. (2010) : Faune aquatique et qualité de l'eau des puits et sources de la région d'Oum-El-Bouaghi (Nord-Est algérien), Hydroécol Applied, p77–97
- Boulahia, A., Boulhidja, A., & Mayeche, B. E. (2020). Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de certaines sources de Jijel (Doctoral dissertation, Université de jijel).
- PERRY J. (1984). Microbiologie. Cours et question de révision. Ed. Dunod. Paris. 916p.
- BERNARD C. (2007). Introduction à l'étude de la médecine expérimentale. Edition Bibliobazaar. 316p.
- ROUX J.C. (1989). Analyse biologique de l'eau. Etude de synthèse. Office national de l'eau édition du BRGM, n° 23. 113p.
- OMS., 1986 : Directives de qualité pour l'eau de boisson. Volume 2 : 1ere Edition, Genève, 134 p.
- CARDOT Claude. Génie de l'environnement : les traitements de l'eau. Paris, 1999, P : 9.
- DEGREMONT. Mémento technique de l'eau, Technique et documentation, tome1, 1989, P : 5, 24,25
- BOEGLIN Jean-claude. Propriétés des eaux naturelles. Technique de l'ingénieur, traité environnement, G1 110.
- Zeghoud M., 2014 : Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra ; mémoire de fin d'étude de Master en hydraulique Université d'El –Oued
- Amina, B., Rania, L., & Abdelkrim, H. (2021). Traitements des eaux du Barrage Ourkis d'oum El-Bouaghi par coagulation-floculation.

- FAO, 2005 : Rapports Sur L'eau ; L'irrigation en Afrique en chiffres ; Enquête AQUASTAT ; 637p.
- DESJARDINS R. 1997 : "Traitement des eaux". Edition : Tec et Doc – Lavoisier, 304p
- LOUCIF SEIAD N., 2003 : Les ressources en eau et leurs utilisations dans le secteur agricole en Algérie ; Revue H.T.E. N° 125 ; Mars 2003 ; 94-101
- -KETTAB AHMED, 2001 : Les ressources en eau en Algérie: stratégies, enjeux et vision ; Desalination 136 (2001) 25–33
- ACHIRI O et BOUZIANE Y., 2014 : Diagnostique qualitatif des eaux potables distribuées pour l'alimentation dans la ville d'el oued. Diagnostique Système Alimentation en eau potable, Université El- Oued, p70
- SENOUSSE A., BISSATI S. et LEGHRISSI I., 2012 : LE GHOUT DANS LE SOUF : L'AGONIE D'UN SYSTEME INGENIEUX, Vol 2 N 1 Juin, Revue des Bioressources 65-80
- SAKER MOHAMED LAKHDAR, DADDI BOUHOUN MUSTAPHA, BOUTOUTAOU DJAMEL ET OULD EL HADJ MOHAMED DIDI, 2013 : Gestion Des Potentialités Hydriques En Régions Sahariennes ; Algérien Journal of Arid Environment ; vol. 3, n° 2, Décembre 2013: 96-102
- BNEDER, 1999 : Plan de développement des régions sahariennes, Alger, 47 p
- HOFFMANN F., AULY T., MEYER A-M. 2014 - L'eau .Edition : Confluence .43p.
- DEGREMONT G., 2005 - Mémento technique de l'eau. Tome 1, 10 ème édition : Tec et doc.: 3- 38 p.
- Journal Officiel de la République Algérienne [JORA]. (2011). qualité de l'eau de consommation humaine, Imprimerie Officielle, Les Vergers, Bir-Mourad Raïs, Alger, Algérie.
- Journal Officiel de la République Algérienne [JORA]. (2014). qualité de l'eau de consommation humaine, Bir Morad rais, Alger, Algérie.
- Journal Officiel de la République FRANÇAISE [JORF]. (2007). Qualité de l'eau de consommation.

- BALLAIS, L. 2010. Des oueds mythiques aux rivières artificielles : l'hydrographie du Bas- Sahara algérien.
- Belksier, M. S., Chaab, S., & Abour, F. (2016). Hydrochemical quality of the groundwater of the unconfined aquifer in Oued Righ region and assesement of its vulnerability to pollution. *Rev Sci Technol*, 32, 42-57.
- ZAIDI Youguarta , 2019. Etude de procédé de déminéralisation des eaux saumâtre – station de déminéralisation de DJAMAA wilaya d'Oued Souf
- BENDAOUD, K., & LASSOUED, F. (2019). Contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau potable dans la région souf. *Station Nord d'Afrique*, Tiksebt El Oued.
- Kouassi, A. M., Mamadou, A., Ahoussi, K. E., & Biemi, J. (2013). Simulation de la conductivité électrique des eaux souterraines en relation avec leurs propriétés géologiques: cas de la Côte d'Ivoire. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, 21, 138-166.