



Département de Génie de l'Eau

Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme
de Licence professionnelle en :

Hydraulique

Thème :

**Les caractéristiques physico-chimiques des eaux albiennes de
la wilaya d'Ouled Djellal**

Réalisé par :

CHENINI Mohamed Salah EL-dine

Encadré par :

- DJAFFER KHODJA Hakim
- Maître de conférences classe B (IT, Univ-Bouira)

Examiné par :

- HAMZAOUI Sara
- Examineur/maître de conférences classe B (IT, Univ-Bouira)
- BOUAKLINE Hanane
- Examineur/maître Assistant classe A (IT, Univ-Bouira)

Dédicace

À mes parents

REMERCIEMENTS

ليس لي سواك يا الله أسألك أن توفقني وتجعل لي نصيبها من النجاح وأن لا تضيقه مجهودي سدى اللهم

إني أسألك التوفيق في تعليمي وبلوغي ما أسعى إليه يا رب العالمين .

Je remercie également mon encadreur Mr DJAFFER KHODJA Hakim, de m'avoir proposé ce thème et de m'avoir encadré, guider et accompagner dans ce travail ainsi que sa compréhension, des précieux conseils, son humour et surtout pour sa patience

Comme je remercie Mr.Yazid où la personne tout le temps dans cette petite expérience

Je remercié aussi Mr.Beldjaouhar directeur de la direction d'hydraulique notre assistant pendant toute la durée dans wilaya de Ouled Djellal .

Sommaire

Introduction Générale.....	1
----------------------------	---

CHAPITRE 1 : PRESRNTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

1 Introduction.....	2
2 La Direction des la ressource en eaux de wilaya D'Ouled Djellal	2
3 Mission de la direction des ressources en eau	2
4 Structure organisationnelle de la Direction des Ressources en eau	3
4.1 Service de l'administration des moyens	3
4.2 Service de l'alimentation en eau potable	4
4.3 Service de l'assainissement	4
4.4 Services de la mobilisation de la ressource en eau.....	5
4.5 Service de l'hydraulique agricole	5
5 Organigramme de la direction des ressources en eau	6
6 Conclusion	7

CHAPITRE 2 : PRESONTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1 Introduction	8
2 Présentation de la zone d'étude	8
2.1 Géographique de la zone d'Ouled Djellal	8
2.2 Climat de la zone d'Ouled Djellal	9
2.3 L'agriculture dans la région d'Ouled Djellal	10
2.4 Géologie de la zone d'Ouled Djellal	10
2.5 Hydrogéologie de zone d'Ouled Djellal	11
2.5.1 La nappe de zone d'Ouled Djellal	11
3 Conclusion	16

CHAPITRE 3 : RESSOURCES EN EAU

1 Introduction	17
2 L'eau potable et ses sources	18
2.1 Les eaux de pluie	19
2.2 Les eaux de surface	19
2.3 Les eaux de Mer	19
2.4 Les eaux souterraines	20
2.4.1 Les nappes de l'eau	20
2.4.2 Les types de nappes	21
2.4.2.1 La nappe profonde	22
2.4.2.2 La nappe libre	22
2.4.2.3 La nappe captive	22
2.4.2.4 La nappe semi captive	23
2.4.2.5 La nappe phréatique	23
2.4.2.6 La nappe des sables du Mio-Pliocène	24
2.4.2.7 La nappe des calcaires du Sénono-Eocène	24
2.4.2.8 La nappe du Continental Intercalaire	24
3 Qualité physico-chimique de l'eau	24
3.1 Caractéristiques organoleptiques	24
3.1.1 Couleur	24
3.1.2 Odeur	25
3.1.3 Saveur	25
3.1.4 La turbidité	25
3.2 Paramètres physico-chimiques	26
3.2.1 La température	26
3.2.2 Le potentiel d'hydrogène (pH)	26
3.2.3 La conductivité électrique	26
3.2.4 Calcium (Ca ²⁺)	27
3.2.5 Magnésium (Mg ²⁺)	27

3.2.6 Sodium (Na ⁺)	27
3.2.7 Potassium (k ⁺)	28
3.2.8 Fer (Fe)	28
3.2.9 Chlorure	28
3.2.10 Phosphate	28
3.2.11 Nitrite	28
3.2.12 Les nitrates	29
3.2.13 Les bicarbonates HCO ³⁻	29
3.2.14 Sulfate	29
3.3 Normes de la qualité de l'eau	30
4 Représentation des résultats sur les diagrammes.....	31
4.1 Diagramme de Piper	31
4.2 Le diagramme vertical (Schoëller Berkaloff)	32
4.3 Diagramme de Richards	32
5 Conclusion	33

CHAPITRE 4 : METHODES ET RESULTATS D'ANALYSE

1 Introduction	34
2 Échantillonnage	34
2.1 Température de mesure	34
2.2 Détermination du pH	35
2.3 Détermination de la Conductivité	36
2.4 Détermination de la turbidité	39
2.5 Détermination de la dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH)	41
2.6 Détermination du calcium Ca ²⁺ et magnésium Mg ²⁺	43
2.7 Titre alcalimétrique (TA) et Titre alcalimétrique complet (TAC).....	44
2.8 Détermination du Sodium Na ⁺ et potassium K ⁺	47
2.9 Détermination du chlorure Cl ⁻	49

2.10 Détermination du Sulfate SO_4^{2-}	50
2.11 Détermination de fer	53
2.12 Détermination de Bicarbonate HCO_3^-	54
2.13 Détermination de l'Ammonium NH_4^+	55
2.14 Détermination de Nitrite NO_2^-	56
2.15 Détermination de Nitrate NO_3^-	58
3 Facies chimique pour les paramètres physico-chimiques des forages	59
3.1 Classification de Piper	60
3.2 Classification de Schoëller-Berkaloff	61
3.3 Les rapports caractéristiques	62
3.4 Diagramme de Riverside	63
4 Conclusion	64
Conclusion Générale	65
Annexe	66
Références Bibliographiques	70
Résumé	72

Liste des figures

Figure1.1 : Organigramme de la DRE willaya d'Ouled Djellal	06
Figure2.1 : la carte administrative d'Algérie	08
Figure 2.2: Frontières des États de Ouled Djellal	09
Figure 2.3: La commune d'Ouled Djellal	10
Figure2.4 : Carte géologique de la région d'Ouled Djellal	11
Figure2.5 : Localisation d'Ouled Djellal dans la limite de la nappe albien	12
Figure2.6 : Coup hydrogéologique schématique dans la région d'Ouled Djellal (DRE Biskra 1990)...	14
Figure2.7 : localisations du forage albien d'Ouled Djellal.....	15
Figure 3.1: Répartition de l'eau de la terre.....	17
Figure 3.2: le cycle de l'eau	18
Figure 3.3: Présentation des eaux souterraines	20
Figure 3.4: les déférant gisements eaux souterraine	21
Figure 3.5: nappe libre	22
Figure 3.6: nappe captive	23
Figure 3.7: Représentation des eaux selon le diagramme de Piper	32
Figure 3.8: Représentation Diagramme de Schoëller-Berkaloff (juin2019)	33
Figure 3.9: Diagramme de Richards.....	34
Figure4.1 : Colonnes graphiques au niveau de prélèvement avant l'analyse	36
Figure4.2 : pH mètre HANNA (laboratoire IT)	37
Figure4.3 : pH mètre adwa (laboratoire ADE Biskra).....	37
Figure4.4 : Colonnes graphiques de pH au point de prélèvement	37
Figure4.3 : Conductivité mètre HANNA (laboratoire IT).....	38
Figure4.4 : Conductivité mètre HANNA (ADE_Biskra)	38
Figure4.5 : Colonnes graphiques de la conductivité au point de prélèvement	39
Figure4.6 : Turbidité mètre HANNA (laboratoire IT)	40

Figure4.7 : Colonnes graphiques de la turbidité au point de prélèvement	41
Figure4.8 : Colonnes graphiques de la dureté totale au point de prélèvement	43
Figure4.9 : Colonnes graphiques de calcium au point de prélèvement	45
Figure4.10 : Colonnes graphiques de magnésium au point de prélèvement	46
Figure4.11 : Colonnes graphiques de TA et TAC au point de prélèvement	48
Figure4.12 : Le spectre photomètre de flamme.....	49
Figure4.13 : Colonnes graphiques du Sodium Na au point de prélèvement.....	50
Figure4.14 : Colonnes graphiques du potassium au point de prélèvement	51
Figure4.15 : Colonnes graphiques du chlorure au point de prélèvement	53
Figure4.16 : Spectrophotomètre UV/Visible DR6000	54
Figure4.17 : Colonnes graphiques du Sulfate au point de prélèvement	55
Figure4.18 : Colonnes graphiques du Bicarbonate au point de prélèvement	56
Figure4.19 : Colonnes graphiques du l'Ammonium NH₄⁺ au point de prélèvement	57
Figure4.20 : appareille de messire nitrite et nitrate	
Figure4.21 : Colonnes graphiques du Nitrite NO₂⁻ au point de prélèvement.....	60
Figure4.22 : Colonnes graphiques du Nitrate NO₃⁻ au point de prélèvement	62
Figure4.23 : Diagramme de Piper	63
Figure4.24 : Diagramme de Schoëller-Berkaloff	64
Figure4.25 : Représentation des analyses chimiques Na/Cl et Ca/SO ₄ et Ca/Mg et Ca/HCO ₃	65
Figure4.26 : Diagramme de Riverside.....	66

Liste des Tableaux

Tableaux2.1 : Récapitulatif de l'unité géologique et hydrogéologique d'Ouled Djellal	13
Tableaux2.2 : Des unités albiennes d'Ouled Djellal et leur conduction	16
Tableau3.1 : Classes de turbidités (NTU). (JOEL. G2003).....	25
Tableau3.2 : Guide de la conductivité d'une eau destinée à la consommation humaine	27
Tableau3.3 : Normes des Paramètres physico-chimiques (Source : Rodier, 1996.et JORA, 2014).....	31
Tableau3.4 : Normes des Paramètres physico-chimiques	31
Tableau 4.1 : Résultats des mesures de température de prélèvement avant l'analyse	35
Tableau 4.2 : Résultats des mesures d'un pH de prélèvement	37
Tableau 4.3 : Résultats des mesures d'un Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) de prélèvement	38
Tableau 4.4 : Résultats des mesures de turbidité NTU de prélèvement	40
Tableau 4.5 : Résultats des mesures de la dureté totale de prélèvement	43
Tableau 4.6 : Résultats des mesures de calcium en mg/l de prélèvement	45
Tableau 4.7 : Résultats des mesures de magnésium en mg/l de prélèvement	46
Tableau 4.7 : Résultats des mesures de TA et TAC en mg/l de prélèvement	48
Tableau 4.8 : Résultats des mesures de Sodium Na en mg/l de prélèvement	49
Tableau 4.8 : Résultats des mesures de potassium en mg/l de prélèvement.....	50
Tableau 4.9 : Résultats des mesures de chlorure en mg/l de prélèvement	53
Tableau 4.10 : Résultats des mesures de Sulfate en mg/l de prélèvement	55
Tableau 4.11 : Résultats des mesures de fer en mg/l de prélèvement	56
Tableau 4.12 : Résultats des mesures de Bicarbonate en mg/l de prélèvement	57
Tableau 4.13 : Résultats des mesures de l'Ammonium NH₄⁺ : en mg/l de prélèvement	58
Tableau 4.14 : Résultats des mesures de Nitrite NO₂⁻ en mg/l de prélèvement	60
Tableau 4.15: Détermination de Nitrate NO₃⁻	61

Liste des abréviations

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

OMS : l'Organisation Mondiale de la santé

NTU : Unités Néphélogétries de Turbidité

TA : Titre Alcalimétrique

TAC : Titre Alcalimétrique Complet

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

μS/cm : Micro-siémens par centimètre

EDTA : Acide Ethylène Diamine Tétracétique

ADE : Algérienne Des Eaux

pH : Potentiel d'Hydrogène

°f : Degré français

Ca²⁺: Calcium

HCO₃⁻ : Bicarbonate.

K⁺: Potassium

MO : Matière organique

NH⁴⁺ : Ammonium

NO²⁻ : Nitrite

NO³⁻ : Nitrate

PO₃⁻⁴ : Phosphate

Al⁺³ : Aluminium

UV-VIS : Ultra-violet visible

Introduction Générale

L'eau est un élément biologique important, en tant que support de vie et facteur du développement des pays, elle est considérée comme un vecteur privilégié de l'activité humaine.

Ouled Djellal possède un réservoir d'eau souterraine très important, et malgré la grande quantité d'eau souterraine les habitants de la région souffrent d'un manque d'eau et d'un pourcentage élevé de sel.

Concernant le travail qui a été effectué sur la qualité d'eau souterraines, et pour mieux appréhender l'étude qualitative des eaux de la nappe albienne du OULED DJELAL des échantillons d'eau ont été prélevés sur 5 forages durant le mois de mars et juin 2022 et on a comparé les résultats avec l'étude précédente de l'ANRH à 2018, cela passe par une étude approfondie de la qualité physico-chimique des eaux souterraines à travers diagramme de piper et diagramme de Schoeller Berkloff.

Le mémoire présenté est structuré comme suit :

- Chapitre 1 : PRÉSENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL
- Chapitre 2 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE
- Chapitre 3 : RESSOURCE EN EAU
- Chapitre 4 : MÉTHODES ET RÉSULTATS D'ANALYSE

1 Introduction :

Les ressources en eau sont un secteur sensible et directement influent dans de nombreux pays en l'Algérie. Il est nécessaire de prendre la structure des sections encadrées pour gérer ce secteur et résoudre les problèmes auxquels est confronté le fonctionnement des ressources en eau.

Ce chapitre sera consacré à la description de la direction de la ressource de l'eau de wilaya d'Ouled Djellal et de ses différents services.

2 Direction des ressources d'eaux de wilaya D'uled Djellal :

Après la nouvelle division administrative de l'Algérie, la daïra **d'Ouled Djellal** est devenue une nouvelle wilaya, et avec cette division a créé la direction des ressources en eau et dans l'année 2020 affiliée au Ministère des Ressources en eau, le nombre d'employés au total atteint 23, dont 9 ingénieurs dans le domaine de l'hydraulique (DRE Ouled Djellal_2022)

3 Mission de la direction des ressources en eau :

- Veiller à la sauvegarde, la préservation, la protection et l'utilisation rationnelle des ressources en eau.
- Recueillir et analyser les données relatives aux activités de recherche, d'exploitation, de production, de stockage et de distribution de l'eau pour les usages domestiques, agricoles ou industriels.
- Veiller à l'application de la réglementation régissant les ressources en eau.
- Instruire, en relation avec l'administration centrale, toutes demandes en matière d'affectation, d'utilisation et de réutilisation des ressources en eau
- Domaine public hydraulique et, le cas échéant, de délivrer les autorisations y afférentes.
- Veiller à l'application et au suivi de la mise en œuvre de la réglementation dans le domaine du développement, de l'aménagement, de l'exploitation et de l'entretien des infrastructures destinées à l'alimentation en eau potable, à l'assainissement et à l'irrigation.
- Tenir à jour le fichier des points d'eau situés sur le territoire de la wilaya et suivre les études et enquêtes concourant à une meilleure connaissance des ressources en eau superficielles et souterraines ;

- Rassembler les informations nécessaires à l'élaboration des bilans des programmes d'alimentation en eau potable, d'assainissement et d'hydraulique agricole.
- Assurer la maîtrise d'ouvrage et le suivi de l'exécution des projets dont la maîtrise d'ouvrage n'a pas fait l'objet de délégation. (DRE_ Ouled Djellal_2022)

4 Structure organisationnelle de la Direction des Ressources en Eau :

La direction des ressources en eau est organisée en cinq (5) services et deux (2) subdivisions
Comprennent :

- Service de l'administration des moyens
- Service de l'alimentation en eau potable
- Service de l'assainissement
- Service de la mobilisation des ressources en eau
- Service de l'hydraulique agricole

et deux subdivisions :

- Subdivision de **Ouled Djellal**
- Subdivision de **sidi khaled** (DRE_ Ouled Djellal_2022)

4.1 Service de l'administration des moyens :

- L'élaboration des budgets d'équipements et de fonctionnement et leur exécution.
- Gérer et de veiller à la préservation du patrimoine.
- D'élaborer et d'exécuter les plans de gestion de la ressource humaine et de la formation des personnels.
- D'instruire et de suivre les affaires contentieuses

Ce service est composé de 03 bureaux :

- Le bureau de budget, de la comptabilité et du patrimoine
- Le bureau du contentieux, de la réglementation et des marchés publics
- Le bureau des ressources humaines et de la formation. (DRE_ Ouled Djellal_2022)

4.2 Service de l'alimentation en eau potable :

- Participer aux études et à la programmation des projets d'alimentation en eau potable.
- Assurer la maîtrise de l'ouvrage, le suivi de la réalisation du projet d'alimentation en eau potable ainsi que de veiller au respect des normes de réalisation du projet.
- Veiller à la bonne gestion et au bon fonctionnement du service public de l'alimentation en eau potable.
- De constituer et de mettre à jour un système d'information relatif à l'alimentation en eau potable et industrielle.

Ce service est composé de 03 bureaux :

- Le bureau de budget, de la comptabilité et de patrimoine
- Le bureau de contentieux, de la réglementation et des marchés publics
- Le bureau des ressources humaines et de la formation. (DRE_ Ouled Djellal_2022)

4.3 Service de l'assainissement :

- Participer à l'étude à la programmation des projets d'assainissement et de protection contre les inondations.
- Assurer la maîtrise d'ouvrage et le suivi de la réalisation des projets d'assainissement et de protection de ces ouvrages.
- Participer au choix des procédés et des techniques d'assainissement et d'épuration.
- Veiller au bon fonctionnement du service public lié à l'assainissement et au respect des règles des normes de gestion et d'exploitation des infrastructures y afférentes
- Veiller en relation avec les services concernés à la protection et à la préservation des ressources.
- Construire et de mettre à jour un système d'information relatif à l'assainissement et à la protection de l'environnement.

Ce service est aussi composé de 03 bureaux :

- Le bureau des études et de la programmation des projets.
- Le bureau du suivi de la réalisation des projets.
- Le bureau du service public d'assainissement et de la protection de la ressource (DRE_ Ouled Djellal_2022)

4.4 Services de la mobilisation de la ressource en eau :

- Participer aux Etude et l'élaboration du programme d'action visant la mobilisation de la ressource superficielle et souterraine.
- Assurer la maîtrise d'ouvrage, de suivre la relation des projets et de veiller au respect des règles et des normes de réalisation des ouvrages.
- Veiller à la bonne exploitation, gestion et entretien des ouvrages de mobilisation l'utilisation et la conservation de l'eau au niveau de la Wilaya.
- Etablissement des autorisations de forage.

Ce service et composé de 03 bureaux :

- Le bureau de la mobilisation des eaux superficielles.
- Le bureau de la mobilisation des eaux souterraines
- Le bureau du suivi de la gestion et de l'exploitation des ouvrages de mobilisation des eaux et de la protection du domaine public hydraulique. (DRE_ Ouled Djellal_2022)

4.5 Service de l'hydraulique agricole :

- Participer l'élaboration des programmes de développement de la petite est moyenne hydraulique.
- Assurer le suivi et la mise en œuvre des programmes de développement de la petite et moyenne hydraulique.
- Veiller à l'application de la réglementation et les normes d'exploitation des infrastructures d'irrigation et de drainage.

Ce service et composé de 03 bureaux :

- Le bureau des études et des travaux.
- Le bureau de suivi de la gestion et de l'exploitation. (DRE_ Ouled Djellal_2022)

5 Organigramme de la direction des ressources en eau

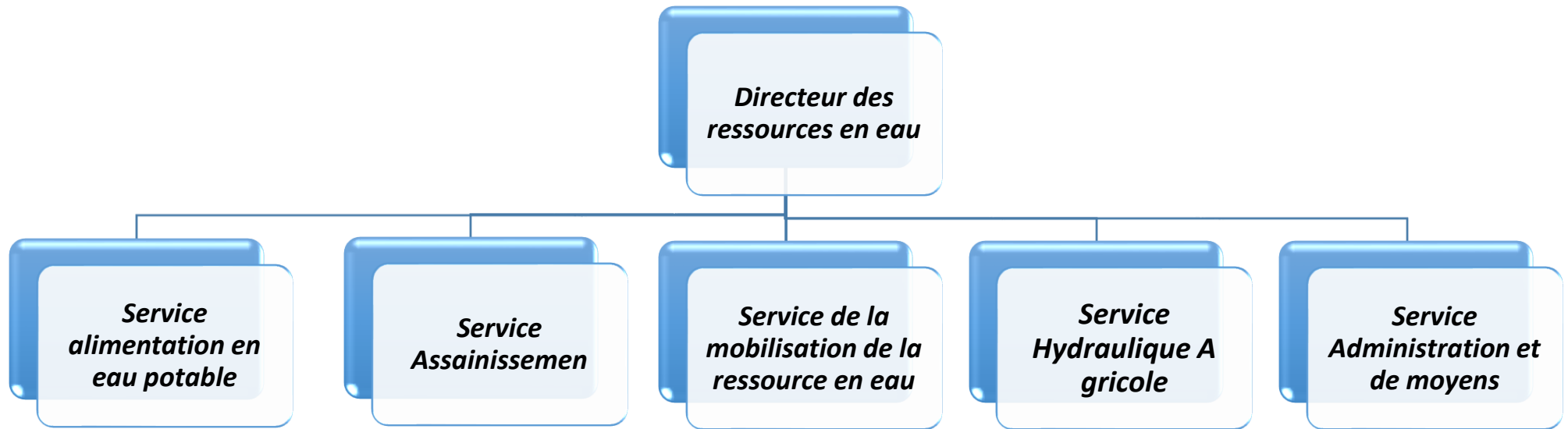


Figure 1.1 : Organigramme de la DRE wilaya d'Ouled Djellal (DRE Ouled Djellal)

6 Conclusion :

A la fin de ce chapitre, nous avons abordé les points les plus importants des objectifs et actions de la direction des ressources en eau de la wilaya de Ouled Djellal, où la protection et l'exploitation des ressources en eau de la région, en particulier le sous-sol étant la principale source de couverture pour la région.

1 Introduction :

La région d'Ouled Djellal est l'une des zones les plus importantes du désert algérien qui relie les activités économiques et cela est dû à plusieurs facteurs, notamment les palmeraies et la qualité du bétail, et le grand contenté d'eau soutirant de la région, pendant la période de stage dans la région de Ouled Djellal, nous avons vu le suiveur des forages albien et la qualité physique et chimique d'eau, dans ce chapitre, j'ai étudié la région de Ouled Djellal et l'étude géographique, hydrogéologique de région.

2 Présentation de la zone d'étude :

2.1 Géographique :

Ouled Djellal est la porte orientale du grand sahara algérien, Ouled Djellal est considérée comme le 51ème état selon la nouvelle division administrative de l'Algérie, sur le plan d'administration la wilaya de Ouled Djellal est subdivisée en 06 communes (Ouled Djellal-sidi Khaled-Doucen-Chaiba-Besbes-Ras El Miad) et 02 Dairas (Ouled Djellal-sidi Khaled)

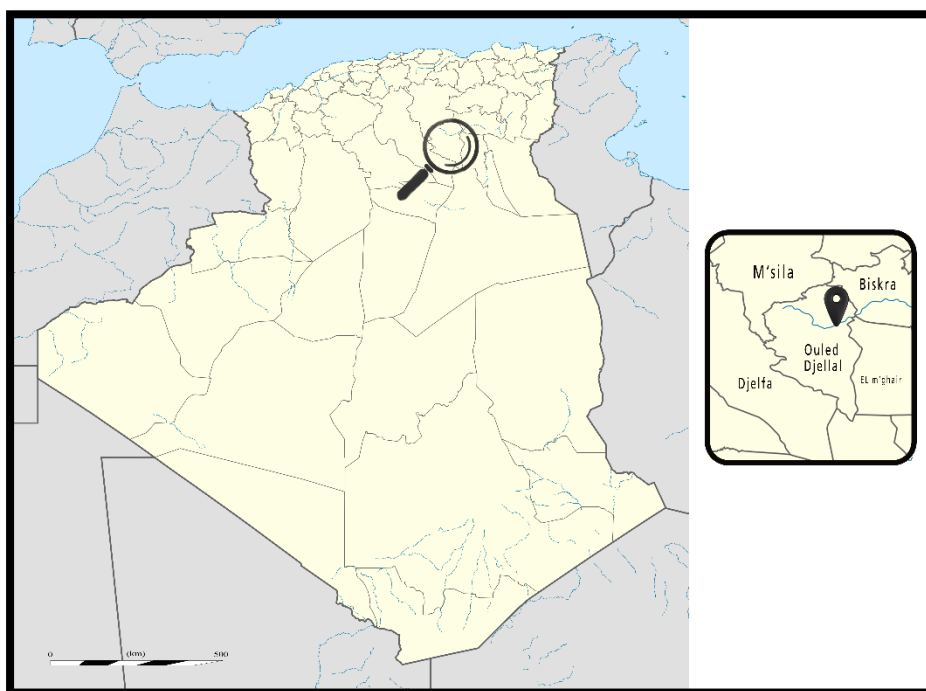


Figure2.1 Carte administrative d'Algérie (zooome ouled djellal)

Une population d'environ 239300 habitant dans toute la wilaya sur un territoire d'une surface de 11 410 km², avec une altitude de 112 m au niveau de la mer, elle est considérée comme l'une des villes les plus basses d'Algérie. (*DRE_ Ouled Djellal*), elle est limitée au nord-est par la wilaya de Biskra, au nord-ouest par la wilaya de M'sila, au l'est par la wilaya de M'ghair, à l'Ouest et sud-ouest par la wilaya de Djelfa, au sud par la Wilaya d'Ouargla.

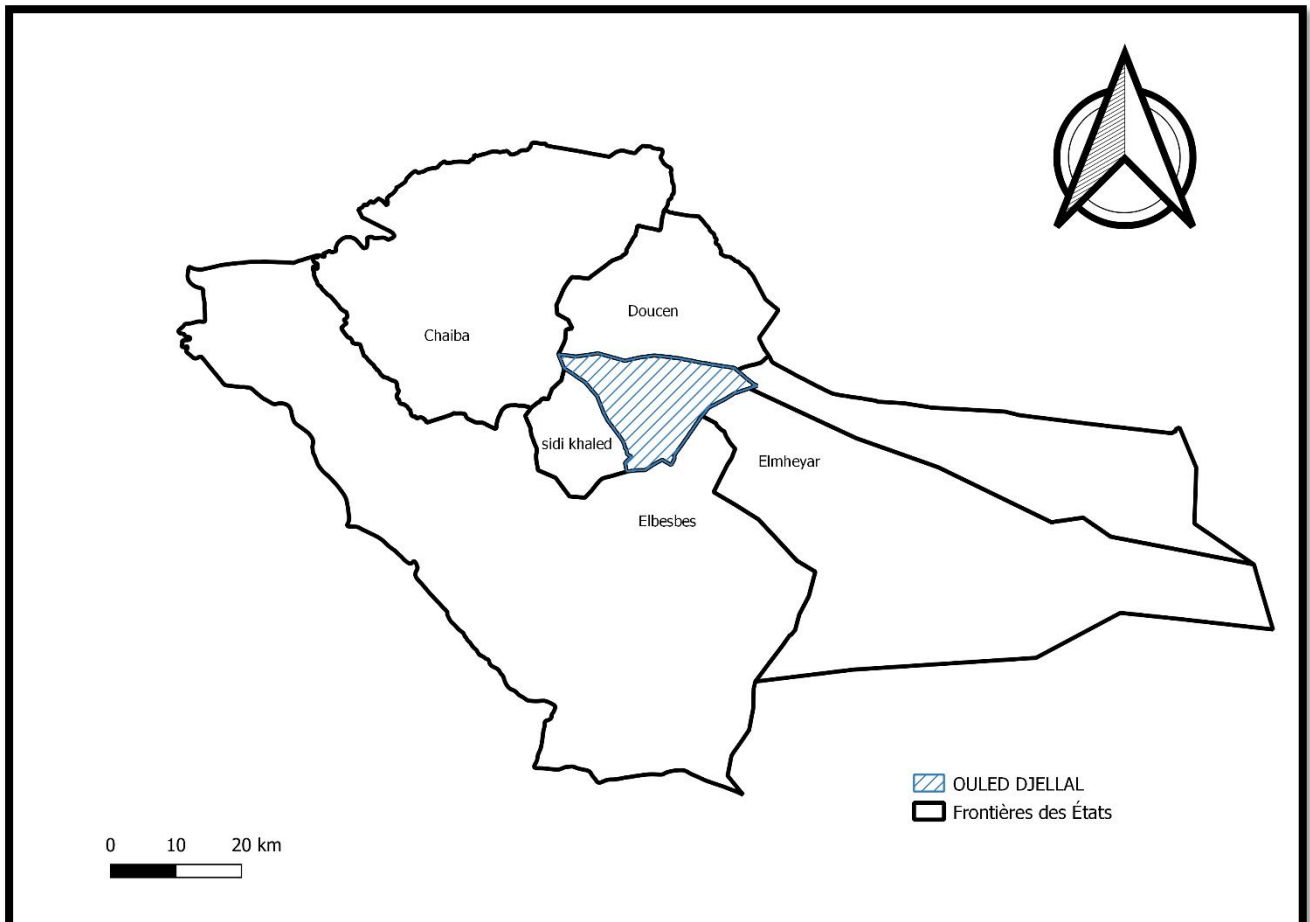


Figure 2.2 Frontières des états de Ouled Djellal (earth explorer darck map)

2.2 Climat :

Le climat d'Ouled Djellal est : sec et chaud en été (température entre 35 et 45 °C le jour, et entre 25 et 35 °C la nuit), il est sec et froid en hiver (température entre 10 et 20 °C le jour, et entre -2 et 5 °C la nuit). (*Site de servis agricole Biskra*)

2.3 L'agriculture dans la région d'Ouled Djellal :

L'état de d'Ouled Djellal est l'une des régions les plus importantes d'Algérie, date de production célèbre pour ses oasis et un certain nombre de palmiers.

La région compte environ 120000 Ha zones agricoles. (DRE d'Ouled Djellal)

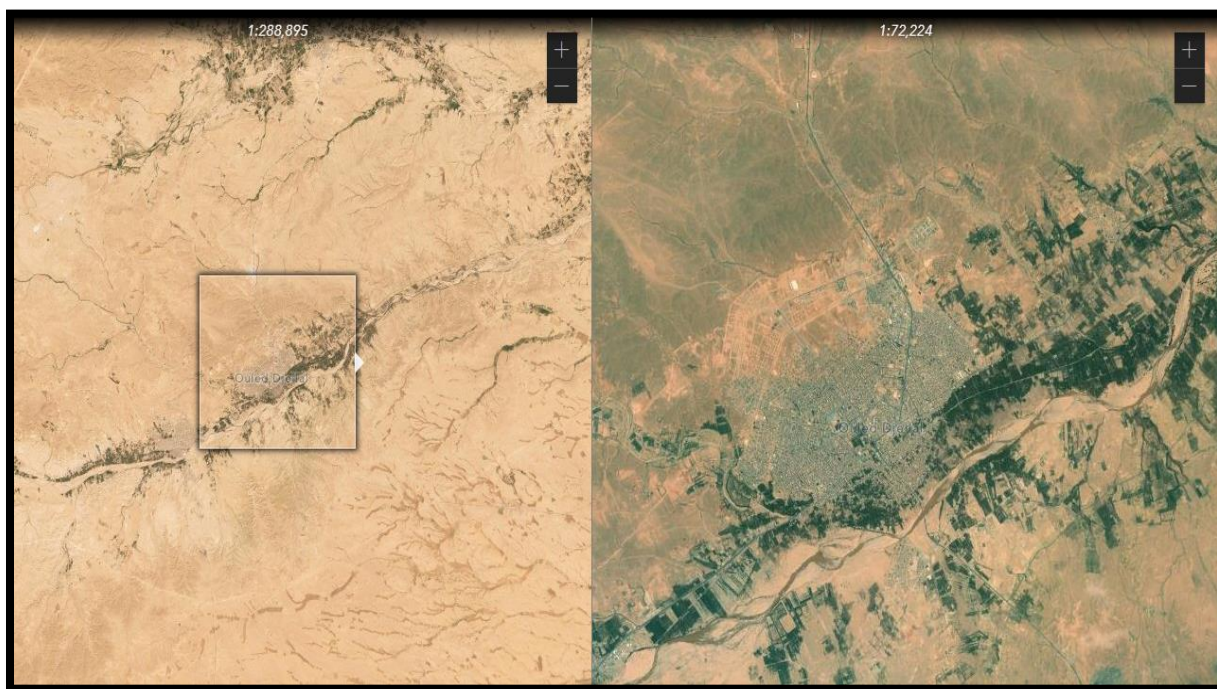


Figure 2. 3 Commune d'Ouled Djellal (vannizhang. GitHub)

2.4 Géologie de la zone d'Ouled Djellal :

La région de Ouled Djellal représente une région de transition structurale et sédimentaires, au nord c'est une région montagneuse, tandis qu'au sud c'est une région effondrée, qui fait partie du sahara septentrional, le passage entre ces deux domaines distincts se fait par l'intermédiaire d'un ensemble de flexures, de plis-failles et de failles d'orientation est ouest appelé "Accident Sud Atlasique". (ANRH_BISKRA)

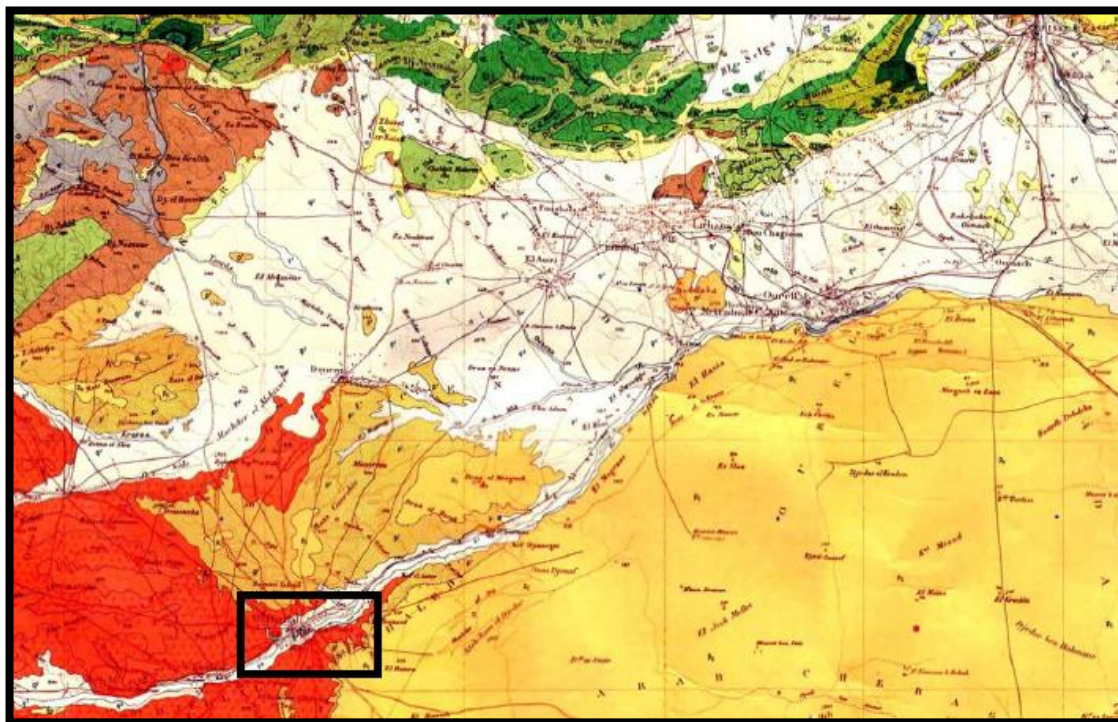


Figure 2.4 Carte géologique de la région d'Ouled Djellal. (ANRH_BISKRA)

2.5 Hydrogéologie de zone d'Ouled Djellal :

C'est la principale source d'eau de l'état d'Ouled Djellal, aux eaux souterraines, qu'elles soient destinées à l'eau potable, à la distribution ou à l'irrigation agricole malgré l'absence des ressources de surface. (DRE d'Ouled Djellal)

Comme le nombre de puits s'élève à 490, 43 d'entre eux sont des puits potables. (DRE d'Ouled Djellal)

2.5.1 La nappe de zone d'Ouled Djellal :

La région fait partie des régions du grand Sud algérien, où il y'a une énorme et grande réserve d'eau souterraine.

Le système aquifère du nord du Sahara est un aquifère profond, partagé par l'**Algérie**, la **Tunisie** et **Libye**. Il promotion de grandes réserves d'eau. (ANRH_Biskra)

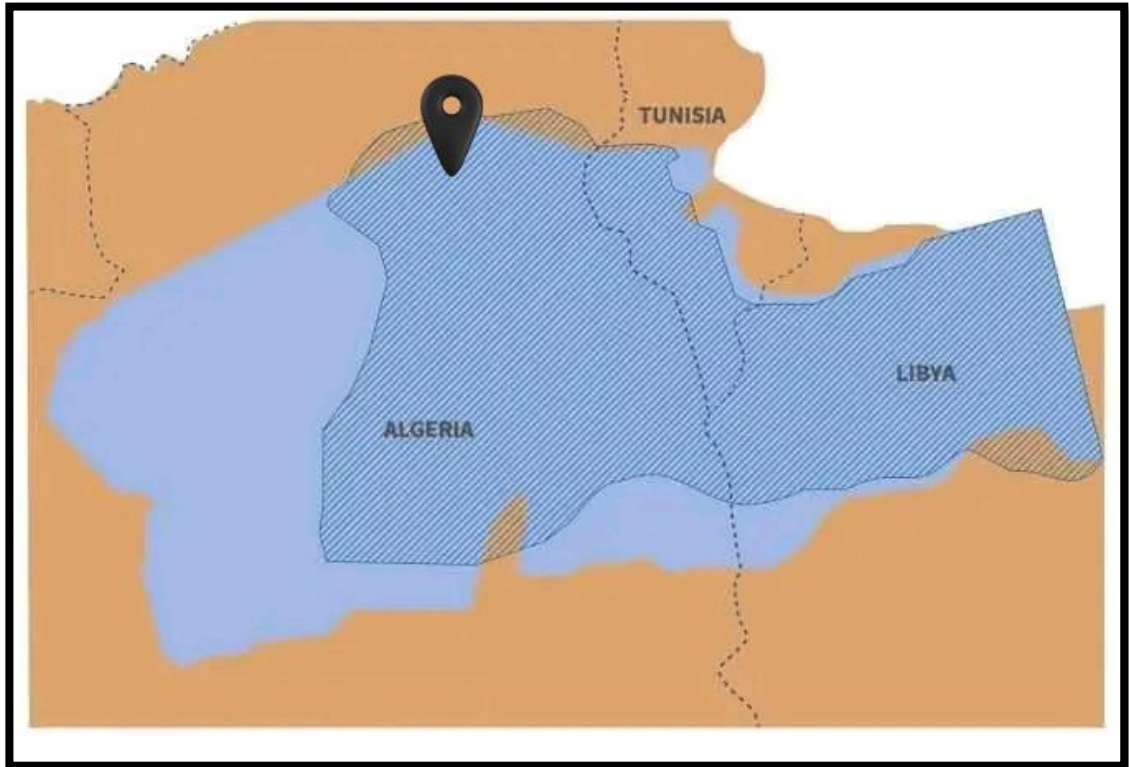


Figure 2.5 Localisation d'Ouled Djellal dans la limite de la nappe albien (ANRH Biskra)

La région d'Ouled Djellal se caractérise par des terrains sédimentaires, allant du quaternaire au sommet jusqu'au albo-barrémien à la base. (ANRH Biskra)

Tableaux2.1 Récapitulatif de l'unité géologique et hydrogéologique d'Ouled Djellal (DRE d'O.D)

Faciès et étage correspondant		Lithostratigraphie	Hydrogéologie
300 m	Mio-Plio-Quaternaire	Limons sableux, croutes calcaires, argiles, marnes rouges, avec des lentilles de grès et calcaires	Perméable
800-1000 m	Sénonien	Calcaires et marnes en alternance et des lentilles de gypses assez fréquentes vers la partie sommitale	Peu perméable
400 m	Turonien	Calcaires durs de couleur blanche claire ou grisâtre, très diaclasés et fissurés, aussi des marnes grès verdâtre, fossilifère avec des intercalations des niveaux de calcaires organiques	Type karstique très productif
300 m	Cénomannien	Présence de calcaire vers la partie sommet et des marnes dans la partie basale	Perméable au sommet Imperméable à la base
600 m	Albien	Dans la partie sup des calcaires et marnes en alternances et dans la partie inf des grès massifs fins intercalé par des passées d'argiles grisâtres	Perméable
200 m	Aptien	Des marnes et calcaires (les marnes sont dominantes)	Imperméable
1500-2000 m	Barrémien	Alternance de grès et d'argiles gréseuses rouges avec une stratification entrecroisée fréquente dans les grès, les diaclases et les fissures sont nombreuses	Perméable
800 m	Néocomien	Présence des calcaires dolomitiques et calcaires gréseux vers la partie sommet, et des argiles gréseuses dans la partie basale	Perméable Imperméable
	Trias	gypse lamellaire, d'anhydrite, sel gemme, une série d'argile violines parfois bariolées à évaporites	

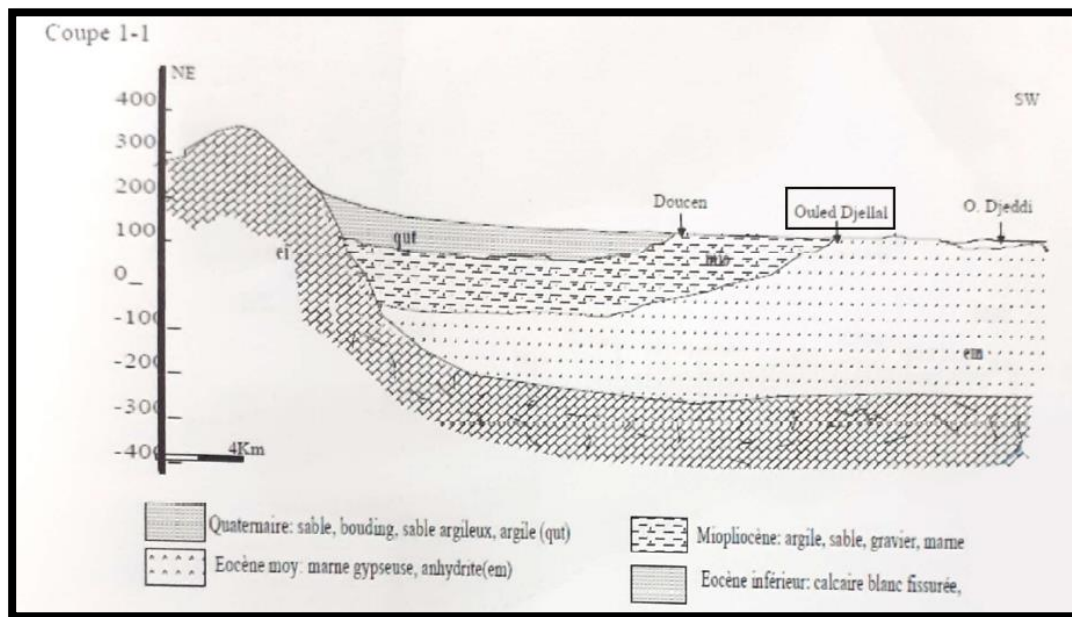


Figure 2.6 Coup hydrogéologique schématisé dans la région d'Ouled Djellal (*DRE Biskra 1990*)

La région compte environ 20 forages albien, 5 forages dans commune d'Ouled Djellal, où nous représentons des forages La plus grande partie de l'approvisionnement en eau de la région, que ce soit pour la consommation ou l'irrigation, bien que cette eau soit distribuée dans les réseaux de distribution d'eau, étant donné que la population ne colonise pas cette eau pour la boire, cela est dû à plusieurs facteurs de santé. (*DRE d'O.D*)

Et pour la nappe albien il a 5 forage dans la commune d'Ouled Djellal

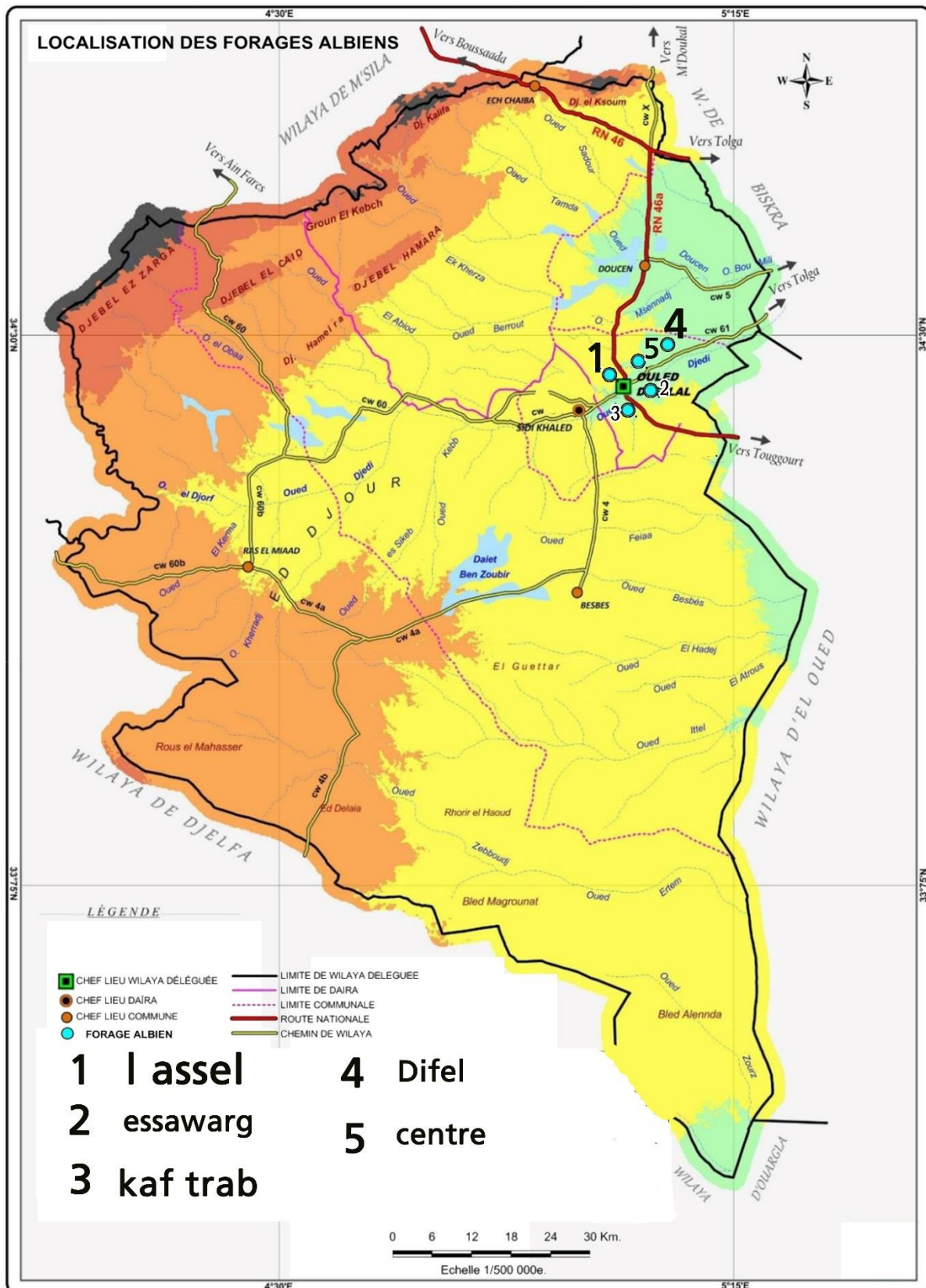


Figure 2.7 Localisation du forage albien d'Ouled Djellal

Tableau2.2 Les unités albien d'Ouled Djellal:

N°	Forage	Année de réalisation	Profondeur (m)	Débit (l/s)	T°	Coordonné	Observation
F01	L'assel	1983	2170	150	66	34° 24' 51.03" 05° 02' 00.73"	Mixte (Agricole Citoyens) 50/50 %
F02	Souareg	2018	2100	140	64	34°25'46.79" 5° 7'59.30"	Mixte (Agricole Citoyens d'elouahhes) 100/00 %
F03	Kef Trab	2018	2100	110	66	34°23'36.18 5° 3'52.60"	Mixte (Agricole Citoyens) 30/70 %
F04	Difel	1983	2170	100	55	34° 27' 29.70" 05° 05' 44.20'	Mixte (Agricole Citoyens Difel)
F05	Contre	1974	2138	100	55	34° 25' 51.60" 05° 03' 02.60'	Injection directe sur réseaux (100% Citoyens)

3 Conclusion :

La région d'Ouled Djellal c'est une zone qui est considérée comme la porte d'entrée du grand désert algérien en termes de géologie, mais en termes d'hydrogéologie, elle contient un grand et énorme réservoir d'eau souterraine.

1 Introduction :

L'eau est l'organisme biologique à partir duquel tous les êtres vivants sont créés où elle a une composition chimique que résulte de la combinaison de deux atomes d'hydrogéné, et d'un atome d'oxygéné pour former le bien connu (H_2O), représentant l'eau 70% de la proportion sur terre avec un volume d'environ 1,4 milliard de mètres cubes sous forme liquide, gazeuse et solide, mais la majeure partie de l'eau se trouve dans les océans à 97%, ce qui la rend impropre à la consommation humaine. (CIE2013)

L'eau douce ne représente qu'environ **3%** :

- Les glaciers de montagne et les calottes glaciaires du Groenland et de l'antarctique représentent la plus grande partie d'environ **2%**
- Les eaux souterraines représentent moins de **1%** et sont principalement salées
- Les eaux de surface représentent **0,03%**
- Atmosphère **0,001 %**

La proportion d'eau douce disponible pour la consommation est d'environ **0,3 %**, ce qui équivaut à 4 millions km^3 (RPDE 2007)

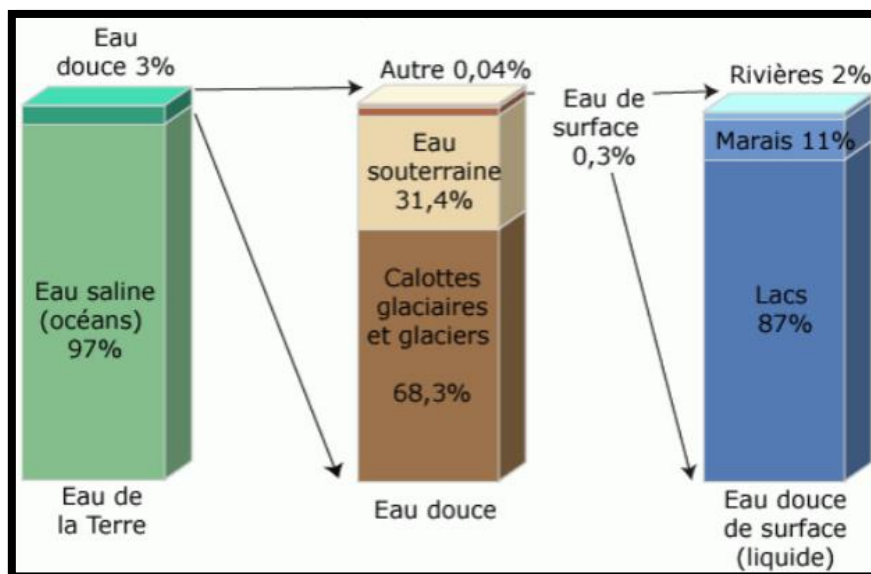


Figure 3.1 Répartition de l'eau de la terre (CIE2013)

2 L'eau potable et ses sources :

Il existe quatre sources principales différentes qui peuvent être utilisées comme source d'eau potable :

- Les eaux de pluie
- Les eaux de surface
- Les eaux de mer
- Les eaux souterraines (CIE2013)

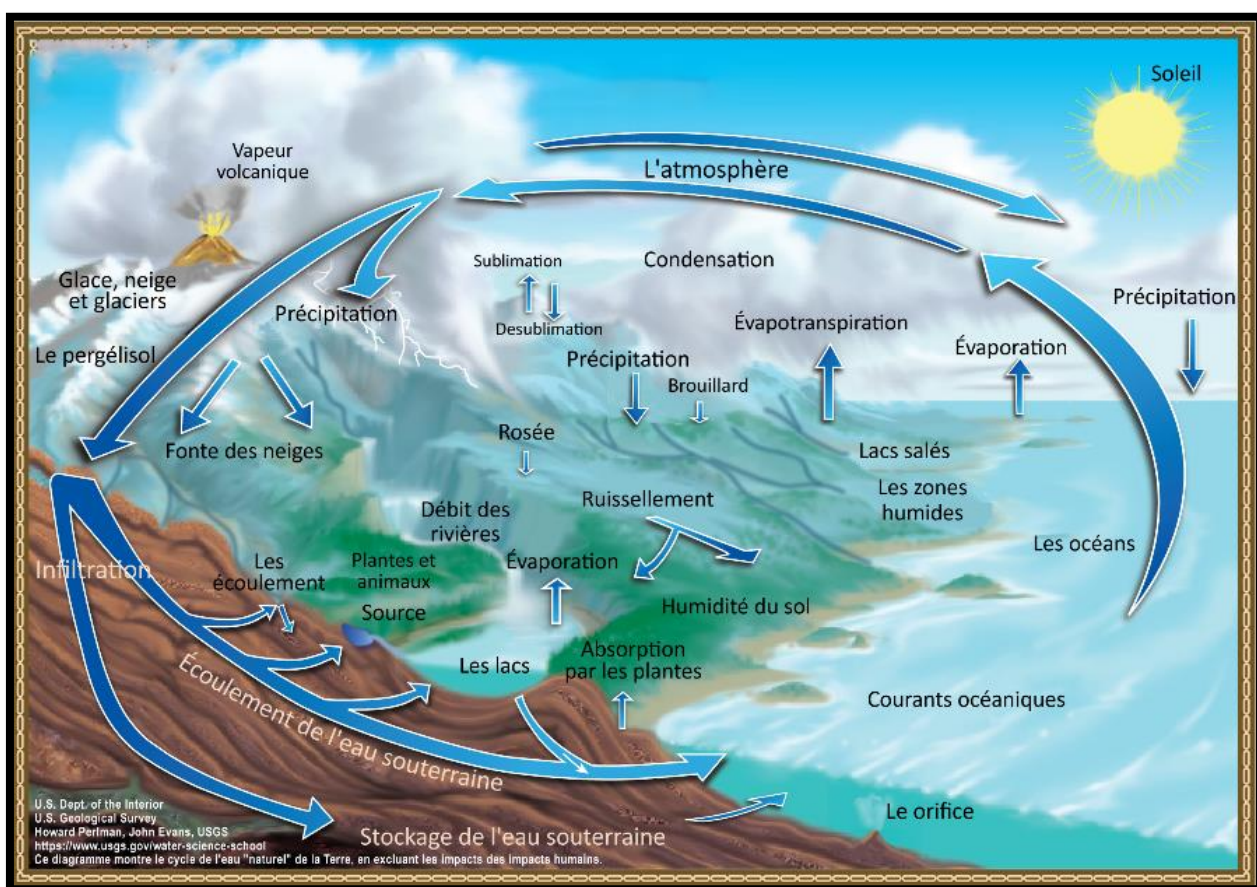


Figure 3.2 Cycle de l'eau (Sources/Usage : Public Domain)

2.1 Les eaux de pluie :

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour la consommation humaine, elles sont très douces par la présence d'oxygène et d'azote et l'absence des sels dissous, comme les sels de magnésium et de calcium, dans les régions industrialisées, les eaux de pluie peuvent être souillées par des poussières atmosphériques, la distribution des pluies dans le temps ainsi que les difficultés de captage font que peu de municipalités utilisent cette source d'eau (*Desjardins, 1997 ; OFEFP, 2003*).

2.2 Les eaux de surface :

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents, elles proviennent soit par des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit par les eaux de ruissellement (fleuves, rivières, barrages, mares, marigots).

Elles sont caractérisées par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable, en plus, ces eaux superficielles doivent subir un traitement en plusieurs étapes pour être utilisées pour la boisson et les usages domestiques, elles ne peuvent être utilisées sans traitement, de plus, pour envisager d'alimenter des populations à partir d'eaux de surface, il faut éviter les conditions favorisant l'érosion des sols, les conditions non hygiéniques et les pollutions accidentelles et chroniques (*Molinie, 2009*).

2.3 Les eaux de Mer :

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce, ces eaux sont caractérisées par une grande salinité (**varie de 33000 à 37000 mg.l⁻¹**), elles sont dénommées aussi «eaux saumâtres», ce qui rend l'utilisation de ces eaux difficile, notamment leur coût très élevé pour leur traitement (*Boeglin, 2009*).

2.4 Les eaux souterraines :

Eau souterraine" signifie l'eau sous le niveau du sol qui remplit soit des fractures du substrat rocheux, soit des pores présents dans des milieux granulaires tels que du sable et du gravier, contrairement aux eaux de surface, les eaux souterraines ne sont pas rassemblées comme un ruisseau ou une rivière, mais ils courent profondément formations géologiques qui composent l'espace souterrain le niveau des eaux souterraines sous lequel les roches ou les sédiments sont saturés, c'est ce qu'on appelle les eaux souterraines, il y a aussi de l'eau au-dessus de la nappe phréatique dans la zone insaturée, comme l'eau du sol, mais cette eau n'est pas habituellement non exploitée par l'homme et n'est pas considéré comme de l'eau souterrain. (CIE2013)

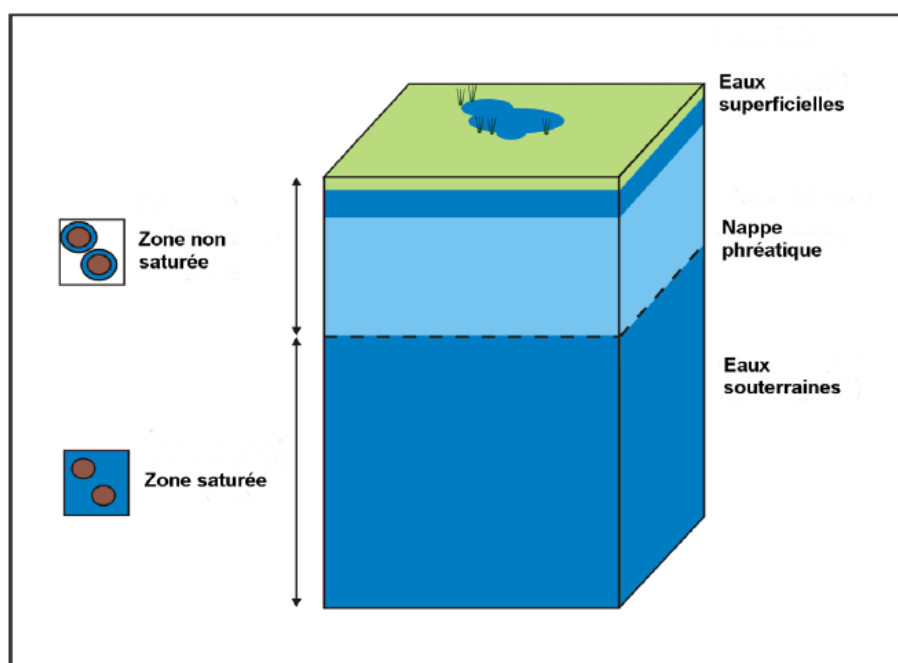


Figure 3.3 Présentation des eaux souterraines (RAMSAR, 2010)

2.4.1 Les nappes de l'eau :

Les nappes d'eau souterraines ne sont ni des lacs ni des cours d'eau souterrains : c'est de l'eau contenue dans les roches poreuses saturées par les eaux de pluie qui se sont infiltrées, l'eau souterraine est présente dans les pores, les fissures et autres interstices à l'intérieur Formations géologiques et ne peuvent exister sans cette matrice géologique. Les eaux souterraines se déplacent généralement très lentement. (Agences de l'eau -ONEMA-)

2.4.2 Les nappes de l'eau souterraines :

Les nappes d'eau souterraine ne sont ni des lacs ni des cours d'eau souterrains : c'est de l'eau contenue dans les roches poreuses saturées par les eaux de pluie qui se sont infiltrées, l'eau souterraine est présente dans les pores, les fissures et autres interstices à l'intérieur Formations géologiques et ne peuvent exister sans cette matrice géologique, où les eaux souterraines se déplacent généralement très lentement.

Le fait que la matrice géologique souterraine offre une résistance hydraulique à l'écoulement avec un volume beaucoup plus grand que la résistance hydraulique de l'écoulement à surface libre, les eaux souterraines peuvent s'écouler très rapidement dans les formations karstiques. (*Les agences de l'eau -ONEMA-*)

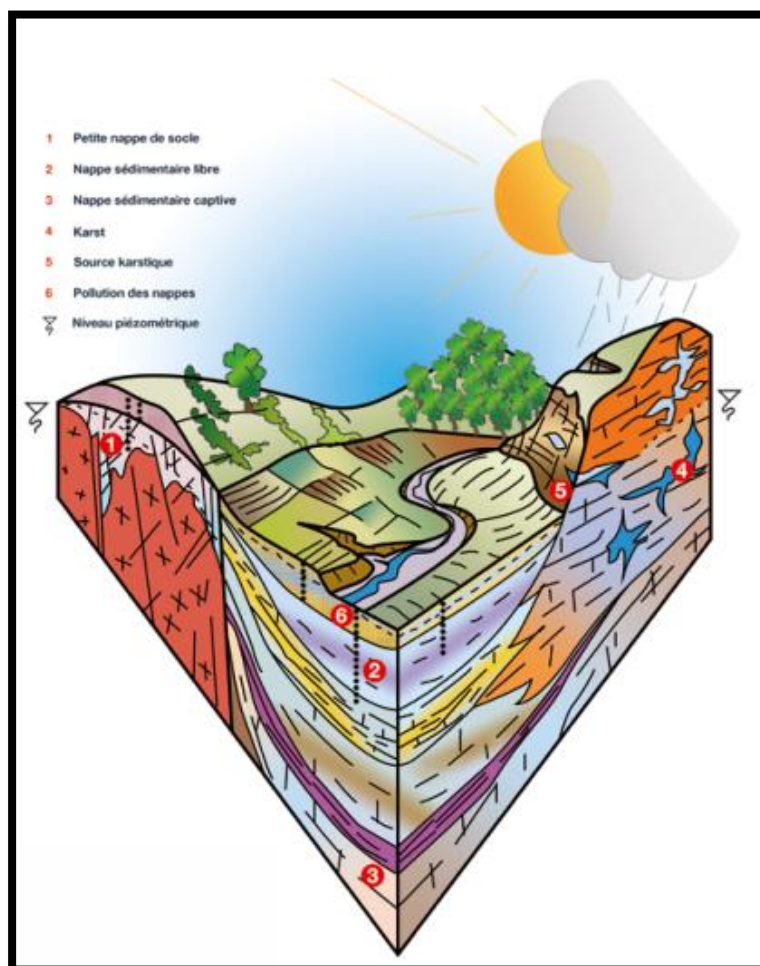


Figure 3.4 Gisements eaux souterraine (les agences de l'eau -ONEMA-)

2.4.3 Les types de nappe :

2.4.3.1 La nappe profonde :

Situé sur la couche supérieure et la résistance à l'eau plus profonde, elle peut être:

2.4.3.2 Une nappe libre :

Communiquent avec la surface et sont généralement peu profondes ; l'eau percole jusqu'à la nappe dont le niveau monte ou baisse en fonction des précipitations. Elle se renouvelle rapidement. Les nappes phréatiques appartiennent à cette catégorie. (*Les agences de l'eau -ONEMA-*).

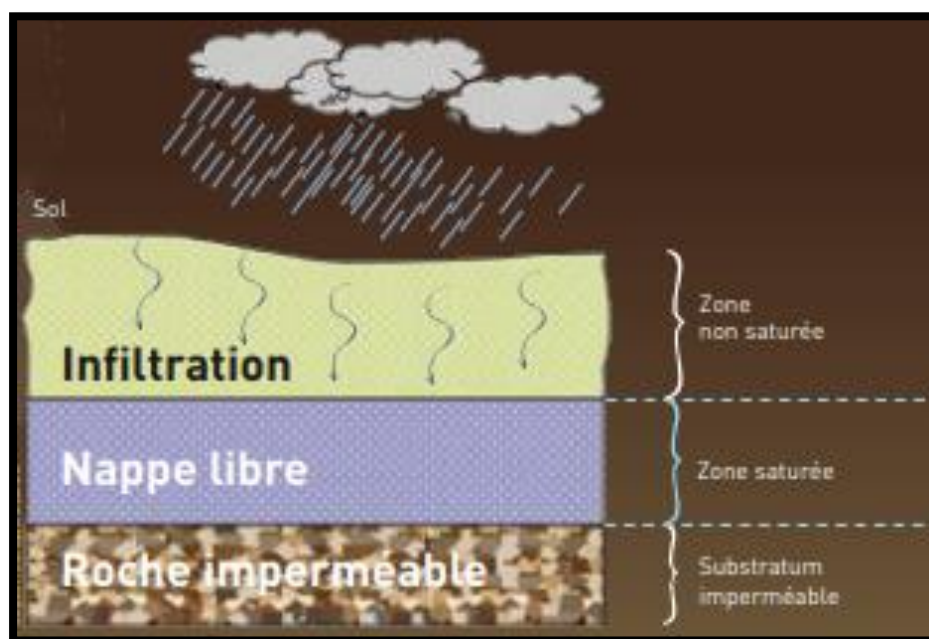


Figure 3.5 Nappe libre (D'après F. Laroque ENSEGID)

2.4.3.3 La nappe captives :

Sont comprises entre deux couches géologiques imperméables qui confinent l'eau sous pression, celle-ci peut jaillir dans des forages dits artésiens, les nappes captives sont souvent profondes de quelques centaines de mètres voire plus, elles se renouvellent plus lentement. Leur alimentation provient pour partie de la zone affleurant de l'aquifère. (*les agences de l'eau - ONEMA-*)

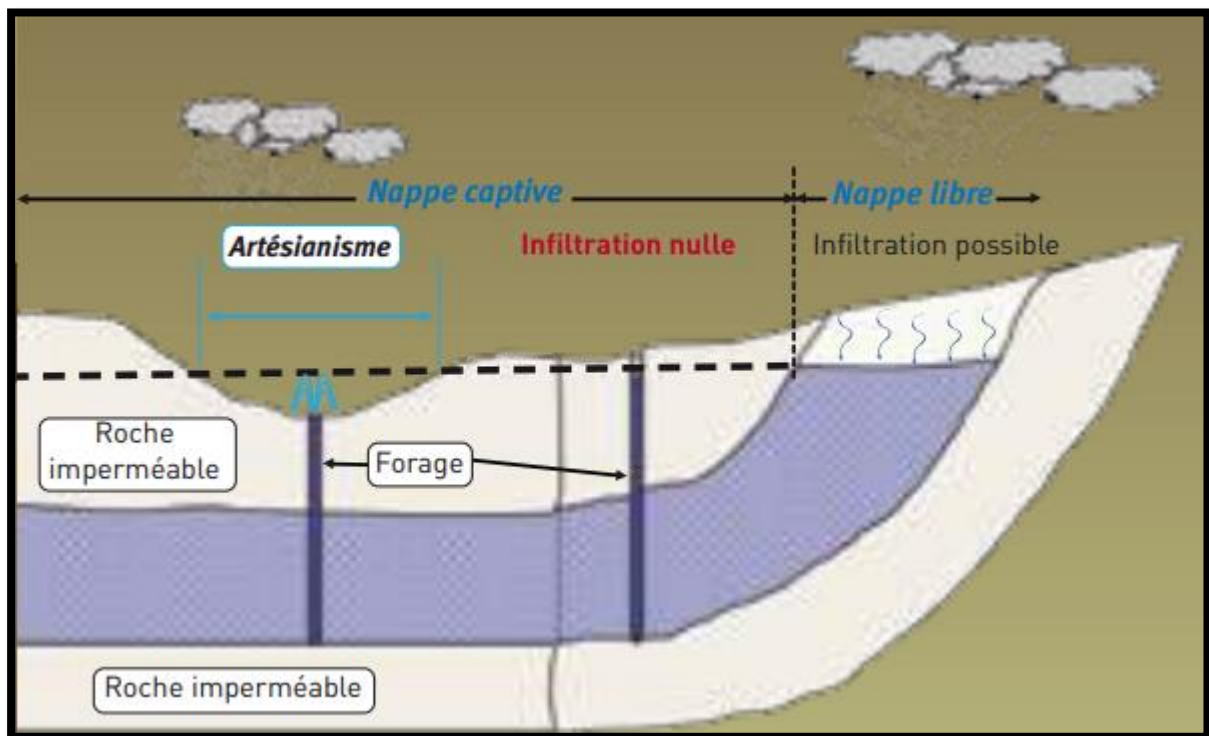


Figure 3.6 *Nappe captive (D'après F. Laroque ENSEGID)*

2.4.3.4 La nappe semi captive :

Le substrat de l'aquifère est constitué d'une composition hydrogéologique semi-perméable, ceci permet, dans certaines conditions hydrodynamiques favorable (différence de charge) pour l'échange d'eau (ou pression) avec l'aquifère superposé ou primaire est appelé drainage, ce phénomène indique l'existence d'un aquifère semi-confiné. (Castany, 1979)

2.4.3.5 La nappe phréatique :

Les nappes phréatiques sont celles qui se reposent sur la première couche imperméable, non loin de niveau du sol. Elles sont toujours libres et souvent contaminées, ces nappes revêtent une importance énorme pour l'approvisionnement en eau, car elles constituent les plus grandes réserves d'eau potable dans la plupart des régions du monde, une nappe phréatique affleure parfois à la surface du sol sous la forme de source ou bien peut être captée au moyen de puits. (Mourey et Vernoux, 2000 ; Bouziani, 2000 ; Arjen, 2010)

2.4.3.6 La nappe des sables du Mio-Pliocène :

Du point de vue hydrodynamique, ce papier a un système très hétérogène Ils sont constitués de couches de perméabilité différente, la profondeur de cette feuille varie de 100 à 300 m, cette feuille est divisée en deux aquifères séparés par un une épaisse couche d'argile et d'argile sableuse, une couche profonde appelée non pontique et l'autre est moyennement profonde et est une feuille mio-pliocène. (*Agences de l'eau -ONEMA-*)

2.4.3.7 La nappe des calcaires du Sénono-Eocène :

Cette nappe est constituée essentiellement de calcaires fissurés d'âge Eocène inférieur. (*les agences de l'eau -ONEMA-*)

2.4.3.8 La nappe du Continental Intercalaire :

C'est un réservoir très important constitué essentiellement de grès et de marne d'âge albien et barrémien, d'une profondeur entre 1600 et 2500m et un débit moyen de 80 l/s jaillissant, la température de l'eau peut dépasser les 60° C. (*Agences de l'eau -ONEMA-*)

3 Qualité physico-chimique de l'eau :

L'analyse de la qualité de l'eau et la connaissance de la possibilité de sa consommation est l'un des principaux facteurs les propriétés physiques et chimiques de l'eau dépendent des paramètres qualitatifs faciles à déterminer, notamment :

3.1 Caractéristiques organoleptiques :

3.1.1 Couleur :

La couleur de l'eau peut provenir de substances minérales (fer, manganèse...) ou/et de substances organiques (tanin, lignine, acide humique) (de couleur noire à brun foncé, résultant d'un processus de condensation oxydative des composés phénoliques et liés à des acides aminés, des peptides et des polysaccharides). (Rodier et al. 2009)

3.1.2 Odeur :

Elle peut provenir de la dégradation des composés azotés ou soufrés, mais la molécule qui pose le plus de problème c'est l'hydrogène sulfuré ou sulfure d'hydrogène (H₂S), odeur d'oeuf pourri, est un gaz incolore. Il se produit naturellement par dégradation anaérobie par les microorganismes, on peut aussi détecter une odeur : du chlore, de la terre, d'herbe, de poisson... (Rodier et al. 2009)

3.1.3 Saveur :

(Gout) il peut être salée, sucrée, aigre et amère, selon les substances dissoutes.

3.1.4 La turbidité :

C'est une mesure indirecte des matières en suspension MES ou les colloïdes (argiles, organismes microscopiques, ...), on la mesure à l'aide d'un turbidimètre.

C'est le premier paramètre perçu par le consommateur (Andriamiradis, 2005), la turbidité est la réduction de la transparence de l'eau due à la présence de matière non dissoute (débris organiques, argiles, organismes microscopiques ...) (Rodier et al. 2009).

Une forte turbidité de l'eau révèle la précipitation de fer, aluminium ou manganèse due à une oxydation dans le réseau (Jean, 2002), et favorise aussi la fixation et la multiplication des microorganismes, rendant sa qualité bactériologique suspecte (OMS, 2004).

Selon Desjardins (1990) ; Kettab (1992) ; Boeglin (2000), parmi les caractéristiques générales des eaux souterraines, il faut retenir leur très faible turbidité.

Tableau3.1 : Classes de turbidités (NTU). (JOEL. G2003).

NTU<5	Eau claire
5<NTU<30	Eau légèrement trouble
NTU>50	Eau trouble

3.2 Paramètres physique-chimiques :

3.2.1 La température :

L'importance de connaître la température de l'eau joue un rôle important dans la solubilité des gaz, la dissolution des sels et la détermination du pH, une température élevée favorise la croissance des micro-organismes, peut accentuer le goût, l'odeur et la couleur, par contre une température inférieure à 10°C ralentit les réactions chimiques dans les différents traitements des eaux (*Rodier et al. 2009*).

3.2.2 Le potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH d'une eau est une indication de sa tendance à être acide ou alcaline, il est fonction de l'activité des ions hydrogènes H^+ présents dans cette eau, dans les eaux naturelles cette activité est due à des différentes causes en particulier l'ionisation de l'acide carbonique et de ses sels (*Rodier et al. 2009*).

Les valeurs limites du pH sont comprises entre 6,5 et 9 (*JORA, 2011*), au-dessous de ce seuil l'eau est dite « agressive », elle a un effet corrosif sur les canalisations et peut mener à la dissolution de certains métaux toxiques tels que le plomb des conduites (*Savary, 2010 ; Bouziani, 2000*).

3.2.3 La conductivité électrique :

Elle donne une bonne appréciation sur la quantité des sels dissous dans l'eau, et elle est proportionnelle au degré de minéralisation, elle est plus importante lorsque là t'augmente, elle est mesurée par un conductimètre et s'exprime par siemens (et ces dérivés) par cm, est utilisée comme paramètre de détermination de la salinité, la mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement la minéralisation globale de l'eau. (*Rodier 1996*)

Tableau3.2 : Guide de la conductivité d'une eau destinée à la consommation humaine (*JORA, 2011*).

Conductivité à 20°C ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Qualité de l'eau
50 à 400	Qualité excellente
400 à 750	Bonne qualité
750 à 1500	Qualité médiocre mais eau utilisable
>1500	Minéralisation excessive

3.2.4 Calcium (Ca^{2+}) :

Le calcium est l'élément présent dans toutes les eaux naturelles, c'est un métal alcalino-terreux très répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates, il existe principalement à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre sous forme sulfate, chlorure...etc, le calcium est aussi fréquent dans les roches sédimentaires, il peut provenir également des formations gypsifères ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) qui sont facilement solubles, le calcium ne pose pas des problèmes de potabilité, le seul inconvénient domestique lié à une dureté élevée est l'entartrage (*Gaujourn, 1995*).

3.2.5 Magnésium (Mg^{2+}) :

Il constitue l'élément significatif de la dureté de l'eau avec les ions calcium, la variation du magnésium dans les eaux souterraines est due à l'influence des formations carbonatées telles que les calcaires, d'une part, et les formations salifères d'autre part comme les argiles et les marnes qui sont riches en Mg^{++} , son abondance géologique, sa grande solubilité, sa large utilisation industrielle font que les teneurs dans l'eau peuvent être importants (*SEVESEC, 2013*).

3.2.6 Sodium (Na^+) :

C'est un élément dont les concentrations dans l'eau varient d'une région à une autre, son origine peut être naturelle (mer, terrain salé...) ; humaine (10 à 15 g, Na Cl dans les urines /jour) ou industrielle (potasse, industrie pétrolière), les eaux très riches en sodium deviennent saumâtres, prennent un goût désagréable et ne peuvent pas être consommées (*Rodier et al. 2005*).

3.2.7 Potassium (K^+) :

Le potassium est étroitement rattaché au sodium à tel point, qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses de l'eau. Sa présence est très répandue dans la nature sous forme de sels. Il joue un rôle important dans l'équilibre électrolytique de l'organisme et règle la teneur en eau à l'intérieur des cellules sa présence à peu près constante dans les eaux naturelles ne dépasse pas habituellement 5 à 10 mg.l^{-1} (*Rodier et al. 2009*).

3.2.8 Fer (Fe) :

Le fer se classe au 4^{ème} rang des éléments de la croûte terrestre. Il est largement utilisé dans la métallurgie et ses utilisations secondaires dans la chimie sont très variées. Les eaux minérales et principalement les eaux thermo-minérales peuvent en contenir plus de 10 mg/l (*Rodier, 1976*).

3.2.9 Chlorure :

La source principale de chlorure dans les eaux est due à la dissolution des roches sédimentaires qui se sont déposées en milieu marin et qui n'ont pas été complètement lessivées, et à la présence d'évaporites. La teneur en ion chlore des eaux naturelles est essentiellement associée à celle du sodium. Les eaux trop riches en chlorures sont laxatives et corrosives. (*Humbert et Pommier, 1988 in Tarik, 2005*).

3.2.10 Phosphate :

Les phosphates sont généralement responsables de l'accélération du phénomène eutrophisation dans les lacs ou les rivières. S'ils dépassent les normes, ceux-ci sont considérés comme indice de contamination fécale entraînant une prolifération des germes, goût et coloration. (*Rodier, 1976*)

3.2.11 Nitrite :

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action de nitrifiante. Une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte car lui est souvent associée une détérioration de la qualité microbiologique (*Rodier, 1976*).

3.2.12 Les nitrates :

Le nitrate, sel de l'acide nitrique, se formule chimique NO_3^- , donc besoin d'azote (N) et d'oxygène (O), leur concentration varie de 0,1 à 1 mg.l⁻¹ pour l'eau souterraine, l'apport de nitrates dans le sol, puis dans les eaux, est donc fortement lié à la quantité de matières organiques présente et aux conditions de milieu. Les actions anthropiques sont donc importantes : utilisation d'engrais azotés et de lisier. De même, les rejets de stations d'épuration ou plus simplement de latrines et fosses septiques représentent un apport en matières organiques susceptibles de produire des nitrates (*Demdoun, 2010*).

3.2.13 Les bicarbonates HCO_3^- :

Issu de composés carbonés, température et degré de carbone (*Rodier, 1976*).

3.2.14 Sulfate :

D'une façon générale, la présence de sulfate dans les eaux naturelles non polluées invoque la présence de gypse ou de pyrite, le soufre est un élément non métallique qui existe à l'état naturel dans les sols et les roches sous forme organique (soufre protéique) à l'état minéral (sulfure, sulfates et soufre élémentaire). Le soufre se combine à l'oxygène pour donner ion sulfate, présent dans

certain minéraux : gypse, baryte...La transformation réversible des sulfates en sulfures se fait grâce au cycle du soufre. (Peck, 1970)

3.3 Normes de la qualité de l'eau :

Pour déterminer la qualité et la potabilité de l'eau utilisée, Lorsque ces normes correspondent et que la validité et la potabilité de l'eau sont documentées, Ceci est conforme aux normes internationales et à leurs simples différences d'un pays à l'autre, globalement, les qualités de l'eau de boisson doivent respecter des normes définies par une réglementation nationale. Il peut en résulter, pour un pays ou une région donnée, des dispositions réglementaires différentes de la qualité de l'eau, par rapport aux normes internationales, en Algérie, il existe des réglementations locales pour la qualité de l'eau de boisson en citant le Journal Officiel de la République Algérienne (JORA, 2011) qui représente les différents paramètres physico-chimiques de la qualité de l'eau de consommation humaine avec des limites de valeurs. (ADE_BISKRA)

Ainsi pour notre étude, nous référons **aux normes algériennes et** aussi aux normes de **L'OMS** présenté dans les tableaux suivants :

Tableau3.3 : Normes des Paramètres physico-chimiques (Source : Rodier, 1996.et JORA, 2014)

Paramètres	Unité	Valeurs guide OMS (mg/l)	Les normes Algériennes (mg/l)
PH	Unité pH	$6.5 \leq \text{PH} \leq 9.2$	$6.5 \leq \text{PH} \leq 9$
Conductivité	$\mu\text{S/cm}$	Pas de norme	2800
Température	$^{\circ}\text{C}$	25	25
Turbidité	NTU	5	5

Tableau 3.4 : Normes des Paramètres physico-chimiques (Ions) (Source : Rodier)

Paramètres	Valeurs guide OMS (mg/l)	Les normes Algériennes (mg/l)
Calcium	Pas de norme	200
Magnésium	100	Pas de norme
Nitrites	3	0.2
Chlore	250	
Dureté	500	500
Phosphate	0.5	5
Potassium	12	12
Sulfates	250	400
Fer	0.3	0.3
Ammonium	0,5	0.5
Chlorure	250	500
Sodium	200	200
Nitrate	50	50

4 Diagrammes de Piper et de Schoëller Berkaloff

4.1 Diagramme de Piper :

Cette classification permet une approche universelle de la composition chimique de l'eau où la représentation des échantillons en fonction des pourcentages des quantités en interaction de cations et d'anions dans chaque triangle du graphique, nous obtenons un point triple pour les cations et un autre point pour les anions de chaque échantillon.

L'extension des points dans le losange détermine la propriété ponctuelle des caractéristiques chimiques de l'eau, les points projetés dans les triangles montrent une tendance vers le pôle bicarbonate pour les anions et calcique ou magnésique pour les cations, dans le losange, tous les points sont placés dans l'aire du faciès bicarbonaté calcique ou magnésique. (M. BOUADJELA 2013)

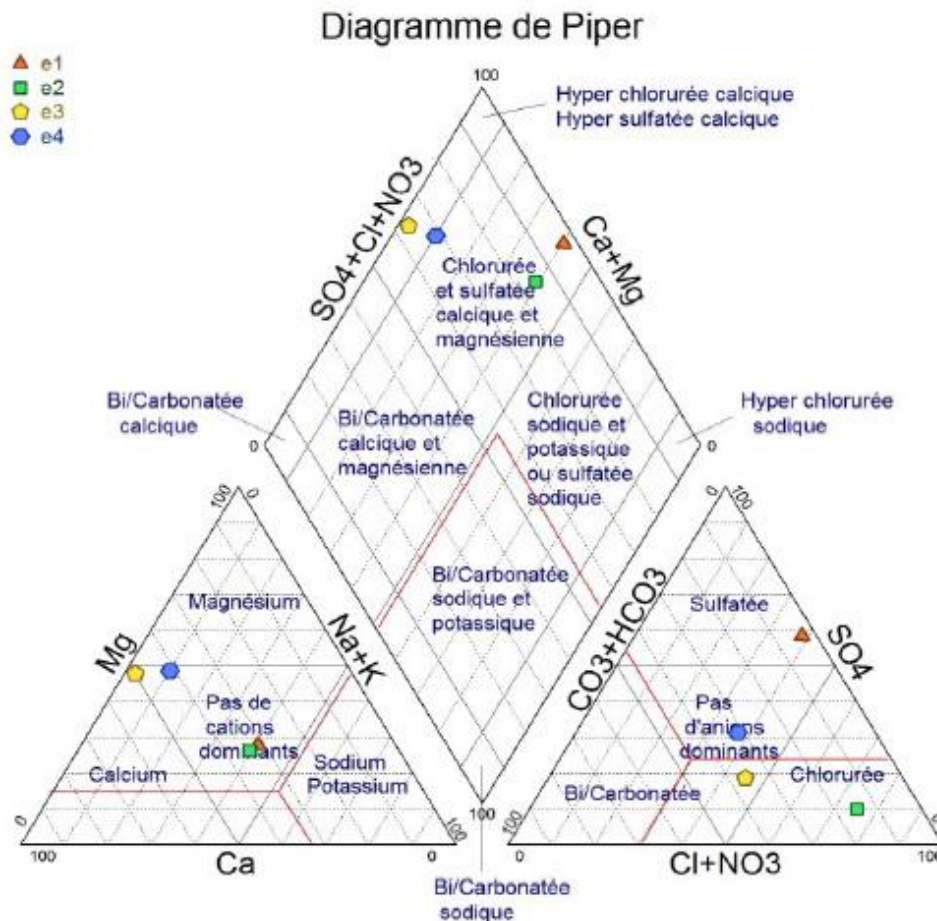


Figure 3.7 Représentation des eaux selon le diagramme de Piper

4.2 Le diagramme vertical (Schoëller Berkaloff) ;

Le diagramme de Schoëller-Berkaloff ne permet pas de présenter un nombre important d'analyses, mais autorise une comparaison quantitative des analyses, l'unité utilisée n'est plus un rapport (%) mais le meq/l. (M. BOUADJELA 2013)

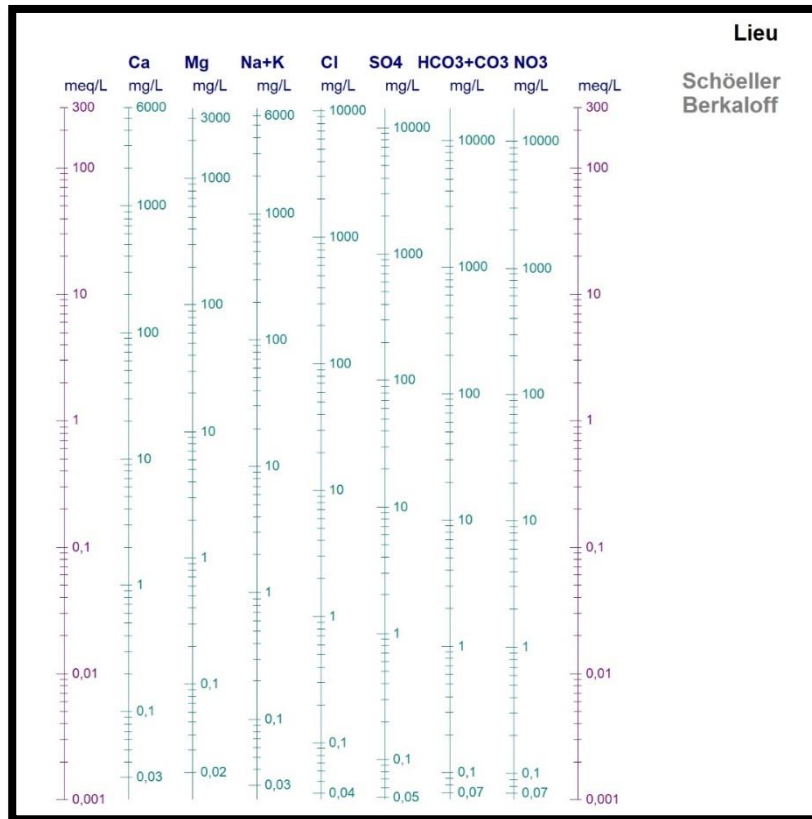


Figure 3.8 Représentation Diagramme de Schoëller-Berkaloff (juin2019)

4.3 Diagramme de Richards :

Le diagramme de Riverside est très utile et fiable pour caractériser une eau, en effet, le diagramme ne peut pas prendre en compte l'évolution des caractéristiques de l'eau, lorsque les eaux se concentrent, elles précipitent des minéraux, la calcite étant l'un des plus importants et des plus précoces à précipiter, il en résulte une sur estimation de la charge saline et une sous-estimation du rapport Na/Ca, le diagramme sous-estime le risque de salinisation et sous-estime le risque de sodisation. (ADDA Mawloud)

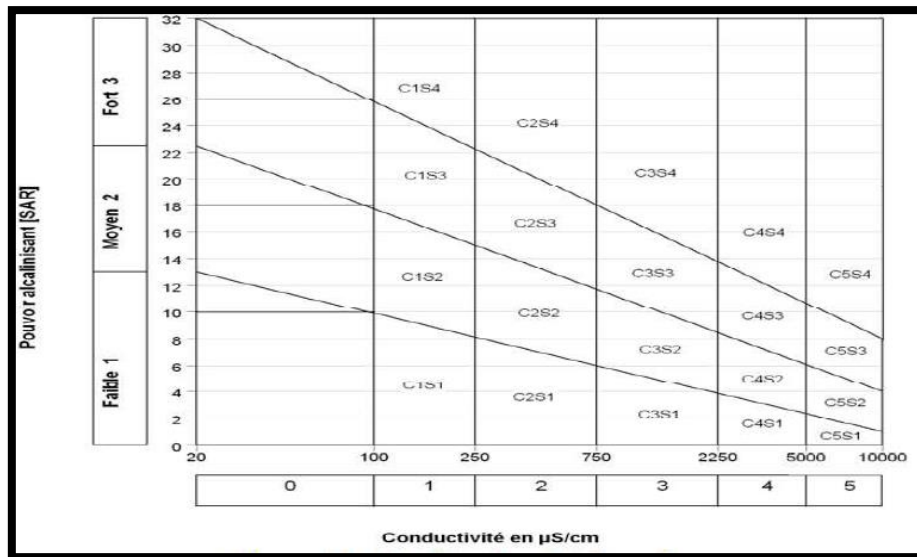


Figure 3.9 Diagramme de Richards

5 Conclusion :

Dans ce chapitre, on a essayé d'étudier et analyse des informations sur les sources d'eau en général et en particulier les eaux souterraines et qualité d'analyse et sa composition physique et chimique avec la révision des normes internationales à respecter pour préserver cette denrée, pour la réalisation de nos essais en laboratoire.

1 Introduction :

On a présenté dans ce chapitre après 2 prélèvements, un en mars et le second en juin, et un ensemble de ses résultats d'échantillons prélevés précédemment il est nécessaire d'établir une analyse physico-chimique de cet échantillon ainsi que l'accès aux résultats des prélèvements précédents pour ces puits et comparés entre eux. Et analysé par diagramme de Piper et Schoëller Berkloff.

2 Échantillonnage :

Après avoir prélevé les deux échantillons en deux mois différents, le premier en mars au laboratoire de l'Institut et le second en juin au laboratoire algérien des l'eaux (ADE Biskra).

2.1 Température de mesure :

Avant de commencer le processus d'analyse il est important de connaître avec précision la température de l'eau. La température joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, et donc dans la détermination du pH et de la conductivité.

Tableau 4.1 : Résultats des mesures de température de prélèvement avant l'analyse

N° forage	L'assel	Souareg	Kef Trab	Difel	Centre
T°(mars2022)	21.5°	21.1°	21.9°	12.9°	20.9°
T°(juin2022)	55°	55°	55°	44°	55°
T°(ANRH 2018)	/	/	/	/	/

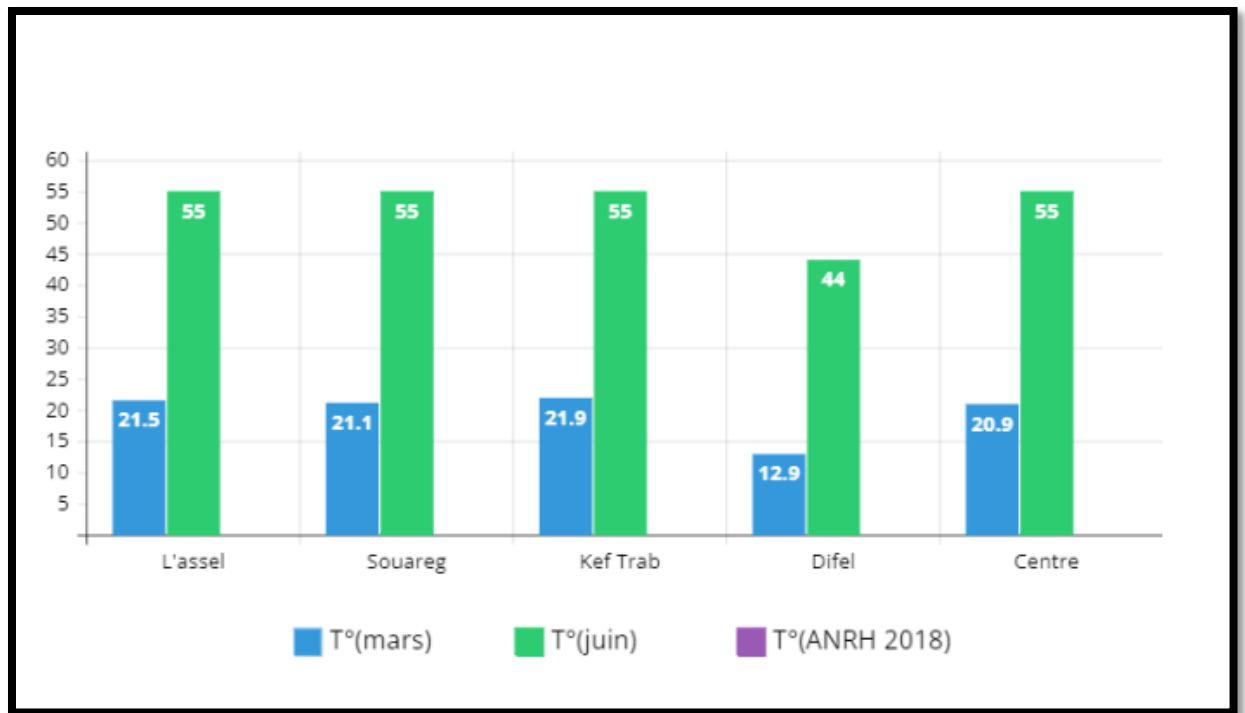


Figure 4.1 Graphe à colonnes au niveau de prélèvement avant l'analyse

On a remarqué la différence de température Entre les échantillons de moins de mars et de juin et ça pour que les échantillons de mars Il a été analysé après 14 jours de dépassement et pour La température de prélèvement cela affecte la solubilité des sels, en particulier des gaz, et détermine ainsi le pH et la conductivité.

2.2 Détermination de pH :

Prélèvements de mars et juin dans différents laboratoires, on a trouvé les résultats (Tableau 4.2) :

Tableau 4.2 : Résultats des mesures d'un pH de prélèvement

N° forage	L'assel	Souareg	Kef Trab	Difel	Centre
pH (mars2022)	7.271	7.088	7.285	7.12	7.17
pH (juin2022)	7.52	7.12	7.3	7.2	7.3
pH (ANRH2018)	/	6.37	7.56	/	/



Figure4.2 pH mètre HANNA (laboratoire IT)

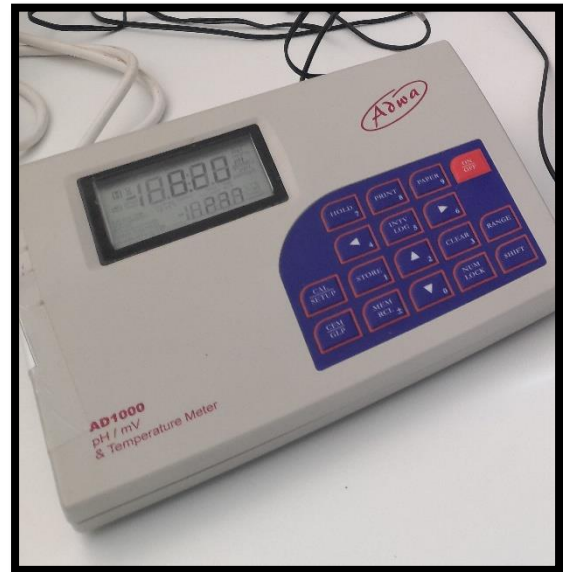


Figure4.3 pH mètre adwa (laboratoire ADE Biskra)

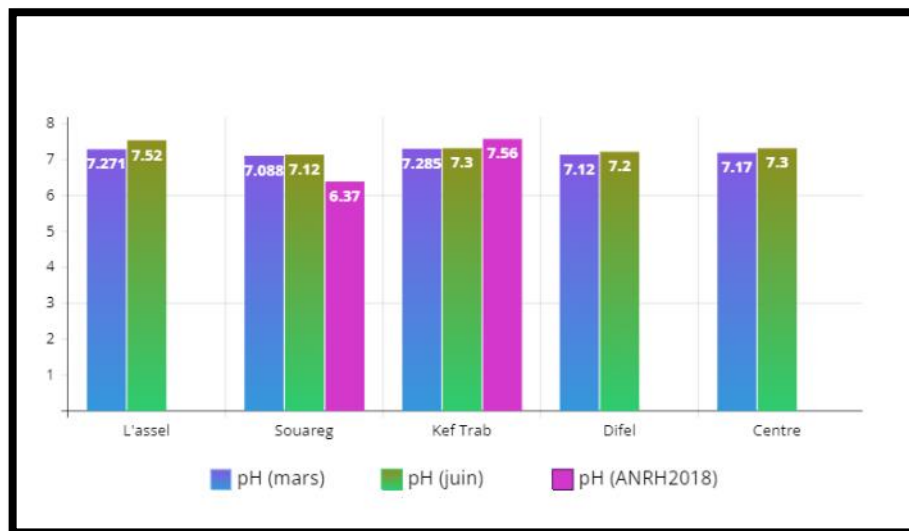


Figure4.4 Graphe à colonnes de pH au point de prélèvement

Après avoir mesuré tous les échantillons pour les cinq puits, prélevés en mars et juin et les échantillons précédents, on constate que le pH mesuré est compris entre (7,088 et 7,285) pour les échantillons de mars, alors que pour le mois de juin il est compris entre (7,21 et 7,51), ce qui constitue la simple dimension entre les résultats des échantillons mesurés.

De plus, après correspondance, nous trouvons la restriction avec les normes de l'OMS et les normes algériennes.

2.3 Détermination du Conductivité :

Après mesure de la conductivité à l'aide d'un dispositif de la figure (4.3 et 4.4) dans différents laboratoires, les résultats obtenus par tableau ont été obtenus en ($\mu\text{s}/\text{cm}$). tableau 4.3 :



Figure 4.3 Conductivité mètre HANNA (laboratoire IT) **Figure 4.4** Conductivité mètre HANNA (ADE_Biskra)

Tableau 4.3 : Résultats des mesures de la Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) de prélèvement

N° forage	L'assel	Souareg	Kef Trab	Difel	Centre
Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) (mars2022)	3922	3435	2166	4199	4041
Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) (juin2022)	5950	3020	6390	6570	3510
Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) (ANRH2018)	/	3900	3760	/	/

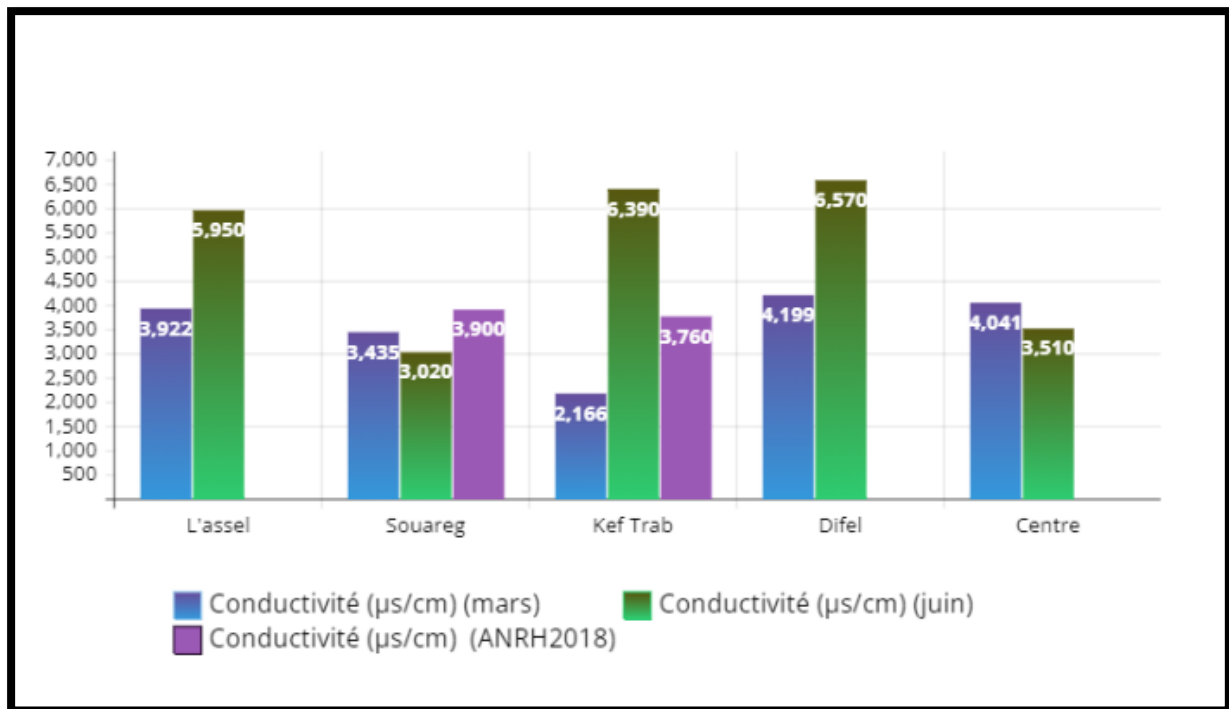


Figure 4.5 Graphe à colonnes de la conductivité au point de prélèvement

On a remarqué une différence entre d'analyse de la conductivité entre les prélèvements de juin, et prélèvement de mars comme les échantillons de juin sont plus grands que les échantillons d'un mois de mars, les mêmes prélèvements de ANRH en 2018.

La raison est due à la température des échantillons, qui était élevée au moment de l'analyse.

D'après ce que nous pouvons voir, la plupart des résultats de l'échantillon étaient supérieurs aux normes algériennes de 2800 µs/cm, ce qui explique le pourcentage élevé de sels dissous dans l'eau et la forte salinité (Minéralisation excessive) Tableau 2.2

2.4 Détermination de la turbidité :

Après avoir mesuré la turbidité des échantillons d'eau mesurés par le turbidimètre Hanna dans laboratoire de l'institut de technologie et dans laboratoire de ADE de Biskra nous avons trouvé les résultats suivants (**Tableau 4.4**)



Figure 4.6 Turbidité mètre HANNA (Laboratoire IT)

Tableau 4.4 : Résultats des mesures de turbidité NTU de prélèvement

N° forage	L'assel	Souareg	Kef Trab	Difel	Centre
Turbidité NTU (mars2022)	0.53	8.91	00	00	0.79
Turbidité NTU (juin2022)	7.35	9.83	5.98	8.54	4.37
Turbidité NTU (ANRH2018)	/	/	1.51	/	/

Le pourcentage de turbidité de l'eau dans le puit KEF TRAB Proche de zéro pour les échantillons de mars mais quand on regarde le mois de juin, on remarque une augmentation notable du taux de turbidité, qui atteint 5,9 NTU La même chose avec le puits du Difel, ce résultat est dû au fait que l'échantillon de mars est resté pendant 14 jours avant les analyses Lorsque la raison est due à l'affaissement des solides en suspension

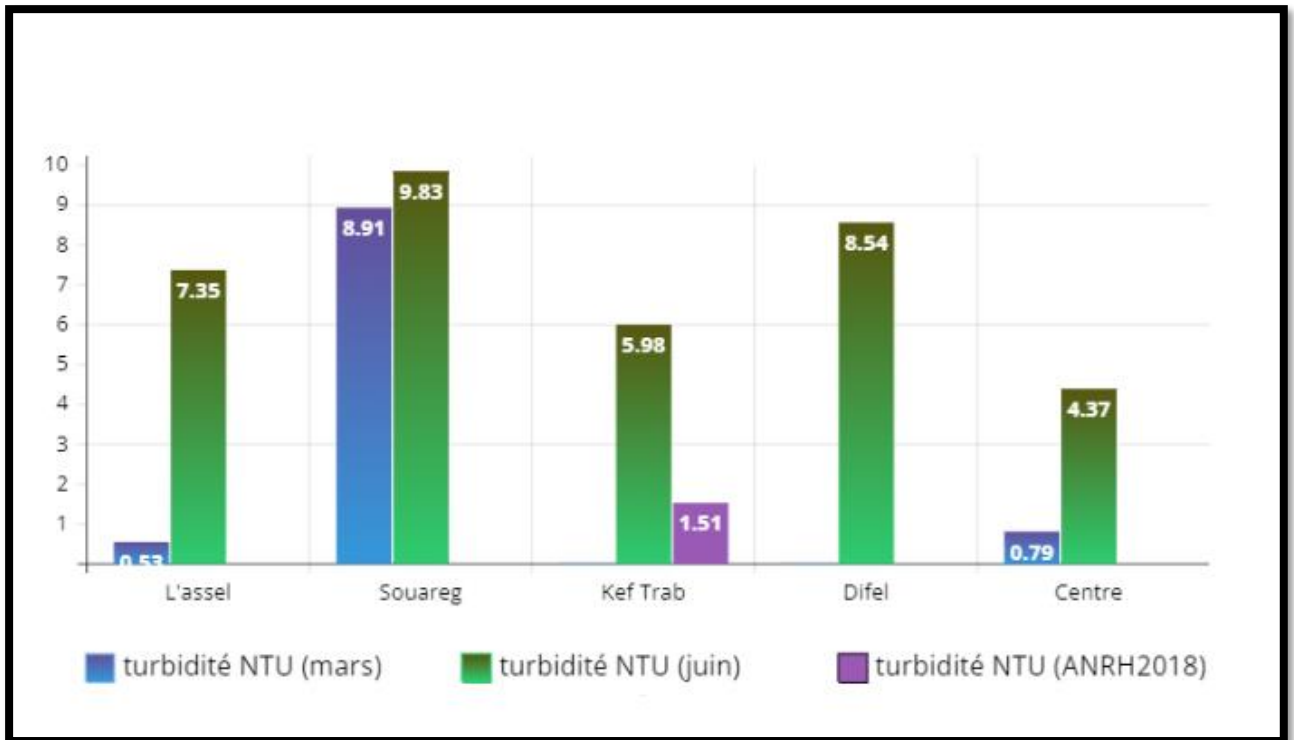


Figure4.7 Graphe à colonnes de la turbidité au point de prélèvement

Aux puits de centre et lassel le résultat de leurs analyses était en mars égale à (0.5 et 0.7) quant aux résultats de l'analyse au mois de juin, ils étaient élevés par rapport aux échantillons de mars avec des résultats allant de 5 à 8 NTU ces résultats montrent que l'eau selon les normes nationales algériennes Tableau3.3.

Au puits de Souareg Il a une augmentation significative de la turbidité de ses eaux, à la fois en mars et en juin avec une valeur de plus de 8 NTU.

2.5 Détermination de la dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH) :

Cette méthode d'essai a pour objet de déterminer la somme des concentrations en calcium et magnésium d'une eau.

Titrage par complexométrie des ions calcium et magnésium avec une solution aqueuse de sel disodique d'acide éthylène-diamine tétraacétique (EDTA) à un pH de 10, l'indicateur utilisé est le noir ériochrome, qui donne une couleur rose en présence des ions calcium et magnésium.

Lors du titrage avec l'EDTA la solution vire au bleu.

Réactifs et matériels :

- Calcium, solution étalon de référence à 0,01 mol/l
- EDTA, solution titrée à 0,01 mol/l
- Solution tampon pH 10
- Mordant noir 11, indicateur

Matériels :

- Burette de 25 à 50 ml utilisée pour l'EDTA ;
- Matériel courant de laboratoire : fioles, pipettes, béchers... ;
- pH-mètre

Prendre 50 ml de la solution de référence calcium à 100 mg/l. S'en servir pour titrer la solution d'EDTA en versant lentement l'EDTA jusqu'au virage au violet. Lorsque la coloration violette est obtenue, noter le volume d'EDTA versé. (**ADE_Biskra**)

Le facteur de correction F_c est égal à :

$$F_c = \frac{\text{Volume versé}}{\text{Volume théorique}}$$

Si $0.96 \leq F_c \leq 1.04$, alors la solution d'EDTA est utilisable pour le dosage avec F_c : facteur de correction.

La concentration totale en ions calcium et magnésium ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$), exprimé en °f, est donnée par la formule suivante :

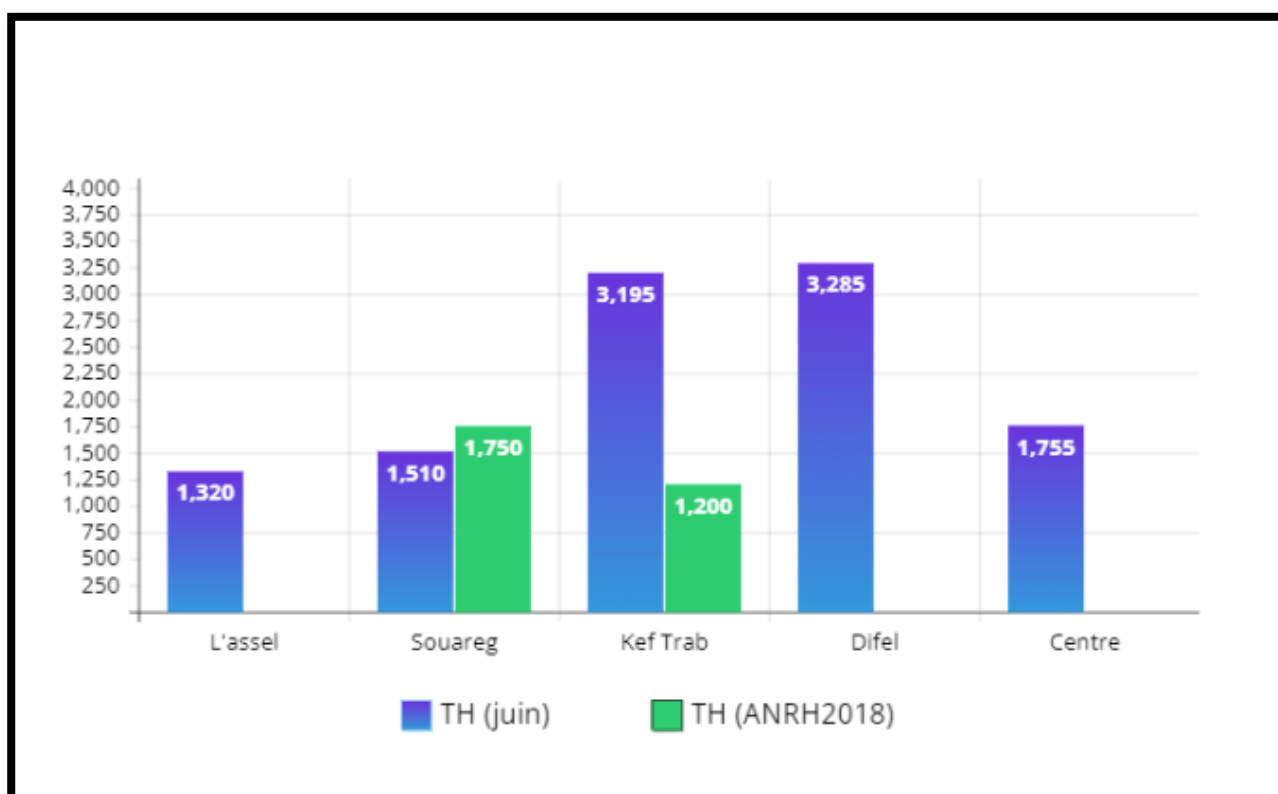
$$\text{TH} = V_2 \times 2 \times F \times F_c$$

Avec:

- $\text{TH}_{\text{totale}}$: dureté totale (La concentration totale en ions calcium et magnésium) exprimée en °f.
- V_2 : volume d'échantillon dosé en ml.
- F_c : facteur de correction.
- F : facteur de dilution.

Tableau 4.5 : Résultats des mesures de la dureté totale de prélèvement :

N° forage	L'assel	Souareg	Kef Trab	Difel	Centre
TH mg/l (juin2022)	1320	1510	3195	3285	1755
TH mg/l (ANRH2018)	/	1750	1200	/	/

**Figure 4.8** Graphe à colonnes de la dureté totale au point de prélèvement

En comparant les normes internationales et les normes adoptées en Algérie (tableau 3.4), on constate qu'une augmentation significative du pourcentage de la dureté totale Plus de 500 mg/l et c'est dans les cinq puits, ce qui nous fait espérer un pourcentage important en magnésium et en calcium, pour la plupart la raison est due à la profondeur des puits, qui dépasse la profondeur de 2 km et son environnement géologique.

2.6 Détermination du calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} :

Détermination du dosage de calcium par la méthode titrimétrie à l'EDTA Après cela, il nous est facile de calculer la proportion de magnésium

Le titrage des ions calcium avec une solution aqueuse d'EDTA est effectué à un pH compris entre 12 et 13. L'indicateur utilisé est le murexide, qui forme un complexe rose avec le calcium.

Pendant l'étalonnage, l'EDTA réagit avec les ions calcium, puis l'indicateur passe du rose au violet.

Les échantillons sont prélevés dans des bouteilles en polyéthylène ou en verre (ADE_BISKRA)

Réactifs :

- Hydroxyde de sodium, solution 2 N
- Calcium, solution de référence à 100 mg/l
- EDTA, solution titrée 0,01 mol/l

Matériels :

- Burette de 25 à 50 ml utilisée pour l'EDTA
- Matériel courant de laboratoire : fioles, pipettes, béchers...

Prendre 50 ml de la solution de référence calcium à 100 mg/l. S'en servir pour titrer la solution d'EDTA en versant lentement l'EDTA jusqu'au virage au violet. Lorsque la coloration violette est obtenue, noter le volume d'EDTA versé.

Expression des résultats

$$\text{Où : } Ca = \frac{C1 \times V1 \times A}{Fc \times 1000 \times F}$$

$C1$: concentration, exprimée en mole par litre, de la solution EDTA, soit 0,01.

$V0$: est le volume, en millilitres, de la prise d'essai, soit 50 ml.

$V1$: est le volume, en millilitres, de la solution d'EDTA, utilisé pour le dosage.

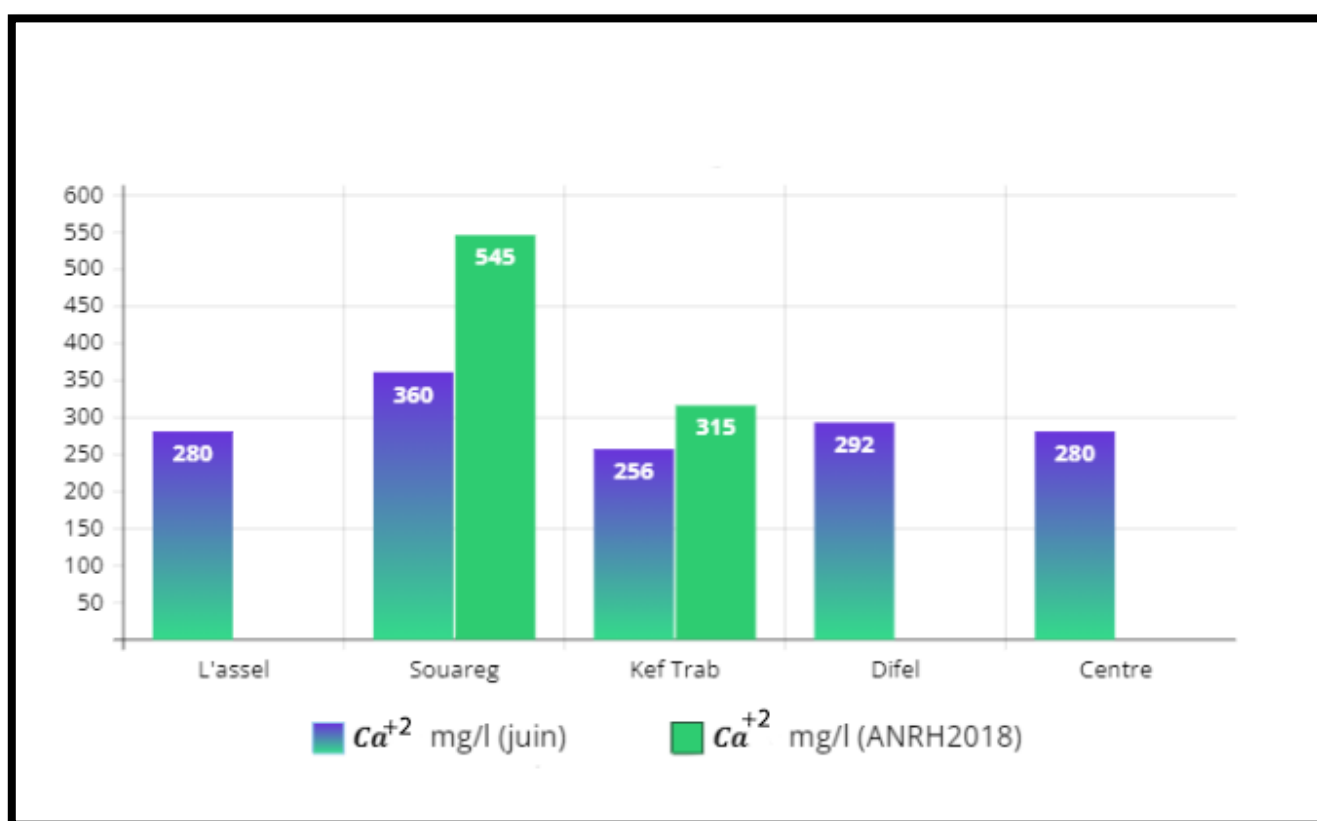
A : est la masse atomique du calcium (40,08 g).

Fc : facteur de correction du titre.

F : facteur de dilution. (ADE_BISKRA)

Tableau 4.6 : Résultats des mesures de calcium en mg/l de prélèvement :

N° forage	L'assel	Souareg	Kef Trab	Difel	Centre
Ca^{2+} mg/l (juin2022)	280	360	256	292	280
Ca^{2+} mg/l (ANRH2018)	/	545	315	/	/

**Figure4.9** Graphe à colonnes de calcium au point de prélèvement

Nous notons que les résultats de l'analyse des échantillons que nous avons analysés sont supérieurs à 200 mg / L et ce selon les normes algériennes.

Puisque la teneur de cet élément peut dépasser 100 mg / L dans l'eau sans avoir de danger pour la santé. Santé humaine (Roeder 2009).

Tableau 4.7 : Résultats des mesures de magnésium en mg/l de prélèvement :

N° forage	L'assel	Souareg	Kef Trab	Difel	Centre
Mg ²⁺ mg/l (juin2022)	154	102	153	163	158
Mg ²⁺ mg/l (ANRH2018)	/	93	80	/	/

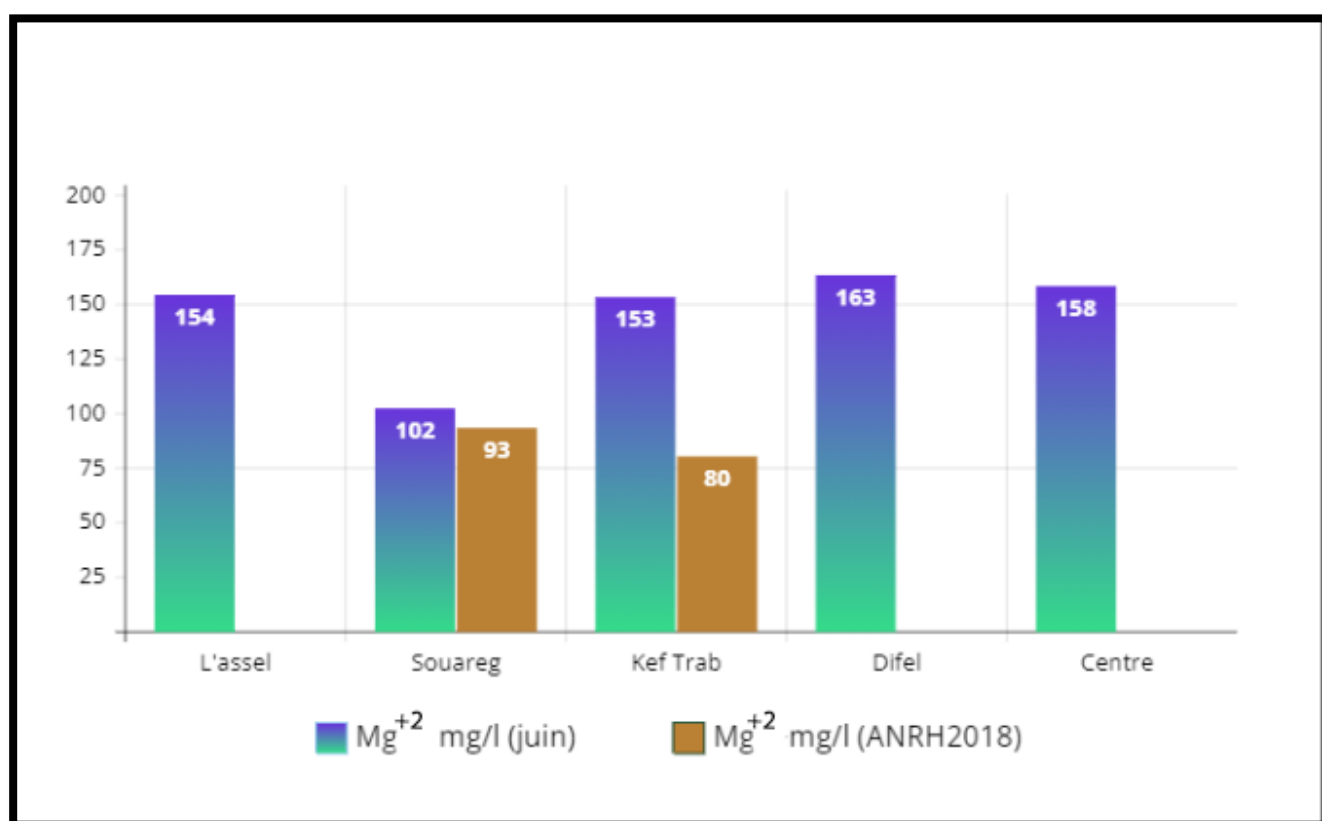


Figure4.10 Graphe à colonnes de magnésium au point de prélèvement

Magnésium dans les forages étudiés varient entre 80 à 93 mg/l en mois de février 2018, ces teneurs due au l'action des eaux sur les calcaires dolomitiques libèrent les cations Mg²⁺ qui sont véhiculés jusqu'au terrien ou ce trouve les forages.et 102 à 163mg/l en mois de juin 2022 Ces

concentrations sont plus haut à la norme d'OMS alors on peut dire que ces eaux ne sont pas acceptables pour la consommation humaine.

2.7 Le Titre alcalimétrique (TA) et Titre alcalimétrique complet (TAC)

La présente méthode d'essai a pour objet de déterminer l'alcalinité d'une eau par la mesure du titre alcalimétrique (TA) et du titre alcalimétrique complet (TAC).

L'opération est effectuée en utilisant un pH-mètre, une burette ou un dosimat.

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaires pour neutraliser, aux niveaux de pH 8.3 et 4.3, le volume d'eau à analyser. la première détermination sert à calculer le (TA), La seconde à calculer le (TAC).

Réactifs et matériel :

- **Acide chlorhydrique (HCl) concentré à 37 %.**
- **Solution d'acide chlorhydrique (HCl) à 0.01 N**

Diluer 0,82 ml de l'acide chlorhydrique concentré à 37 % et compléter à 1000 ml avec de l'eau distillée. Amener 100 ml d'eau à analyser au pH 4.3, soit V2 le volume total d'acide employé.

Si le pH est supérieur à 8.3 verser lentement l'acide chlorhydrique pour obtenir cette valeur, noter le volume V1.

Suivre les instructions de l'utilisation du PH mètre.

$$\mathbf{TA} = \frac{(V1 \times N \times 1000) \times \text{masse molaire des carbonates}}{V}$$

$$\mathbf{TAC} = \frac{(V2 \times N \times 1000) \times \text{masse molaire des carbonates}}{V}$$

Si l'eau contient des bicarbonates seulement donc : $TA = 0$

$$TAC = (HCO_3^-) \text{ mg/l} = V1 \times 61.$$

Si l'eau contient des carbonates et des bicarbonates donc :

$$TA = (CO_3^{2-}) \text{ mg/l} / 2 \text{ et } TAC = (HCO_3^-) \text{ mg/l} + 2TA.$$

Où ;

V est le volume en millilitres, de la prise d'essai (100) ml. (ADE_BISKRA)

V1 est le volume de la solution d'acide chlorhydrique (HCl) à 0,01 N versé de la burette.

V2 est le volume d'acide chlorhydrique en millilitres.

N est la normalité de la solution d'acide chlorhydrique = 0.01N.

Tableau 4.7 : Résultats des mesures de TA et TAC en mg/l de prélèvement :

N° forage	L'assel	Souareg	Kef Trab	Difel	Centre
TA mg/l	00	00	00	00	00
TAC (juin2022) mg/l	215	138	215	216	167
TAC (ANRH2018) mg/l	/	160	180	/	/

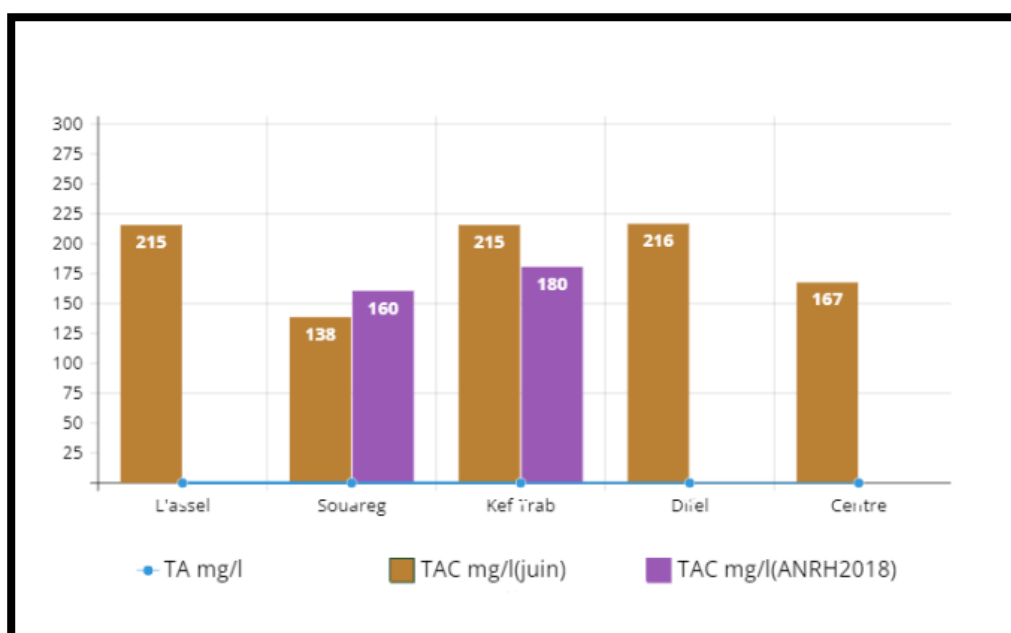


Figure 4.11 Graphe à colonnes de TA et TAC au point de prélèvement

Les résultats obtenus dans la gamme de 130 et 220 mg / l correspondent alors aux normes algériennes.

2.8 Détermination du Sodium Na^+ et potassium K^+ :

Déterminer les teneurs en sodium et en potassium par Le spectre photomètre de flamme



Figure4.12 Le spectre photomètre de flamme

Tableau 4.8 : Résultats des mesures du Sodium Na en mg/l de prélèvement :

N° forage	L'assel	Souareg	Kef Trab	Difel	Centre
Na^+ (juin2022)	401	420	460	445	308
Na^+ (ANRH2018) mg/l	/	197	385	/	/

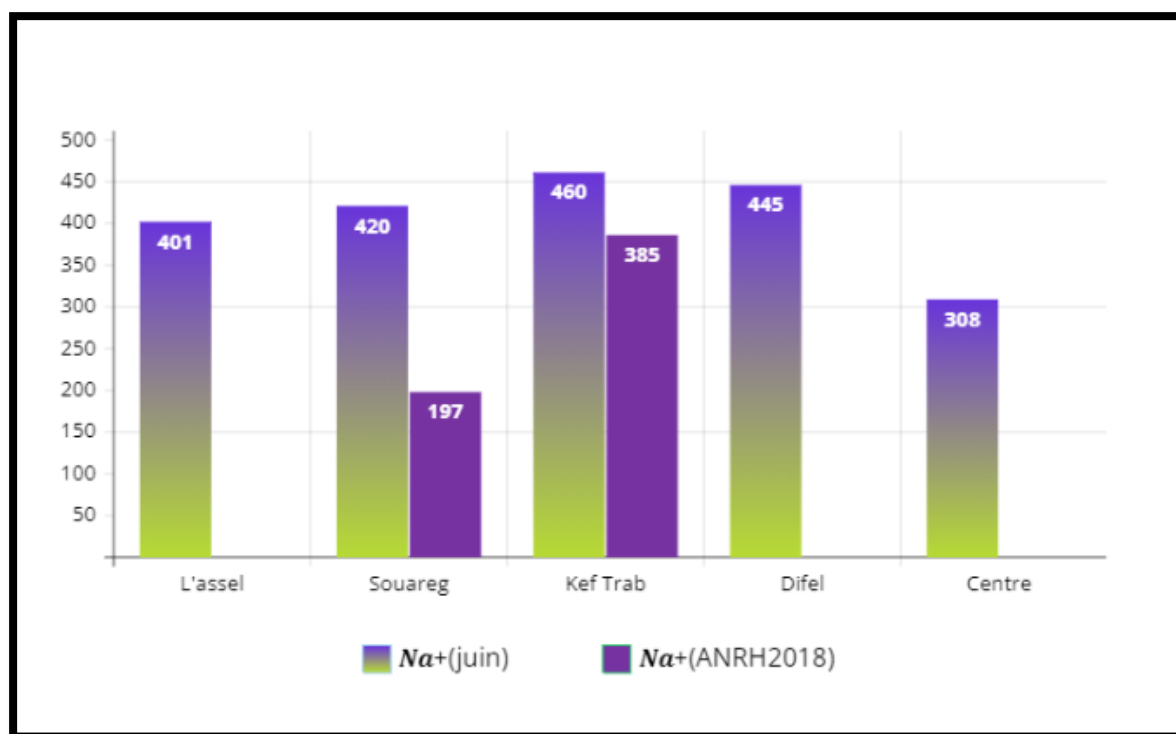


Figure 4.12 Graphe à colonnes du Sodium Na au point de prélèvement

Après avoir pris les résultats analysés des échantillons pour cinq puits, nous constatons que la teneur en sodium est de 200 mg / l, ce qui est. Le nombre spécifié dans les normes internationales et les normes algériennes les eaux très riches en sodium deviennent saumâtres, prennent un goût désagréable et ne peuvent pas être consommées (Rodier et al. 2005).

Tableau 4.8 : Résultats des mesures du potassium en mg/l de prélèvement :

N° forage	L'assel	Souareg	Kef Trab	Difel	Centre
K^+ (juin2022)	30	20	30	25	20
K^+ (ANRH2018) mg/l	/	39	30	/	/

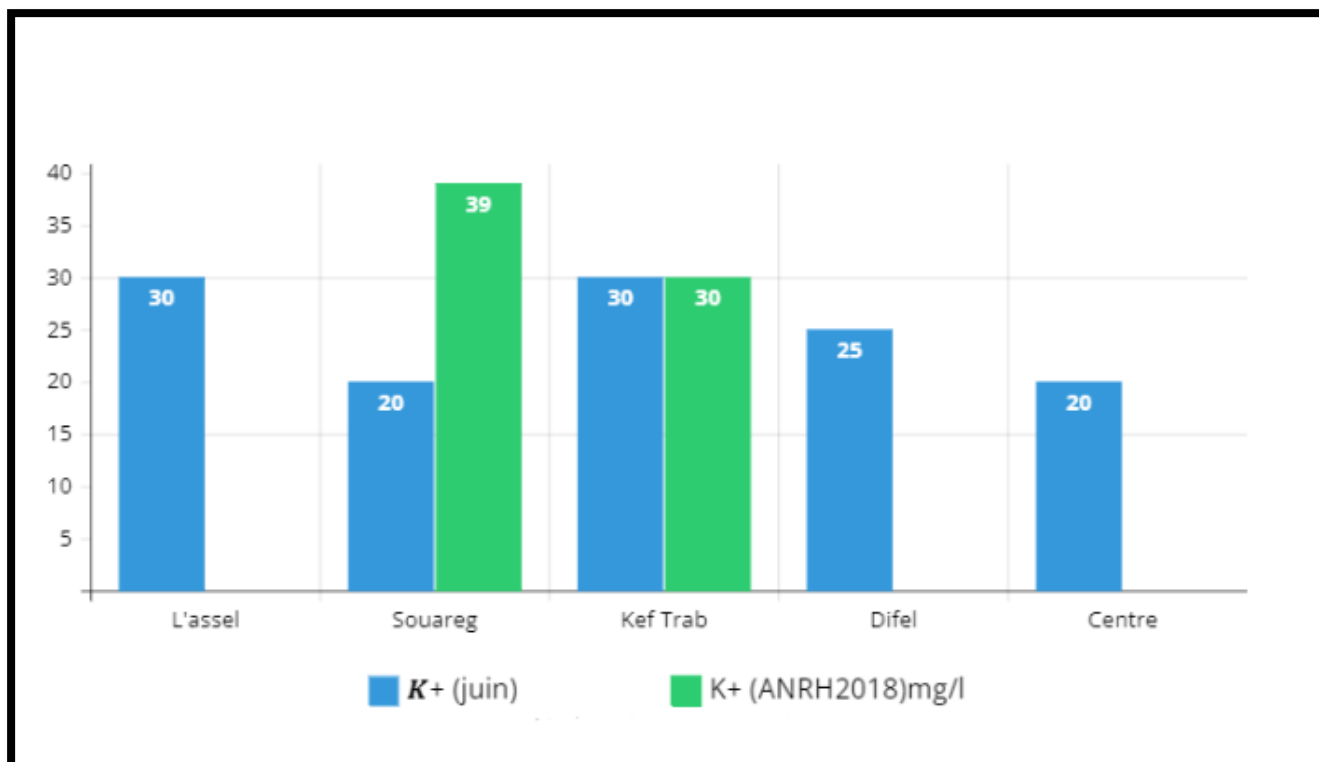


Figure4.13 Graphe à colonnes du potassium au point de prélèvement

Les résultats des échantillons prélevés et les avoir comparés aux échantillons précédents des années précédentes. On note une augmentation significative de sa teneur en potassium. Où il est indiqué. Normes internationales et normes algériennes.

2.9 Détermination du chlorure Cl^- :

On a déterminé le chlorure par la méthode titrimétrie pour le dosage des chlorures dissous dans l'eau (méthode de Mohr).

Réactifs :

- Solution de nitrate d'argent ($AgNO^3$) à 0,02 mol/l
- Solution d'indicateur de chromate de potassium (K_2CrO^4) à 100 g/l
- Solution étalon de chlorure de sodium (Na Cl) à 0.02 mol/l.
- Solution étalon de chlorure de sodium (Na Cl) à 0.02 mol/l
- Solution d'acide nitrique (HNO^3) à 0.1 mol/l
- Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 0.1 mol/l
- Carbonate de calcium ($CaCO^3$) ou mono hydrogénocarbonate de sodium ($NaHCO^3$) en poudre

Introduire 100 ml de l'échantillon dans une capsule en porcelaine blanche ou dans une fiole ou dans un bêcher conique, placé sur un fond blanc.

Ajouter 1 ml d'indicateur de chromate de potassium et titrer la solution par addition goutte à goutte de solution de nitrate d'Argent jusqu'à ce que la solution prenne une couleur rougeâtre. Après addition d'une goutte de solution de Chlorure de Sodium cette coloration doit disparaître.

Titrer une solution à blanc en utilisant 100 ml d'eau distillée à la place de l'échantillon pour essai. La valeur de l'essai à blanc ne devrait pas dépasser 0.2 ml de Nitrate d'Argent (**a**), dans le cas contraire, vérifier la pureté de l'eau.

La concentration en chlorure P Cl exprimée en milligrammes par litre, est donnée par formule

$$P_{Cl} = \frac{(V_s - V_b)}{V_a} \times C \times F$$

Où

- PCl : est la concentration en milligramme par litre de chlorure.
- Va : est le volume, en millilitres de l'échantillon pour essai (maximum 100 ml ; les dilutions doivent être prises en compte).
- Vb: est le volume, en millilitres de solution de Nitrates d'Argent utilisée pour le titrage de du blanc.
- Vs: est le volume, en millilitres de solution de Nitrates d'Argent utilisée pour le titrage de du l'échantillon.
- C: est la concentration réelle exprimée en moles d'AgNO₃ par litre, de la solution de Nitrate d'Argent.
- f : est le facteur de conversion f=35453 mg/mol (ADE_BISKRA)

Tableau 4.9 : Résultats des mesures du chlorure en mg/l de prélèvement :

N° forage	L'assel	Souareg	Kef Trab	Difel	Centre
<i>Cl-</i> (juin2022)	455	581	486	445	308
<i>Cl-</i> (ANRH2018) <i>mg/l</i>	/	540	570	/	/



Figure4.14 Graphe à colonnes du chlorure au point de prélèvement

Le pourcentage de chlorure est proche des normes algériennes, qui stipulent que le pourcentage ne dépasse pas 500 mg/l, sauf pour un puits de souireg, qui témoigne d'une augmentation du pourcentage de chlorure soit dans l'œil précédent ou l'échantillon actuel.

2.10 Détermination Sulfate SO_4^{2-} :

Les ions sulfates sont précipités et dosés à l'état de sulfate de baryum suivant la réaction :



Réactifs :

- Solution stabilisante
- Solution de chlorure de baryum ($BaCl^2$) à 0.01N
- Solution mère de sulfates à 1 g/l à partir de sulfate de sodium (Na^2SO_4)

Matériel

- Matériel courant de laboratoire (fioles, pipettes, béchers ...)
- Spectrophotomètre UV/Visible

- Agitateur magnétique (ADE_BISKRA)



Figure 4.15 Spectrophotomètre UV/Visible DR6000

Tableau 4.10 : Résultats des mesures du Sulfate en mg/l de prélèvement :

N° forage	L'assel	Souareg	Kef Trab	Difel	Centre
So4 ²⁻ (juin2022)	204	328	258	272	125
So4 ²⁻ (ANRH2018) mg/l	/	1018	849	/	/

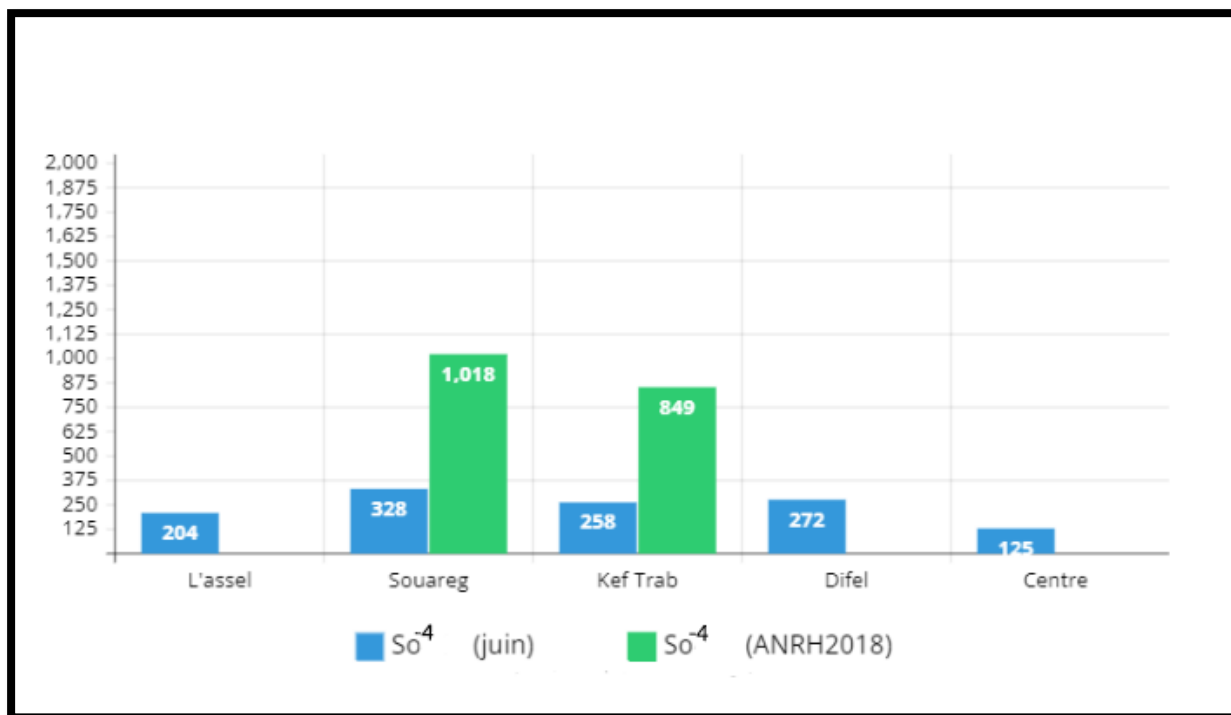


Figure 4.16 Graphe à colonnes du Sulfate au point de prélèvement

Après analyse des échantillons mesurés en laboratoire, nous constatons que le pourcentage de carbonates est conforme aux normes algériennes et internationales, donc on a remarqué ce le résultat de sulfate entre 849 à 1018 mg/l pour les deux puits l'étudié par ANRH donc cet résultat pas acceptable pour la consommation humaine puisqu'ils n'accèdent pas la norme algérienne fixé à 400 mg/l et celle de l'OMS fixée à 250 mg/L.

2.11 Détermination Fer :

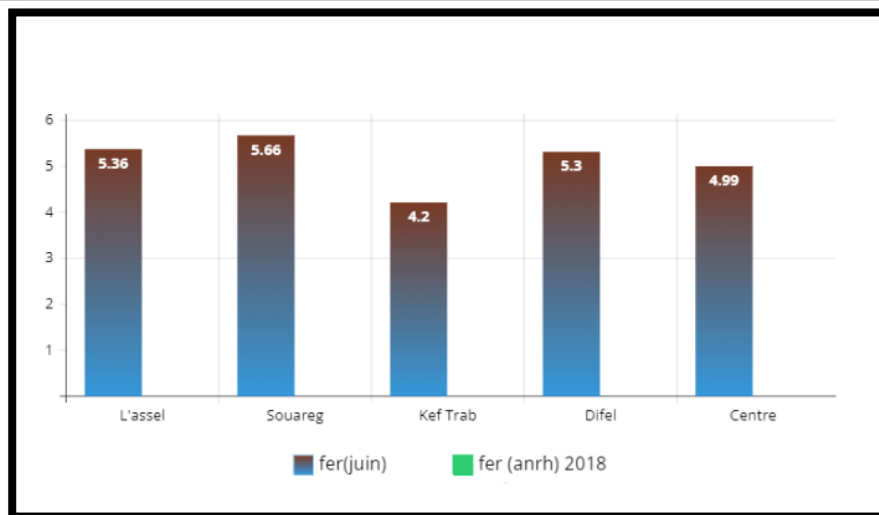
La présente méthode d'essai spécifie une méthode spectrométrique à la phénantroline pour le dosage du fer dans l'eau. Par Spectrophotomètre UV-Visible.

Réactifs :

- Solution d'acide chlorhydrique à 10%
- Solution de Peroxodisulfate de potassium à 40 g/l
- Solution de chlorhydrate d'hydroxylamine à 100 g/l
- Solution de phénantroline-1,10
- Solution tampon acétate
- Solution mère de fer correspondant à 1 g/l
- Solution intermédiaire (fille) de Fer correspondant à 10 mg/l (ADE_BISKRA)

Tableau 4.11 : Résultats des mesures du Fer en mg/l de prélèvement :

N° forage	L'assel	Souareg	Kef Trab	Difel	Centre
Fer (juin2022)	5.36	5.66	4.2	5.3	4.99
Fer (ANRH 2018)	/	/	/	/	/

**Figure 4.17** Graphe à colonnes du fer au point de prélèvement

Après l'analyse mesurée des échantillons, nous constatons que le taux de présence de fer dans les échantillons est très élevé par rapport aux normes internationales et algériennes.

2.12 Détermination Bicarbonate HCO_3^- :

Le bicarbonate dans l'eau provient de la dissolution du gaz carbonique dans les sources naturelles, les teneurs enregistrées, pendant la période d'observation, pour tous les échantillons des forages, nous avons donc dissous le dioxyde de carbone dans les sources naturellement, les bicarbonates entrent dans l'eau, et après étalonnage, nous trouvons les résultats de (tableau 4.12)

Tableau 4.12 : Résultats des mesures du Bicarbonate en mg/l :

N° forage	L'assel	Souareg	Kef Trab	Difel	Centre
HCO_3^- (juin2022)	262.3	140	262.3	263	203.7
HCO_3^- (ANRH 2018)	/	198	220	/	/

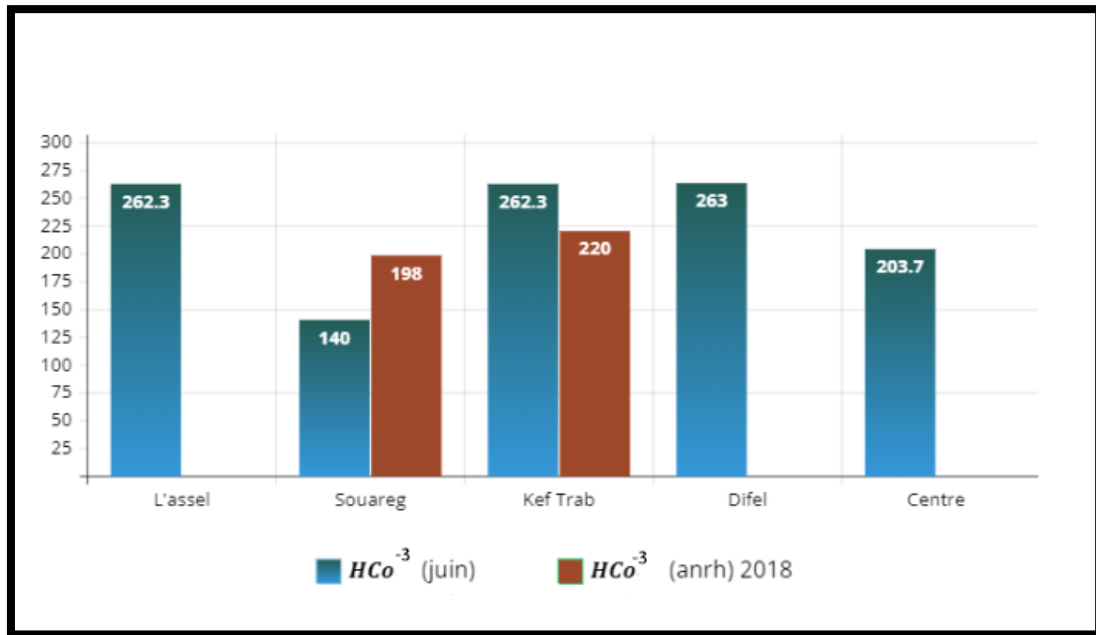


Figure 4.18 Graphe à colonnes du Bicarbonate au point de prélèvement

Après avoir effectué les analyses sur les cinq échantillons, nous constatons que le pourcentage de carbonates est relativement modéré, car la valeur la plus élevée atteint 263 mg/l, car la plupart des résultats sont proches de cette valeur en raison de la dissolution des roches carbonatées.

2.13 Détermination de l'Ammonium NH_4^+ :

On a utilisé spectrométrie d'absorption moléculaire pour le dosage d'ammonium. Mesurage spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

Les ions hypochlorite sont générés in situ par hydrolyse alcaline du sel de sodium du dichloroisocyanurate de sodium.

Réactifs :

- Réactif coloré
- Solution de Dichloroisocyanurate de sodium
- Solution mère étalon d'ammonium 100 mg/l
- Solution fille étalon d'ammonium 1 mg/l
- Solution de lavage (ADE_BISKRA)

Tableau 4.13 : Résultats des mesures de l'Ammonium NH_4^+ :

N° forage	L'assel	Souareg	Kef Trab	Difel	Centre
NH_4^+ (JUIN2022)	1.54	1.65	1.4	1.5	1.44
NH_4^+ (ANRH2018)	/	/	0.2	/	/

**Figure4.19** Graphe à colonnes de l'Ammonium NH_4^+

Après l'étude analytique des échantillons et la mesure du pourcentage d'ammonium dans l'eau, on constate une augmentation significative de son pourcentage selon les normes algériennes et internationales, qui stipulent un maximum de 0,5 mg/l. Ce qui prouve un pourcentage élevé.

2.14 Détermination du Nitrite NO_2^- :

On a déterminé le nitrite par l'appareil de mesure en mg/l Figure 4 par la méthode décrite le dosage des nitrites dans les eaux par spectrométrie d'absorption de muser.



Figure4.20 Appareille de mesure nitrite et nitrate (ADE_BISKRA)

Tableau 4.14 : Résultats des mesures du Nitrite NO_2^- en mg/l de prélèvement :

N° forage	L'assel	Souareg	Kef Trab	Difel	Centre
NO_2^- (JUN2022)	0.36	0.39	0.222	0.3	0.27
NO_2^- ANRH2018	/	/	0.2	/	/

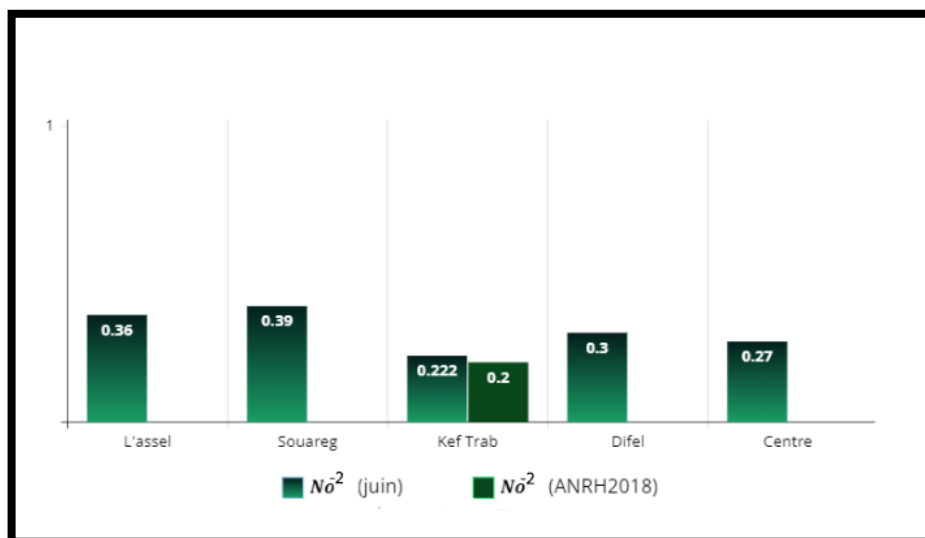


Figure4.21 Graphe à colonnes du Nitrite NO_2^-

Après analyse des cinq échantillons, on note une teneur en nitrites relativement modérée selon les normes internationales et algériennes.

2.15 Détermination du Nitrate No^{3-} :

On a déterminé le nitrate Par l'appareil de mesure on mg/l Figure 4.19 par la méthode est applicable pour le dosage des nitrates dans les eaux de distribution.

Tableau 4.15 : Résultats des mesures du Nitrate No^{3-} en mg/l de prélèvement :

N° forage	L'assel	Souareg	Kef Trab	Difel	Centre
No^{3-} (juin 2022)	14	10.5	17	22	16
No^{3-} ANRH2018	/	3.01	0.9	/	/

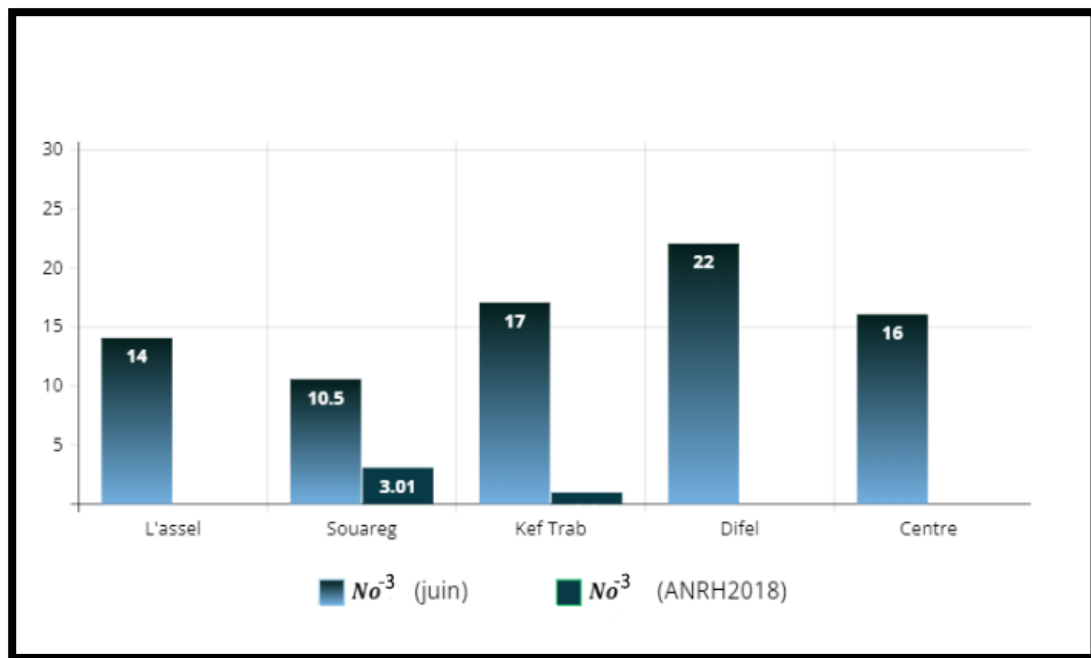


Figure 4.22 Graphe à colonnes du Nitrate No^{3-} au point de prélèvement

Après avoir testé les échantillons en laboratoire, nous constatons que la proportion de nitrates est légèrement, ces concentrations sont d'une manière générale acceptable.

3 Facies chimique pour les paramètres physico-chimiques des forages :

3.1 Classification de Piper :

Après la distribution de l'eau de puits dans le schéma Piper, il est possible de déterminer la position relative des anions et des cations contenus respectivement dans ces eaux, la figure suivante montre le diagramme de Piper, campagne de juin 2022, pour des échantillons d'eau provenant de puits dans wilaya de ouled djellal.

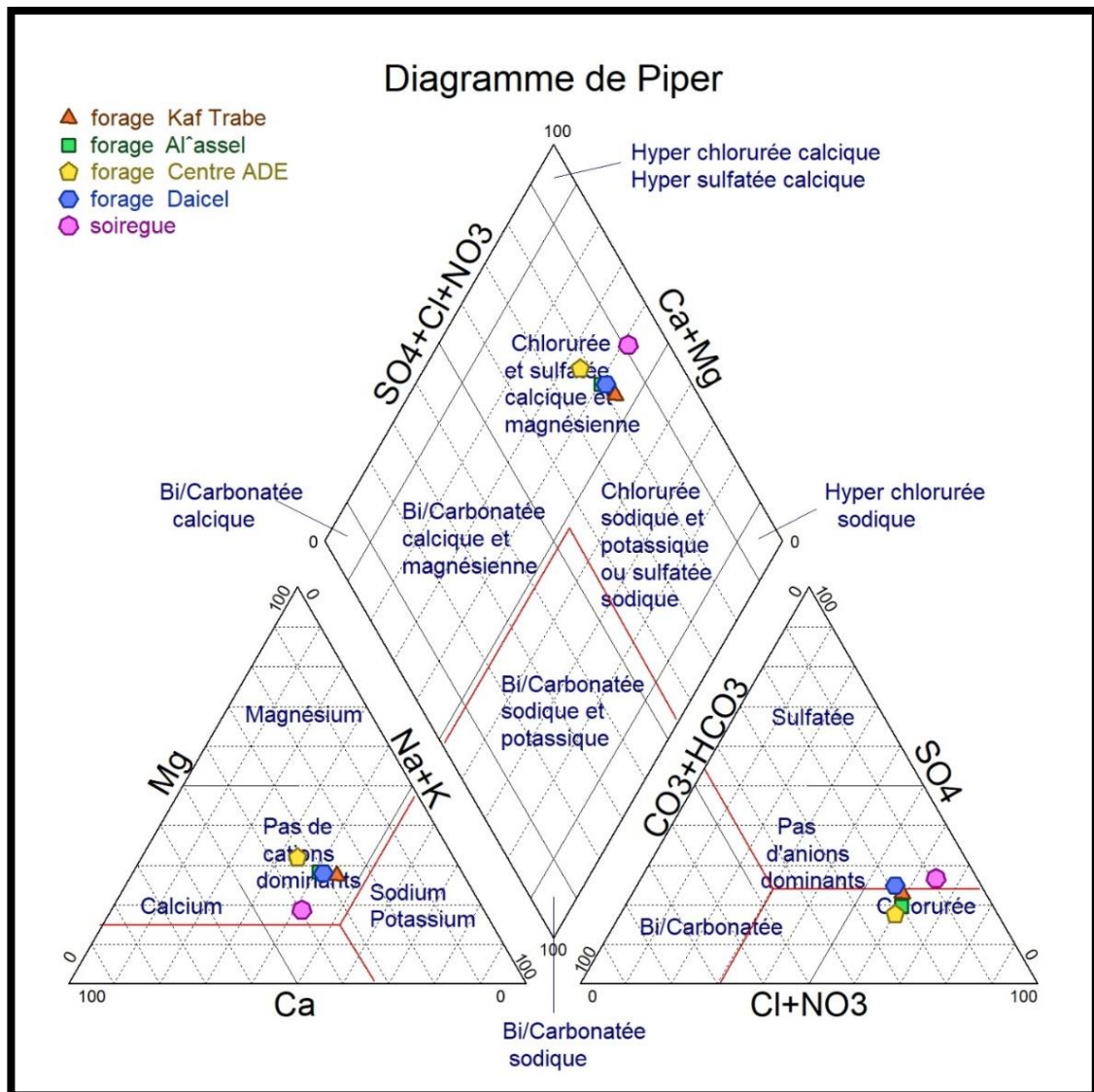


Figure 4.23 Diagramme de Piper des eaux de la nappe (Région d'ouled djellal, JUIN 2022)

La caractérisation de la chimie de l'eau analysée avec des caractéristiques calcium-magnésium chlorées et sulfatées avec une légère tendance à la migration. Il n'y a pas des cations dominant pour les quatre échantillons analysés alors que l'échantillon de souarege a migré vers bas et le chlorure est l'anion prédominant pour la majorité de l'eau analysée.

3.2 Classification de Schoëller-Berkaloff :

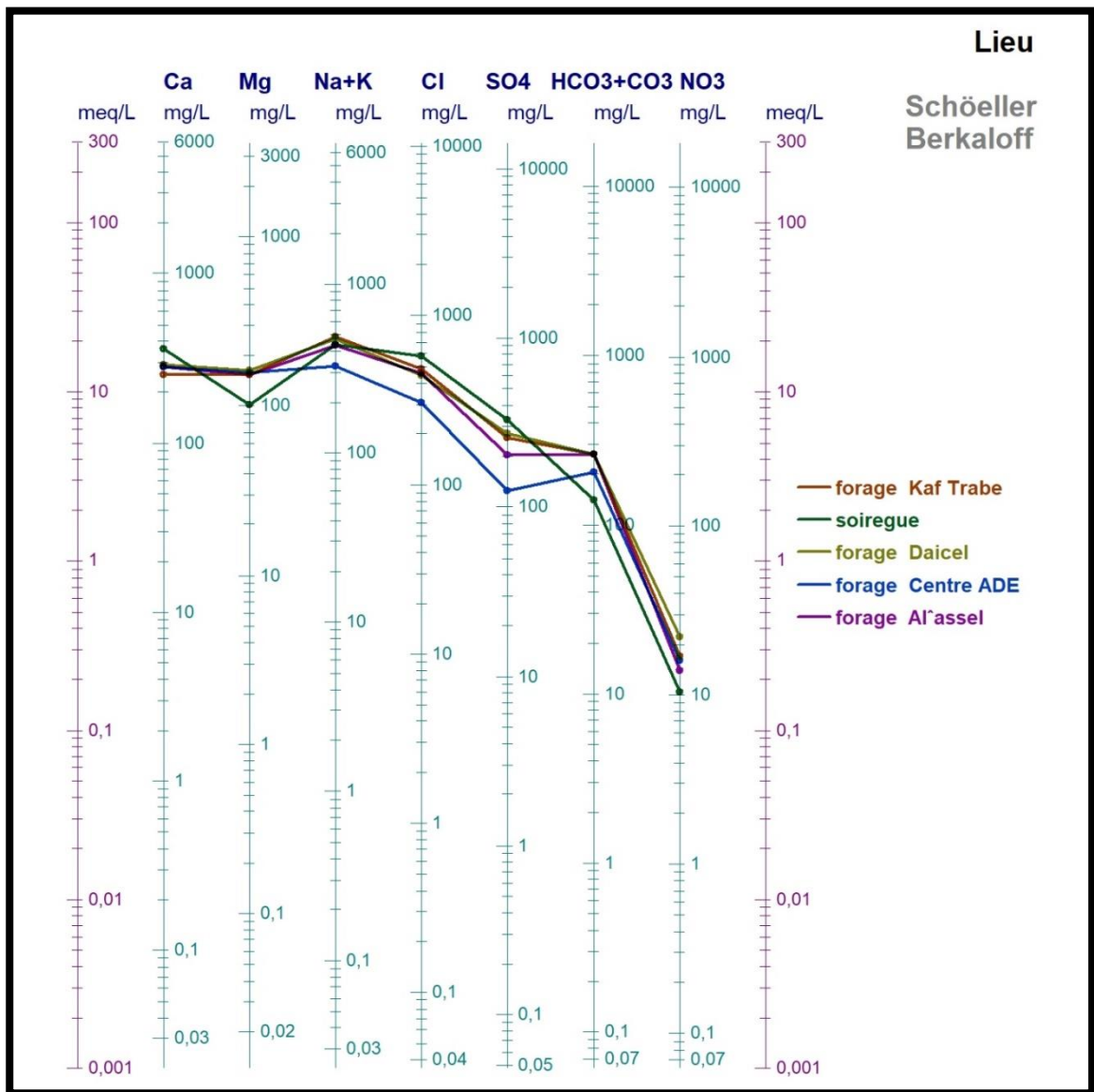


Figure 4.24 : Diagramme de Schoeller Berkaloff des eaux de la nappe (Région d'ouled djellal, JUIN 2022)

Nous notons que l'échantillon du puits souareg présente une forte augmentation du rapport potassium / sodium, ainsi qu'une forte augmentation du rapport chlore / potassium, contrairement à d'autres puits qui ont une faible teneur en magnésium et une teneur élevée et élevée en calcium, en ce qui concerne le puits de la ville désigné, nous notons une nette diminution du rapport des nitrates ainsi que du potassium avec le sodium et seulement une augmentation par rapport aux autres puits du rapport du magnésium et du calcium.

3.3 Les rapports caractéristiques :

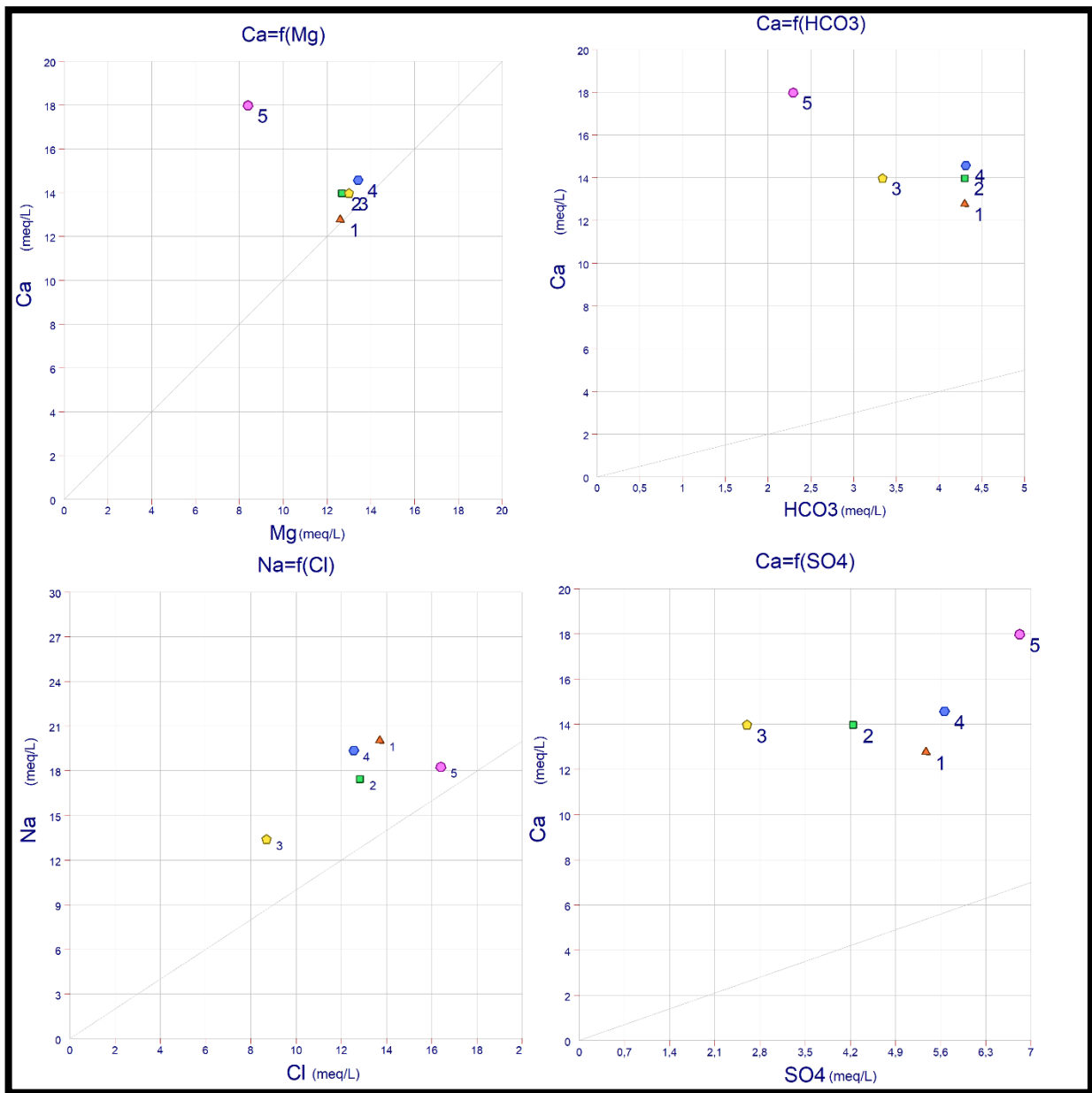


Figure 4.25 : Les rapports caractéristiques

Rapport Na^+/Cl^- ; le rapport Ca^{++}/SO_4^{--} : le rapport Ca^{++}/HCO_3^- le rapport Ca^{++}/Mg^{++}

On a remarqué cette courbe les rapports caractéristiques que le rapport du calcium par rapport au magnésium, une augmentation significative de la teneur en calcium des parois .et une diminution du pourcentage de magnésium par rapport aux autres puits quand on voit le rapport du calcium parois des bicarbonates, on constate une diminution, et plus le calcium est élevé par rapport au puits de vos murs as ainsi que la hauteur pour le chlore, comparé au sodium, c'est un grand échantillon, et aussi lorsque nous comparons le rapport calcium / sulfate, nous remarquons un rapport significativement plus élevé avec le puits de l'échantillon.

3.4 Diagramme de Riverside :

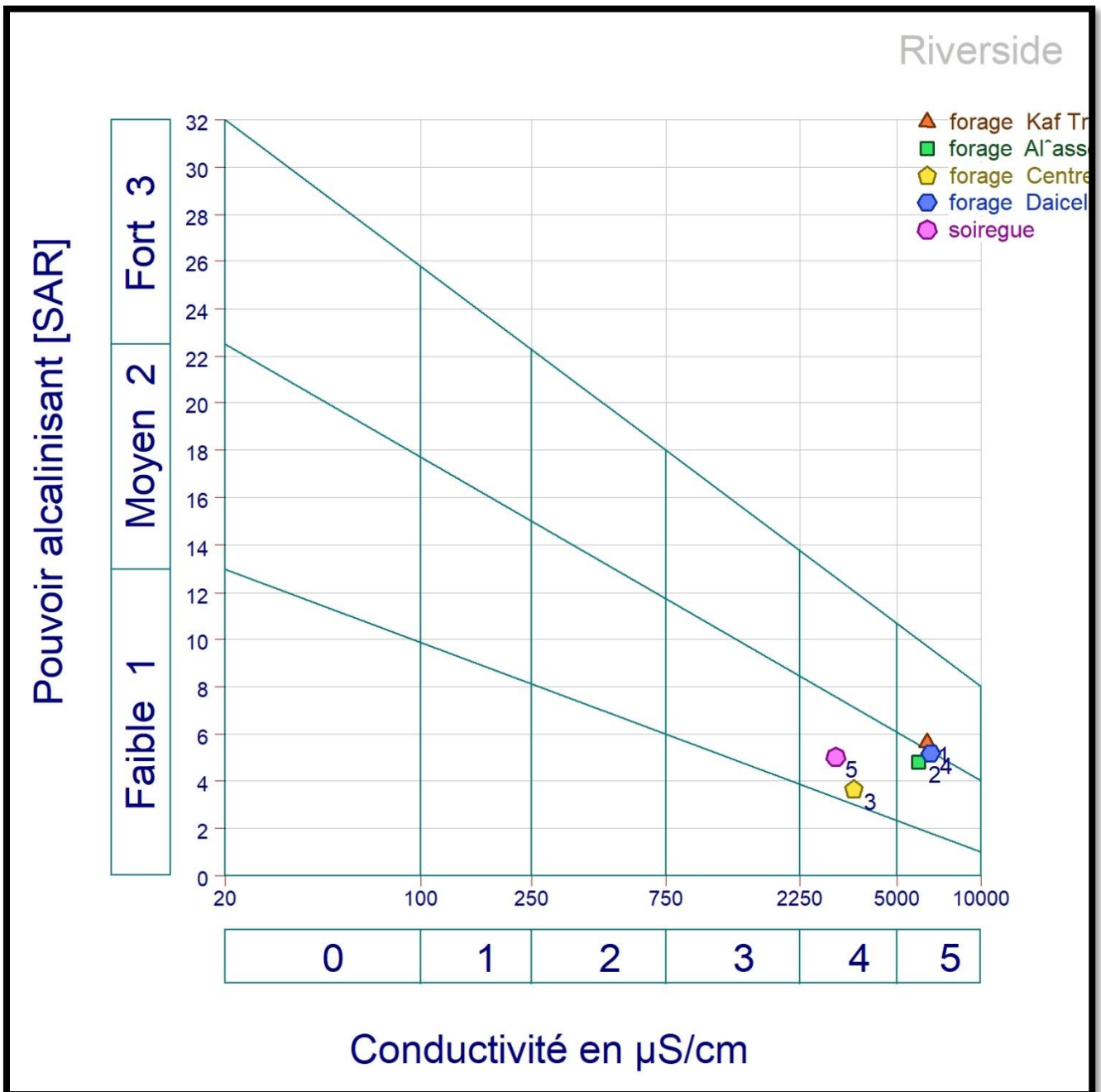


Figure 4.26 Diagramme de Richards : classification des eaux d'irrigation en fonction du S.A.R

Je note qu'il y a cinq puits, qu'elles ont des conductivités très fortes et sont impropres pour les utilisations agricoles, après la comparaison avec Classification des eaux d'irrigation en fonction de la C.E et du S.A.R.

4 Conclusion :

L'objectif de l'étude était d'étudier les échantillons prélevés en juin et les données des dernières années pour analyse, et l'étude de la qualité de l'eau pour les puits d'une région d'ouled djellal été comparées aux normes algériennes et internationales et par classification de Piper et classification de Schoëller-Berkaloff et diagramme de Riverside, ces eaux sont trop salées et la concentration des éléments majeurs dépasse les normes de potabilité de l'OMS, ce laisse confirmer la mauvaise qualité de ces eaux pour la consommation humaine.

Conclusion Général

L'objectif principal de travail était d'étudier et de comparer les propriétés physico-chimiques liées à la qualité des eaux souterraines destinées à la consommation dans l'état d'ouled Djellal.

Dans le premier chapitre, l'étude fournit une synthèse générale et la direction des ressources d'eaux de wilaya d'Ouled Djellal et les services technique hydraulique d'où la protection et l'exploitation des ressources en eau de la région.


Le deuxième chapitre a été consacré pour une étude générale sur les ressources en eau tel que leur qualité d'eaux et leurs natures hydrogéologiques, géologie et les caractéristiques des forages albiennes dans la zone d'ouled Djellal.

Au cours de ce travail, on a pu définir la qualité des eaux de la nappe vérifier et d'analyser des informations physico-chimique avec la révision des normes internationales d'OMS et les normes algériennes.

Au cours du quatrième chapitre, les propriétés physico-chimiques de wilaya d'ouled djellal ont été étudiées avec la comparaison des échantillons qu'ils ont été effectués par classification de piper et classification de Schoëller-Berkaloff et diagramme de Riverside d'une façon générale, pour les nappes albiennes l'éocène inférieur, les caractéristiques minérales des eaux sont apparues médiocres avec parfois des valeurs non conformes aux normes de potabilité.

Annexes

Annexe 01 : Tableau 1 : les résultats d'analyse forage de souareg (ANRH2018) :



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة الموارد المائية
MINISTÈRE DES RESSOURCES EN EAU

الوكالة الوطنية للموارد المائية
AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

Créée par décret N° 81 / 167 du 25 juillet 1981 - Compte Trésorerie d'Alger N° 0019600065 de 59

N° 507 ANRH/DCES/2018 Alger le : 12/02/2018

Demandeur : Mr Amrane (dpt hydrogeologie)
Analyse demandée : Analyse fondamentale
Date de réception : 08/02/18
Date de prélèvement : 05/02/2018
N° de laboratoire : 24
Désignation : Forage F2 ESSOUAREG OULED DJELLAL W, BISKRA


المكاتب

RESULTATS D'ANALYSE

PARAMETRES PHYSICO - CHIMIQUES	RESULTATS "R"	VALEUR MAXIMALE ADMISSIBLE
PH	6,37	> 6,5 ≤ 8,5
Conductivité (ms/cm)	3,90	2,80
Turbidité eau brute (ntu)		2,00
Turbidité eau déc. (ntu)		2,00
Résidu sec à 110° (mg/l)	2589	2000
MINERALISATION GLOBALE		
	RESULTATS "R"	VALEUR MAXIMALE ADMISSIBLE
Calcium Ca ++ (mg/l)	545	200,00
Magnésium Mg ++ (mg/l)	93	150,00
Sodium Na + (mg/l)	179,0	200,00
Potassium K + (mg/l)	39,00	20,00
Chlorure Cl - (mg/l)	540	500,00
Sulfate SO4 -- (mg/l)	1018	400,00
Bicarbonate HCO3 - (mg/l)	198	-
Carbonate CO3 -- (mg/l)	0,00	-
Silice SiO2 (mg/l)		-
TH (°F)	175	-
TAC (°F)	16	-
TA (°F)	0	-
PARAMETRES DE POLLUTION		
	RESULTATS "R"	VALEUR MAXIMALE ADMISSIBLE
Ammonium NH4 + (mg/l)		0,50
Nitrite NO2 - (mg/l)		0,10
Nitrate NO3 - (mg/l)	3,01	50,00
O.Phosphates PO4 --- (mg/l)		0,50
Fluorure F - (mg/l)		1,50
Matières Organiques (mg/l O2)		3,5


INTERPRETATION: eau fortement minéralisée, la teneur en sel s'élevant à 2900 mg/l, cette eau ne répond pas aux normes de potabilité.

NB: Les résultats d'analyses sont donnés sous toutes réserves dans la mesure où le prélèvement n'a pas été effectué par nos services.



ANRH : 40, Avenue Mohammadi - Bir Mourad Rais - Alger الجزائر - بئر مراد رايس - 40، طريق محمدى
Tél. : 213 (0) 21.54.25.58 - Fax. : 213 (0) 21.54.25.42 - E-mail: contact@anrh.dz - site web: www.anrh.dz

Annexe 02 : Tableau 2 : les résultats d'analyse forage de KAF TRAAB (ANRH2018) :



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة الموارد المائية
MINISTÈRE DES RESSOURCES EN EAU

الوكالة الوطنية للموارد المائية
AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

Créée par décret N° 81 / 167 du 25 juillet 1981 - Compte Trésorerie d'Alger N° 4019400065 dé 59


N° 10 ANRH/DCES/2018 Alger le : 31/12/2018

Demandeur : Mr Amrane (DPT Hydrogéologie)
Analyse demandée : Analyse complète
Date de réception : 08/11/18
Date de prélèvement : ~~08/11/18~~ 04/11/18
N° de laboratoire : 334
Désignation : forage F1 KEF TRAB OULED DJELLAL

RESULTATS D'ANALYSE

PARAMETRES PHYSICO - CHIMIQUES	RESULTATS "R"	VALEUR MAXIMALE ADMISSIBLE
PH	7,56	6,5 < R < 8,5
Conductivité (ms/cm)	3,76	2,80
Turbidité eau brute (ntu)	1,51	2,00
Turbidité eau déc. (ntu)	0,49	-
Residu sec à 110° (mg/l)	2271	2000
MINERALISATION GLOBALE	RESULTATS "R"	VALEUR MAXIMALE ADMISSIBLE
Calcium Ca ++ (mg/l)	315	200,00
Magnésium Mg ++ (mg/l)	80	150,00
Sodium Na + (mg/l)	385,0	200,00
Potassium K + (mg/l)	30,00	20,00
Chlorure Cl - (mg/l)	570	500,00
Sulfate SO4 -- (mg/l)	849	400,00
Bicarbonate HCO3 - (mg/l)	220	-
Carbonate CO3 -- (mg/l)	0,00	-
Silice SiO2 (mg/l)	26,10	-
TH (°F)	112	-
TAC (°F)	18	-
TA (°F)	0	-
PARAMETRES DE POLLUTION	RESULTATS "R"	VALEUR MAXIMALE ADMISSIBLE
Ammonium NH4 + (mg/l)	0,20	0,50
Nitrite NO2 - (mg/l)	0,02	0,10
Nitrate NO3 - (mg/l)	0,90	50,00
O. Phosphates PO4 --- (mg/l)	0,05	0,50
Fluorure F - (mg/l)		1,50
Matières Organiques (mg/l O2)	1,10	3,5

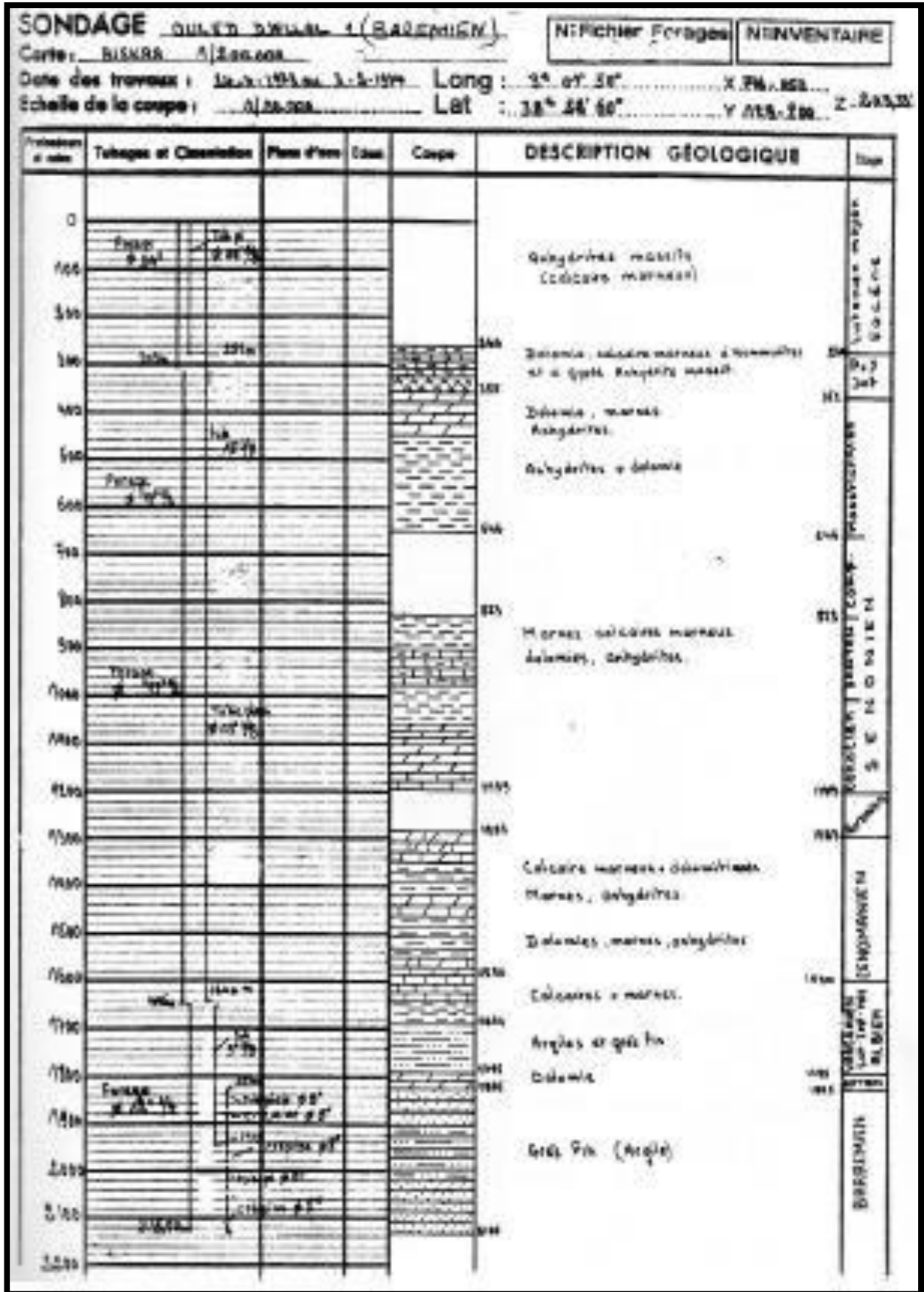
INTERPRETATION :
Pour les paramètres demandés, cette eau est riche en calcium, Sodium, potassium, mais trop chargée en sulfates, par conséquent, elle doit subir un traitement pour être consommable.



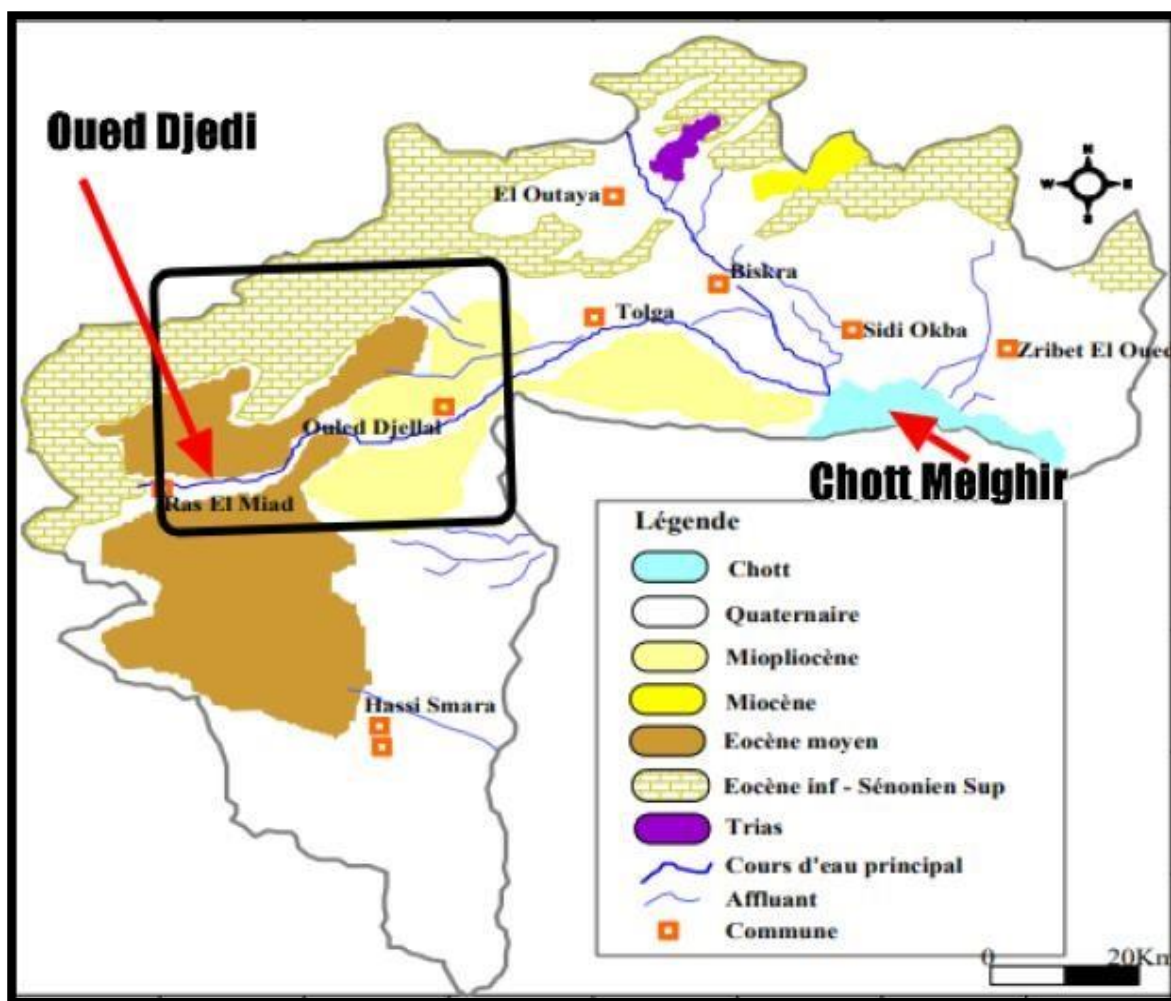
 Chef de service
[Signature]

ANRH : 40, Avenue Mohammedi - Bir Mourad Rais - Alger
 و.و.م.م. : 40, نهج محمدني - بنز مر المراد ريس - الجزائر
 Tél. : 213(0) 23.54.04.70 - Fax. : 213(0) 23.54.04.29 - E-mail: anrh@anrh.dz - site web : www.anrh.dz

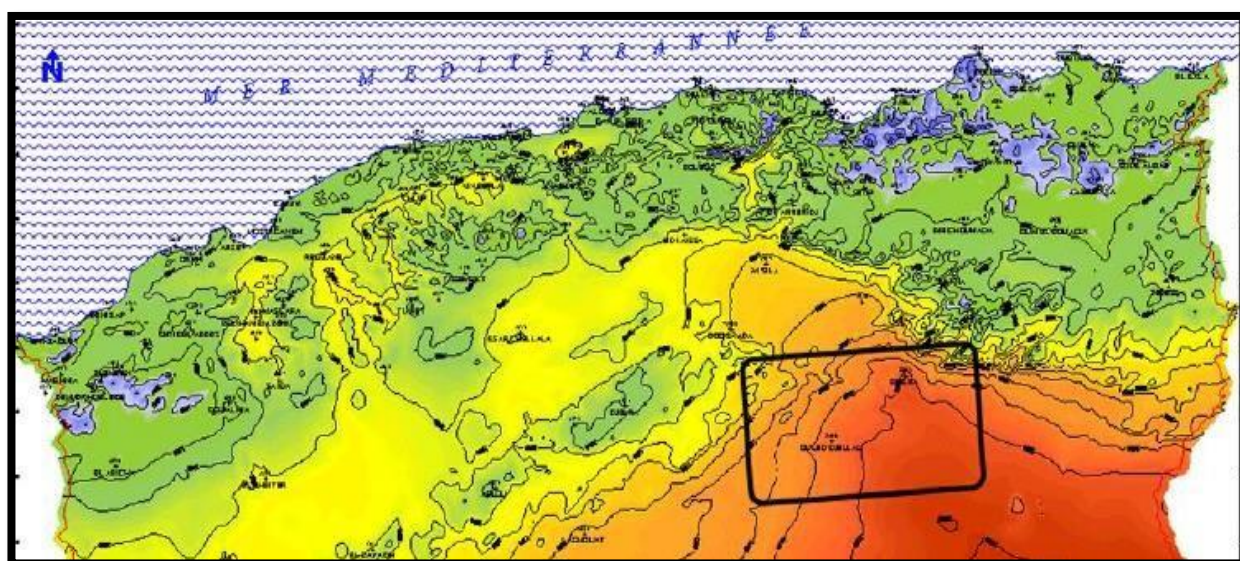
Annexe 03 : Tableau 3 : SONDAGE de forage de centre (ANRH)



Annexe 04 : La carte d'esquisse géologie de la région de la wilaya de Biskra :(SEDRATI.N)



Annexe 05 : Carte d'évapotranspiration du nord Algérien. (www.ANRH.dz)



Références bibliographiques

- [1] **Direction des ressources en l'eau wilaya de Oulade Djellal 2022**
- [2] **ADE (Algérien Des Eaux), 2010.** Compte-rendu d'enquête sur l'exploitation et les demandes d'AEP dans la Wilaya d'Oulade Djellal, 4p.
- [3] **A.N.R.H (2022).** Ressources en eau et en sols de BISKRA, rapport.
- [4] **A.N.R.H (2018).** Ressources en eau et en sols de BISKRA, rapport.
- [5] **CIE 2013** Uploaded by Sheryll Paciello Date uploaded on Feb 25, 2021
- [6] **Earth explorer** dark map card
- [7] **Serves Agricole Biskra 2022**
- [9] **Vanishing GitHub 2022**
- [10] **Lahllali.A (2019),** ETUDE DE FAISABILITE D'UN BARRAGEINFERO-FLUX sur OUED DJEDI A OULED DJELLEL (DE LA WILAYA de biskra), Memoir de Master, Université Mohamed khider –Biskra, Faculté des Sciences et de la Technologies, hydraulique urbaine
- [11] **O.M.S (1972).** Normes internationales applicables à l'eau de boisson, Genève.
- [12] **O.M.S (1985).** Fluor et fluorures, Critères d'hygiène de l'environnement, 36, Organisation mondiale de la santé, Genève, 150pp.
- [13] **RODIER J. (1984).** L'analyse de l'eau ; Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 7ème Edition, Ed. Dunod, Paris.
- [14] **RPDE 2007**
- [15] **Sources/Usage:** Public Domain.
- [16] **Desjardins, 1997 ; OFEFP, 2003**
- [17] **les agences de l'eau -ONEMA-**
- [18] **MOHAMED. A, (2012),** Approches hydrodynamique et géochimique de la recharge de la nappe du Trarza, sud-ouest de la Mauritanie Hydrodynamique and géochemical

approaches of Trarza groundwater recharge, South-western Mauritanie, THÈSE DE DOCTORAT, UNIVERSITE PARIS-SUD, ÉCOLE DOCTORALE : MIPEGE

[19] **Aissaoui, A ;(2016) : HYDROLOGIE ET HYDROLOGIE DU BASSIN VERSANT DE L'OUED M'ZI (LAGHOUAT, ALGERIE).**

[20] **TRAVI Y. (1993).** Hydrogéologie et hydrochimie des aquifères du Sénégal hydrochimie

[21] (**Neeson, 1978 ; Chabour Nabil,2006).** **Nesson C. (1975) : L'évolution des ressources hydrauliques dans les oasis du Bas-Sahara algérien ; Recherches sur l'Algérie. Mémoires et documents. Service de doc. Et de cartographie géographique. CNRS. Nouvelle série, V17. pp. 7- 99.**

[22] **Les eaux souterraines eau-adour-garonne**

[23] ***D'après F. Laroque ENSEGID***

[24] ***JOEL. G2003***

[25] **Humbert et Pommier, 1988 in Tarik, 2005).**

[26] **Piper A. M., 1944. "A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses». Transactions American Geophysical Union, 25, 914-928.**

ملخص :

تعد الموارد المائية من العناصر الأساسية حيث هي المطلب الأول للمجتمع فبدون ماء لا لوجود الحياة وبدوره يجب استغلال هذا المورد حسن الاستغلال ومن الاستغلايات التي يوجب استغلالها للمياه الجوفية خصوصا إذا كانت بكميات استغلالها كبيرة و هذا من ملخص دراستنا حيث أن منطقة ولاد جلال تسخر بمنسوب ومورد كبير للمياه الباطنية ولا يتمحسن الاستغلال وهذا لخصائصها الكيميائية والفيزيائية ودرجة حرارتها المرتفعة التي يخرج بها لذلك قمنا بإجراء دراسة تحليلية لطبقة المياه الألبانية الموجودة. □

كلمات مفتاحية: الخصائص الفيزيائية والكيميائية /المياه الابيانية/ولاد جلال

Abstract:

Water resources are one of the basic elements, as they are the first requirement of society, without water, there is no life, and in turn, this resource must be exploited well, and one of the exploits that must be exploited for groundwater, especially if it is in large quantities, and this is from the summary of our study, as the region of OULAD DJELLAL harnesses a large resource of underground water and is not done. This is due to its chemical and physical properties and the high temperature at which it comes out, so we conducted an analytical study of the existing Albanian water Albien, the physical and chemical properties of each well outlet have.

Keywords: physical and chemical properties / water Albien /Oulad Djellal

Résumé :

Les ressources en eau sont l'un des éléments de base, car elles sont la première exigence de la société, sans eau, il n'y a pas de vie, et à son tour, cette ressource doit être bien exploitée, et l'un des exploits qui doit être exploité pour les eaux souterraines, surtout si elles sont en grande quantité, et cela ressort du résumé de notre étude, car la région de Oulad Djellal exploite une grande ressource en eau souterraine et ne se fait pas, cela est dû à ses propriétés chimiques et physiques et à la température élevée à laquelle il sort, nous avons donc mené une étude analytique de la couche d'eau albanaise existante. Les propriétés physiques et chimiques de chaque sortie de puits ont.

Mots clés : Paramètres physico-chimiques /l'eau Albien/Oulad Djellal