



Mémoire Master Académique

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie Fondamentale et Appliquée

Présenté par :

OUNISSI Rayane

OUNISSI Kamilia

Thème

Aptitude des eaux du barrage de BABAR (W.Khenchela) à l'irrigation

Devant le jury :

Présidente : BERKANI Cherifa MCB Université Abbes laghrour Khenchela

Encadrante : MEZHOUD Amel MAA Université Abbes laghrour Khenchela

Examinatrice : LAKHDARI Somia MAA Université Abbes laghrour Khenchela

Année 2021/2022

Remerciements

***Après avoir rendu grâce à dieu le tout puissant et le
miséricordieux.***

***Nous tenons à remercier et à exprimer notre reconnaissance
et nos remerciements les plus sincères à:***

***Nos sentiments de profonde gratitude vont à **Mme
MEZHOUD Amel**, pour avoir dirigé ce travail, et pour la
confiance et l'intérêt qu'il nous a témoigné tout au long
de ce travail, pour son dévouement, sa disponibilité et
ses conseils judicieux pour nous***

***Nos vifs remerciements vont également aux membres
du jury **Dr.Berkani.ch/ Dr.lakhedhari.S** pour l'honneur
qu'ils nous font pour avoir accepté d'évaluer notre travail
et de L'enrichir par leurs propositions.***

***Nous adressons nos Remerciements à tout le personnel
du laboratoire de l'ADE de kenchela de nous avoir bien
accueilles durant notre période du stage.***

***Enfin, nous désirons remercier nos familles et nos amis et
camarades qui nous ont apporté leur soutien incessant
pendant toute la durée du Travail.***



Dédicace

À ma chère mère , pour tous leurs sacrifice, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prière tout au long de mes études,

Je t'aime MAMA

Dédié à l'âme Pure de mon père que dieu lui fasse miséricorde et le place dans ses paradis.

À ma chère sœur Rayane

À mes chers frères, Karim, Djihad , pour leur appui et leur encouragement

À Tous Mes amis

À toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,

À Rayen pour ses efforts à terminer ce travail

Merci d'être toujours là pour moi.

Ounissi Kamilia



Dédicace

A ma chère maman en guise de gratitude pour tous leur sacrifices, soutien, confiance, compréhension et amour. Vous êtes les êtres la plus chère à mon cœur, aucun mot ne pourra exprimer ma gratitude et mon estime pour vous.

Dédié à l'âme Pure de mon père que dieu lui fasse miséricorde et le place dans ses paradis.

A mes très chers frères: Karim et Djihad, qui je souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de réussite.

A toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.

A tous ceux qui me sont chers.

Je dédiee modeste travail

Ounissi Rayane

A decorative pink scroll graphic with a light pink background and a darker pink border. The scroll is unrolled in the center, with the word 'Sommaire' written in a bold, black, serif font. The left and right ends of the scroll are rolled up, showing a grey inner layer.

Sommaire

Sommaire

Sommaire

Introduction Générale.....	1
Chapitre I Synthèse Bibliographique	3
Introduction	4
1-Importance de l'irrigation	4
2-Les ressource en eau pour l'irrigation	4
2-1- Les eaux souterraines	4
2-2-Les eaux de surface	5
3-Les indicateurs de qualité	5
3-1-1-Couleur de l'eau	5
3-1-2-Odeur et goût	6
4-Paramètres physico-chimiques	6
4-1-Les paramètres physiques	6
4-1-1-Température.....	6
4-1-2-Potentiel d'hydrogène.....	7
4-1-3-Conductivité électrique.....	7
4-1-4-Turbidité	8
4-1-5-Matières en suspension.....	8
4-1-6-Résidus Secs	8
4-2-Les paramètres chimiques	9
4-2-1-Les anions	9
4-2-2-Les cations	10
4-3-Les paramètres relatifs à la pollution.....	12
4-3-1-Composés azotés	12
Chapitre II Matériel et Méthodes	15
Première Partie.....	16
Situation géographique	16

Sommaire

5-Localisation géographique de la région d'étude	17
6-Approche géologique	18
6-1-Le Crétacé supérieur	18
6-2-Le Crétacé moyen	19
6-3-Le Crétacé inférieur	19
6-4-Le Quaternaire	20
7-Climatologie.....	21
7-1-Caractéristique climatologique	22
7-1-1-Précipitations	22
7-1-2-Température.....	23
7-2-Synthèse climatique	24
7-2-1-Indice d'aridité et de Martonne(1926).....	24
7-2-2-Climagramme d'Emberger	26
7-2-3-Indice ombrothermique de gaussen et Bagnouls	27
- Une période humide qui commence fin octobre et se termine et début d'avril.	28
Deuxième Partie Matériel et Méthodes	29
Partie 02 : Matériel et Méthodes	30
Introduction	30
8-Modes de prélèvements et méthodes d'analyse	30
8-1-Prélèvements	30
8-2-Echantillonnage d'eau.....	31
En laboratoire	31
9-Analyses organoleptiques	31
10-Etude des paramètres physiques	32
10-1-Analyses électrochimique	32
10-1-1-Potentiel en hydrogène	32
Mode opératoire.....	32

Sommaire

10-1-2-Conductivité électrique.....	32
10-1-3-La turbidité	33
Mode opératoire.....	33
10-1-4-Détermination de matière en suspension	33
10-2-Les paramètres de pollution	33
10-2-1-Ammonium.....	33
10-2-2-Nitrites	33
10-2-4-Phosphates	34
10-2-5-La matière organique	34
11-Etude des paramètres chimiques.....	35
11-1-Calcium.....	35
11-2-Magnésium.....	35
11-3-Chlorure	35
11-4-Bicarbonates.....	36
11-5-Sodium	36
11-6-Sulfate	37
Chapitre III Résultats et discussion	38
Introduction	39
12-Résultats et discussion	39
12-1-Mesure physico-chimique.....	39
12-1-1-Potentiel d'hydrogène.....	39
12-2- L'analyse des éléments chimiques	42
12-2-1-L'ammonium	42
12-3-Les éléments majeurs.....	46
12-3-1-Les cations.....	46
12-3-1-1-Calcium	46
12-3-1-2-Le magnésium	47

Sommaire

12-3-1-3-Sodium	48
12-3-Les éléments organiques	52
12-3-1-La matière organique	52
13-Détermination des principaux faciès hydro-chimiques	52
14-Représentation graphique des faciès hydro-chimiques.....	53
14-1-Diagramme de Piper	53
14-2-Diagramme de SCHOELLER-BERKALOFF	54
15-Aptitude à l'irrigation des eaux de la région de Babar	56
15-1-Classification de Riverside	56
Conclusion générale	59
Références bibliographiques	62
Résumé	70

A decorative pink border that resembles a scroll, with rounded corners and a vertical strip on the left side.

Liste des Figures

Liste des Figures

Figure 1: Carte de la situation géographique de la région d'étude.....	18
Figure 2: La géologie du bassin versant d'Oued El Arab (Laffitte, 1939)	21
Figure 3: Diagramme des précipitations moyennes mensuelles de la période	23
Figure 4: Diagramme des températures moyennes mensuelles de la période (2010-2021).	24
Figure 5: l'indice d'aridité annuel de Martonn de la zone d'étude.....	25
Figure 6:Le climagramme d'Embergie pour la zone d'étude.....	27
Figure 7: Diagramme ombrothermique de Gaussen et de Bagnouls	28
Figure 8: Appareil de pH Mètre	32
Figure 9: Appareil de Conductimètre	32
Figure 10: Appareil de Turbidimètre	33
Figure 11: Réactifs 1 et 2, Source: ADE	33
Figure 12: Réactif mixte, Source: ADE	33
Figure 13: dosage de nitrate, Source: ADE	34
Figure 14: Réactifs HPO_4^{4-} , Source : ADE.....	34
Figure 15: Expression des résultats de Matière organique.....	34
Figure 16: Résultat de l'étalonnage Ca^+	35
Figure 17: Résultat de l'étalonnage Mg^{+2}	35
Figure 18: Résultat t de l'étalonnage Cl^-	35
Figure 19: Résultats de l'étalonnage HCO_3^{3-}	36
Figure 20: Variation mensuelle du pH de l'eau du barrage de Babar (Campagne 2022)	40
Figure 21: Variation mensuelle de la température de l'eau du barrage de Babar (Campagne 2022)	40
Figure 22: Variation mensuelle de la Conductivité électrique de l'eau du barrage Babar (Campagne 2022).....	41
Figure 23: Variation mensuelle de la turbidité des eaux du barrage de Babar	42
Figure 24: Variations mensuelle des teneurs en ammonium de l'eau du barrage Babar (Campagne 2022).....	43
Figure 25: Variation mensuelle des teneurs nitrites des eaux du barrage de Babar	44
Figure 26: Variations mensuelle des teneurs en nitrate de l'eau du barrage de Babar (Campagne 2022).	45

Liste des Figures

Figure 27: Variation mensuelle des teneurs en phosphore de l'eau du barrage de Babar (Campagne 2022).....	45
Figure 28: Variation mensuelle des teneurs en calcium des eaux du barrage de Babar (Campagne 2022).....	46
Figure 29: Variation mensuelle des teneurs en magnésium des eaux du barrage de Babar (Campagne 2022).....	47
Figure 30: Variation mensuelle des teneurs en sodium des eaux du barrage de Babar (Campagne 2022).....	48
Figure 31: Variation mensuelle des teneurs en sulfate des eaux du barrage de Babar (Campagne 2022).	49
Figure 32: Variation mensuelle des teneurs en chlorures des eaux du barrage de Babar (Campagne 2022).....	50
Figure 33: Variation mensuelle des teneurs en Bicarbonate des eaux du barrage de Babar (Campagne 2022).....	51
Figure 34: Variation mensuelle des teneurs en matière organique des eaux du barrage de Babar (Campagne 2022).	52
Figure 35: Représentation des échantillons des points d'eaux de la région de BABAR sur le diagramme de Piper(Campagne 2022).	54
Figure 36: Diagramme de SCHOELLER-BERKALOFF des analyses des points d'eaux de la région de Babar	55
Figure 37: Représentation des échantillons des points d'eaux de la région de BABAR sur le diagramme de Riverside (Campagne 2022).	57

A decorative pink scroll graphic with a vertical strip on the left and a horizontal strip on the right, both with rounded ends and small circular details at the corners.

Liste des Tableaux

Liste des Tableaux

Tableau 1: Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique	7
--	----------

A decorative pink border that resembles a scroll, with a vertical strip on the left and rounded corners on the right.

Liste des Abréviations

Liste des Abréviations

LISTE DES ABREVIATIONS

CE : Conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ;

I_a : Indice d'aridité ;

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

P : Précipitations (mm)

Q2 : Quotient pluviométrique

R : Ruissellement (mm)

T : Température (°C)

Ph : Potentiel hydrogène

P : Précipitation

CO₃+2: Les carbonates

MES : Matières En Suspension

ml : Millilitre

°C : Degré Celsius

Cm : Centimètre

OMS : Organisation Mondial de la Santé.

I_a: indice d'aridité

Max: maximum

Min: minimum

Moy: moyenne

P: précipitation annuelle (mm);

T: température annuelle (°C)

M.O : la matière organique

Etc : Et cetera.

Liste des Abréviations

V : volume

ADE : Algérienne Des Eaux

R.S : résidu sec

μ s : Micro- siemens.

NTU : Nephelometric Turbidity Unit

Ca²⁺: Calcium;

Mg²⁺: Magnesium;

Na⁺: Sodium;

K⁺: Potassium;

Cl⁻: Chlorures;

HCO₃⁻: Bicarbonate;

NO₃⁻: Nitrates;

SO₄²⁻: Sulfate;

NH₄⁺: Ammonium;

NO₂⁻: Nitrites;

PO₄³⁻: Ortho phosphates;

SAR : Sodium Absorption Ratio.

A decorative pink border that resembles a scroll, with a vertical strip on the left and a horizontal strip at the top, both featuring rounded ends and small circular details.

Introduction Générale

Introduction Générale

L'eau est essentielle pour la vie, elle est donc très précieuse et vitale car sans elle, il n'y aurait pas de vie sur terre. Bien que 71% de la surface de la terre soit couverte d'eau, sur les 1.36 milliards de km³ d'eau qui couvrent notre planète, seulement 0,014 % est douce et utilisable par l'homme (**Moudallal,1997**).

Il s'agit d'un facteur de production déterminant dans le développement durable. Pour ces raisons l'homme a appris à maîtriser l'eau, toutefois il la rend impropre et polluée ce qui constitue une véritable menace pour la vie. En effet sa santé est altérée si l'eau dont il dispose est de mauvaise qualité ou bien si elle est polluée par des agents pathogènes. De ce fait on s'inquiète de sa qualité et de ses caractéristiques physico – chimique (**Bouchaiba et al.,2019**).

Si cette quantité est suffisante pour répondre aux besoins futurs de l'humanité, l'altération de la qualité de l'eau rend la part compatible avec l'utilisation humaine, de plus en plus faible (**Wheal,1991**).

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 de dans et de l'importante surface de contact avec le milieu extérieur. C'est à cause de cela que ces eaux sont rarement potables sans aucun traitement (**Yagoubia,2019**).

En Algérie, l'eau est une ressource rare, fragile et inégalement répartie sur le territoire. La demande en eau est continuellement en augmentation et l'utilisation des eaux de surfaces avère une nécessité incontournable (**Belhadj,2017**).

En effet un programme de construction des barrages a été lancé durant les dernières décennies. Cependant la qualité des eaux est extrêmement variable et dépend de différents facteurs. Ces dernières années, ces rejets des eaux usées d'origine urbaine et industrielle ont augmenté dans les oueds. Ceci constitue une menace pour la qualité des eaux des barrages. Si le phénomène persiste encore, des retenues de barrages (**Khemic et Anrhdrc,2011**).

Un barrage peut être défini comme toute structure qui obstrue temporairement ou en permanence le passage de l'eau, ou bien l'accumulation d'eau derrière elle. Les

barrages peuvent être formés par des processus non humains tels que le mouvement de glace et l'accumulation de débris.

Cependant, la majorité des barrages sont construits par des humains pour contrôler le mouvement de l'eau dans les rivières, les ruisseaux et les estuaires ou pour le stocker. Ils ont été construits dans des sociétés de production d'eau potable, agricoles et industrielles, et semblent être les technologies humaines les plus anciennes et les plus durables conçues expressément pour une meilleure gestion des ressources des eaux **(Arzate,2008)**.

L'Algérie dispose d'une grande capacité de réception avec seize grands bassins versants, comme le sous bassin versant d'Oued El Arab qui appartient au bassin de Chott Melghir.

Le barrage de Babar a été construit pour satisfaire la demande en eau pour alimenter les villes de Babar, Chechar, Ain Djerboua, Bouhmama et Tamza, de même que pour l'irrigation en aval du barrage **(Gaagai,2009)**.

Certaines études à l'échelle nationale portant sur la qualité physico-chimique des eaux des barrages. Ils ont pu estimer leur potabilité, leur aptitude à l'irrigation, et par conséquent, leur impact sur la santé humaine et environnemental **(Kahoul et Touhami, 2014)**.

L'objectif principal de ce travail se concentre sur l'évaluation de la qualité des eaux du barrage de Babar, pour cet effet nous avons procédé aux prélèvements des échantillons d'eaux pendant la campagne 2022.

Pour réaliser ce travail nous nous sommes basée sur la méthodologie suivante :

- Le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique relative à la qualité des eaux superficielles ;
- Le deuxième chapitre consacré à la description de la zone d'étude et matériel et méthodes rappelant les techniques d'analyses mises en œuvre ;
- Le troisième chapitre présent une étude expérimentale consacrée aux présentations du matériel et méthodologie suivie pour la réalisation des analyses physicochimiques de la qualité des eaux du barrage de Babar, et une interprétation des principaux résultats expérimentaux obtenus.

Enfin, une conclusion générale résumera l'ensemble du travail réalisé.

A decorative pink scroll graphic with a vertical strip on the left and a horizontal strip on the right, both with rounded ends and small circular details at the corners.

Chapitre I Synthèse Bibliographique

Introduction

En Algérie, les eaux de surface sont de plus en plus utilisées ces dernières années pour les besoins de l'agriculture, de l'alimentation des populations et de l'industrie. Des investissements considérables ont été consacrés à la construction des barrages, notamment dans l'Est du pays.

Cependant, ces eaux de surface sont vulnérables face aux diverses pollutions et sont souvent de qualité médiocre. Elles peuvent contenir des quantités non négligeables en matières organiques naturelles telles que les substances humiques mais aussi des composés organiques issus de divers rejets polluants ou de pratiques agricoles intensives **(Achour,2001)**.

L'irrigation est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour en augmenter la production et permettre leur développement normal en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, un drainage excessif ou une baisse de nappe, en particulier dans les zones arides et semi-arides **(El-Asslouj et al.,2007)**.

1-Importance de l'irrigation

L'irrigation n'est pas uniquement un apport d'eau sur une terre cultivée en vue de compenser l'insuffisance des précipitations et de permettre le plein développement des cultures. Elle est considérée plutôt comme un ensemble d'actions de développement intégré des milieux agricole et rural qui doit se traduire non seulement par l'augmentation de la production et l'amélioration du niveau de vie de l'agriculteur, mais doit se traduire également par la préservation du milieu, notamment des terres agricoles, et par une économie de l'eau d'irrigation qui elle-même se traduit par une économie dans l'utilisation de l'énergie **(Plauchu,2004)**.

2-Les ressource en eau pour l'irrigation

Les ressources en eau destinées pour l'irrigation renferment deux types :

2-1- Les eaux souterraines

Les eaux souterraines représentent au total environ 97% des eaux douces continentales liquides **(Bosca,2002)**.

Les eaux souterraines proviennent de l'infiltration des eaux de pluie dans le sol. Celles-ci s'insinuent par gravité dans les pores, les microfissures et les fissures des roches,

humidifiant des couches de plus en plus profondes, jusqu'à rencontrer une couche imperméable. Les nappes souterraines fournissent ainsi presque le tiers du débit total de tous les cours d'eau de la planète, soit environ 12 000 kilomètres cubes d'eau par an. Les eaux souterraines sont exploitées à partir des puits peu profonds et des forages. On ajoute également les eaux de sources **(Plauchu,2004)**.

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 **(Degrémont,2005)**.

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)**.

3-Les indicateurs de qualité

Selon **(Grosclaude,1999)**, les principaux moyens disponibles sur le terrain pour estimer la qualité de l'eau sont l'enquête sanitaire, complétée par l'analyse bactériologique et les analyses physico-chimiques.

3-1-Paramètres organoleptiques

Il s'agit de la saveur, de la couleur, de l'odeur et de la transparence de l'eau. Ils n'ont pas de signification sanitaire mais, par leur dégradation, peuvent constituer des facteurs d'alerte pour une pollution ou un mauvais fonctionnement des installations de traitement ou de distribution **(Lounnas,2009)**.

3-1-1-Couleur de l'eau

Les eaux naturelles sont toujours plus ou moins colorées .Leur couleur varie du jaune pâle à peine perceptible au brun rougeâtre, selon la nature et la concentration des matières colorantes. Ces matières sont le plus souvent d'origine naturelle et proviennent de la dégradation de matières végétales. Le degré de couleur dépend non seulement de la concentration en matières colorantes, mais aussi du pH et de la turbidité.

La mesure de la couleur d'une eau naturelle se fait par comparaison avec une échelle artificielle de couleur. La substance de référence choisie est le chloroplatine de potassium dans une solution de chlorure de Cobalt (Co Cl_2). On l'appelle aussi unité platino-cobalt ou unité de couleur vraie (Ucv). Pour une eau potable, le degré de couleur maximale est de 25 Ucv **(Behloul,2009)**.

3-1-2-Odeur et goût

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme : L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. La qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces substances. D'autre part le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque la boisson est dans la bouche. La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs **(Sari,2014)**.

Dans le cas d'une eau potable, l'apparition ou le changement de goût et d'odeur peuvent être signe d'activité microbienne et de lacune dans le traitement ou de contamination dans le réseau de distribution. Par ailleurs, une eau traitée peut avoir un goût plus prononcé qu'une eau non potable du fait du chlore résiduel **(Lounas,2009)**.

4-Paramètres physico-chimiques

4-1-Les paramètres physiques

4-1-1-Température

La température est un facteur physique fondamental dans les milieux aquatiques superficiels et terrestres. Elle conditionne grandement la répartition des organismes végétaux et animaux et influence l'activité physique des êtres vivants. Elle contrôle aussi l'évolution et la transformation dans le milieu aquatique, de nombreux facteurs chimiques dont l'oxygène dissous, facteur indispensable aux organismes aquatiques. Les variations de température influent en particulier sur la dynamique des populations de crustacés **(Roux,1970)**.

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. La température des eaux

superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profond (**Becissa,2011**).

La température est l'un des facteurs qui influe sur la vitesse des réactions chimiques et qui joue un rôle important dans l'augmentation de l'activité chimique et surtout bactérienne. Une température trop élevée favorise la croissance des microorganismes (**Moussa,2005**).

4-1-2-Potentiel d'hydrogène

Le pH mesurant l'acidité d'une solution, est défini par l'expression $\text{pH} = -\log H^+$ où (H^+) est l'activité de l'ion hydrogène H^+ dans la solution (**Ramade,1998**).

Mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 à 14. Il est inférieur ou supérieur à 7 suivant que l'eau est acide ou basique (**Legube,2015**).

Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques, et dépend de facteurs multiples, dont la température et l'origine de l'eau (**Rodier et al., 2009**).

4-1-3-Conductivité électrique

La conductivité électrique d'eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm (**Rodier et al.,2009**).

La conductivité électrique est l'un des critères de choix pour juger l'aptitude d'une eau à un usage agricole en générale, jusqu'à 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$, l'eau est considérée comme étant de bonne qualité. De 750 à 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, l'influence de la composition ionique et celle de la nature du sel joue un rôle prépondérant dans le choix de l'eau d'irrigation (**Djeddi,2006**).

Tableau 1: Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique

Conductivité électrique	Taux de minéralisation
$\text{CE} < 100 \mu\text{S} / \text{cm}$	Minéralisation très faible
$100 < \text{C.E} < 200 \mu\text{S} / \text{cm}$	Minéralisation faible
$200 < \text{C.E} < 333 \mu\text{S} / \text{cm}$	Minéralisation moyenne

333 < C.E < 666 $\mu\text{s} / \text{cm}$	Minéralisation moyenne accentuée
666 < C.E < 1000 $\mu\text{s} / \text{cm}$	Minéralisation importante
C.E > 1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$	Minéralisation élevée

Source : (Rodier et al.,2009)

4-1-4-Turbidité

La turbidité est la turbulence d'un fluide causé par des particules individuelles (solides en suspension). La turbidité dans l'eau libre peut être causée par la croissance du phytoplancton, des activités humaines qui conduisent à des niveaux élevés de sédiments entrant dans les plans d'eau pendant les tempêtes de pluie **(USEPA,2005)**.

La turbidité est favorisée par la pluviométrie et les apports dus au ruissellement. En profondeur, la turbidité empêche la lumière d'arriver, influençant ainsi la végétation, spécialement dans les hydrosystèmes superficiels **(Rodier,1996)**.

C'est un paramètre indiquant la réduction de la limpidité de l'eau. Cela est dû à la présence des matières en suspension non dissoutes (MES) provenant de l'érosion et du lessivage des sols, ou des matières particulaires issues de la dégradation de la matière animale et végétale **(Hayzoun,2014)**.

4-1-5-Matières en suspension

Elles constituent l'ensemble des particules minérales et/ou organiques dans une eau naturelle ou polluée **(Ramade,1998)**.

Dans les eaux superficielles non polluées, les matières en suspension ont surtout pour origine le bassin versant sous l'effet de l'érosion naturelle, les détritiques d'origine organique (débris des végétaux...etc.) et le plancton. La nature des MES est donc souvent minérale et leur taux relativement bas sauf en périodes des crues d'eaux.

4-1-6-Résidus Secs

La détermination du résidu sec sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, non volatiles, obtenues après une évaporation d'eau. Une eau dont la teneur en résidu sec est extrêmement faible peut être inacceptable à la consommation en raison de son goût plat et insipide **(Sari,2014)**.

4-2-Les paramètres chimiques

4-2-1-Les anions

4-2-1-1-Chlorures

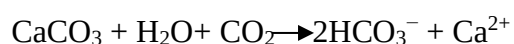
Les chlorures sont largement répandus dans la nature, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl); ils représentent environ 0,05 % de la lithosphère (**Santé Canada,2008**). Ils sont présents à l'état naturel dans les eaux souterraines en raison de l'altération météorique et la lixiviation des roches sédimentaires et des sols, ainsi que de la dissolution des dépôts de sel. Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution (**Nechad et al .,2014**).

Les chlorures peuvent avoir une origine multiple. Ils peuvent provenir d'une intrusion d'eau marine, ou suite à l'action humaine à partir du salage des routes ou par une contamination par les eaux usées. Ils peuvent provenir également de la dissolution des sels par le lessivage des terrains salifères (**Belkhiri,2011**). Généralement, les chlorures servent à désinfecter l'eau, la valeur directive est limitée à 350 mg/l pour les normes de l'OMS (**OMS,2008**).

Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés (**Rodier,1996**). Il existe plusieurs formes de chlore, chlore gazeux, acide, hypochloreux ou ion hypochlorite, qui est le réactif le plus utilisé en additif pour la désinfection de l'eau. Sa dissolution dans l'eau conduit à la formation d'acide hypochloreux (HClO) et d'ions hypochlorite (Cl⁻O), la réaction d'équilibre dépendant du pH et de la température (**Rodier et al.,2009**).

4-2-1-2-Bicarbonates (HCO₃⁻)

La présence des bicarbonates dans l'eau est due à la dissolution des formations carbonatées (cipolin, calcaire) par des eaux chargées en gaz carbonique (CO₂) de minéralisations de lamatière organique (**Mebarkia,2011**). La réaction de dissolution est donnée par l'équation suivante :



En d'autres termes, la teneur en (HCO₃⁻) dans l'eau dépend d'un certains nombres de paramètres physico-chimiques à savoir : la température de l'eau ,la concentration du (CO₂) dissous, la concentration de l'eau en sels ainsi que la nature lithologique des

terrains traversés (**Belkoun,2017**).L'ion Bicarbonate est le principal constituant alcalin de la plupart des eaux courantes. Sa présence dans l'eau est due à l'action des bactéries qui fournissent du CO₂ à partir des minéraux contenant des carbonates (**Rodier,2005**).

4-2-1-3-Sulfates

Sulfate est l'un des anions les moins toxiques, toute fois des concentrations élevées peuvent avoir un effet purgatif ou entraîner une déshydratation et une irritation gastro-intestinale. La présence de sulfates dans l'eau de boisson peut aussi lui communiquer un goût perceptible et contribuer à la corrosion du réseau de distribution (**Boutaba,2019**).

Le soufre se combine à l'oxygène pour donner l'ion sulfate, celui ci existe à l'état naturel dans certains minéraux tel le gypse et la baryte. Sa présence dans des eaux phréatiques provoque une dissolution du gypse (**Meybeck et al.,1996**).

4-2-2-Les cations

4-2-2-1-Calcium

Le calcium s'introduit dans le système d'eau douce sous l'action de la météorisation des roches, particulièrement celle des roches calcaires, et par entraînement à partir du sol dans les eaux d'infiltration, par lixiviation et par ruissellement. La concentration du calcium dans l'eau dépend du temps de séjour de l'eau dans des formations géologiques riches en calcium (**Nechad et al.,2014**).

La concentration du calcium est très variable selon la nature des roches du bassin versant (**Faurie et al.,2003**). Elle provient soit de la dissolution des formations carbonatées (CaCO₃) soit de la dissolution des gypses (**Belhadj et al.,2006**).

Dans l'organisme, le calcium de l'eau est peu absorbé, l'apport en calcium nécessaire à l'organisme est surtout apporté par l'alimentation : lait viande poisson, légumes verts. Dans l'eau, le calcium est un composant majeur de la dureté (**Besbes, 2000**).

4-2-2-2-Magnésium

Le magnésium est l'un des éléments les plus répandus dans la nature; il constitue environ 2.1% de l'écorce terrestre. La plupart de ses sels sont très solubles dans l'eau, le

magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau. Il est présent sous forme de carbonates et d'hydrogénocarbonates (**Rodier et al.,2009**).

La teneur en magnésium dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrées (calcaires dolomitiques, dolomies du Jurassique ou du Trias moyen) (**Rodier,2009**).C'est aussi un élément de la dureté de l'eau dont la teneur dépend des terrains traversés. Indispensable pour la croissance, il intervient comme élément plastique dans l'os et comme élément dynamique dans les synthèses enzymatiques et hormonales. Les concentrations de magnésium ne sont pas tellement dépendantes des activités humaines, donc le magnésium n'est pas utilisé comme indicateur de stress lié à la pollution (**Rodier,1975**).

4-2-2-3-Sodium

Le sodium C'est un métal alcalin. Son origine peut être :

- Naturelle (mer, terrain salé....) ;
- Humaine (10 à 15 g Na Cl dans les urines /jour) ;
- Industrielle (potasse, industrie pétrolière).

Les eaux très riches en sodium deviennent saumâtres, prennent un goût désagréable et ne peuvent pas être consommées (**Rodier,2005**).

L'analyse de la concentration du sodium dans l'eau d'irrigation ne peut être faite seule. En effet, l'influence du sodium dépend des concentrations en calcium et en magnésium. Aussi, plutôt que de parler de concentration en sodium, nous parlons plutôt d'une valeur qui tient compte des effets mutuels du sodium, du calcium et du magnésium (**Couture,2004**).

La concentration de sodium dans l'eau d'irrigation est estimée par le ratio d'absorption du sodium (RAS). Le RAS décrit la quantité de sodium en excès par rapport aux cations calcium et magnésium, qui eux, peuvent être tolérés en relativement grande quantité dans l'eau d'irrigation.

4-2-2-4-Potassium

Le potassium se trouve dans la croûte terrestre surtout dans les roches ignées (granite, rhyolite, syénite). Il est à peu près constant dans les eaux naturelles (10 à 15

mg/L) et n'a pas d'effet sur la santé des populations. Certains rejets industriels (mines de potasse) et d'usines d'engrais peuvent entraîner des quantités de potassium relativement importantes dans l'eau (**Rodier,1975**).

Est un minéral blanc argenté, alcalin, radioactif, très réactif à l'eau, se trouve dans la nature sous la forme de chlorures doubles dans de nombreux minerais, tels que la carnallite (très minéralisée en contact avec certaines évaporites) et se trouve également dans les centres des végétaux sous forme de carbonate. Le potassium provient de l'altération des roches silicatées, des argiles potassiques et de la dissolution des engrais chimiques (NPK, à base d'Azote, Potasse et Phosphore) retrouvés dans les eaux usées agricoles (**Mebarkia,2011**).

4-3-Les paramètres relatifs à la pollution

4-3-1-Composés azotés

4-3-1-1-Azote ammoniacal

Les concentrations en azote ammoniacal fournissent des informations sur la pollution des eaux suite ou déversement des eaux usées ménagères (urbaines municipales) ou à l'érosion et au lessivage des sols agricoles (**Aziezk et al.,2020**).

L'azote ammoniacal est fréquent dans les eaux superficielles. Il a pour origine la matière organique végétale et animale des cours d'eau. La nitrification des ions ammonium se fait en milieu aérobie faible. En général, l'ammonium se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation bactérienne.

4-3-1-2-Nitrites

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés ; ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniac et les nitrates. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniac, soit à la réduction des nitrates. Ils ne représentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement oxydés en nitrates (par voie chimique et bactérienne). Des concentrations élevées en nitrites, témoignent nitrates de la présence de matières toxiques (**Villers et al.,2005**).

4-3-1-3-Nitrates

L'azote des nitrates, comme celui des nitrites et de l'ammoniac, est un des éléments nutritifs des plantes et à ce titre il a donné lieu, au même titre qu'au phosphore,

à des études intensives sur le terrain. Les nitrates présents naturellement dans les eaux, proviennent en grande partie de ruissellement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Les eaux naturelles non polluées contiennent généralement peu de nitrates. Les nitrates présents dans l'eau peuvent provenir de sources indirectes ou directes. Dans les effluents riches en azote organique (protéines, acides aminés, urée...) (**Villers et al.,2005**).

Sont les formes d'azote les plus solubles dans l'eau. Par conséquent, leurs concentrations varient selon les événements hydrologiques atteignant ou dépassant parfois leurs critères respectifs de qualité pour l'eau brute d'alimentation humaine (**Bchitou,2001**).

Les nitrates se trouvent naturellement dans les eaux et proviennent en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Ils constituent le stade final d'oxydation de l'azote organique.

Dans les eaux naturelles non polluées, le taux de nitrates est très variable suivant la saison et l'origine des eaux. Les effets de nitrates ne sont pas en eux mêmes dangereux mais ont une toxicité par le fait qu'ils se transforment en nitrites et participent au phénomène d'eutrophisation des eaux stagnantes et provoquent ainsi des troubles pour la santé (**Labeled et Si Bachir,2015**).

4-3-1-4-Phosphates

Les phosphates peuvent être d'origine naturelle (produit de décomposition de la matière vivante, lessivage de minéraux) mais, à l'heure actuelle, leurs présences dans les eaux sont plutôt d'origine artificielle (engrais, polyphosphates des formulations détergentes, eaux traités aux phosphates, industrie chimique...) (**Brmenond et al., 1973**).

Le contenu en phosphore total comprend non seulement les orthophosphates mais également les polyphosphates et les phosphates organiques. L'eutrophisation peut se manifester à des concentrations relativement basses en phosphates (**Villers et al., 2005**).

La matière organique dans les eaux de surface :

Les matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des microorganismes. L'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais goût qui pourra être augmentés par la chloration Une

eau riche en matière organique doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique. Leur teneur est appréciée, le plus souvent, par des tests tels que la réduction du permanganate de potassium (KMnO_4) en milieu acide et en milieu alcalin.

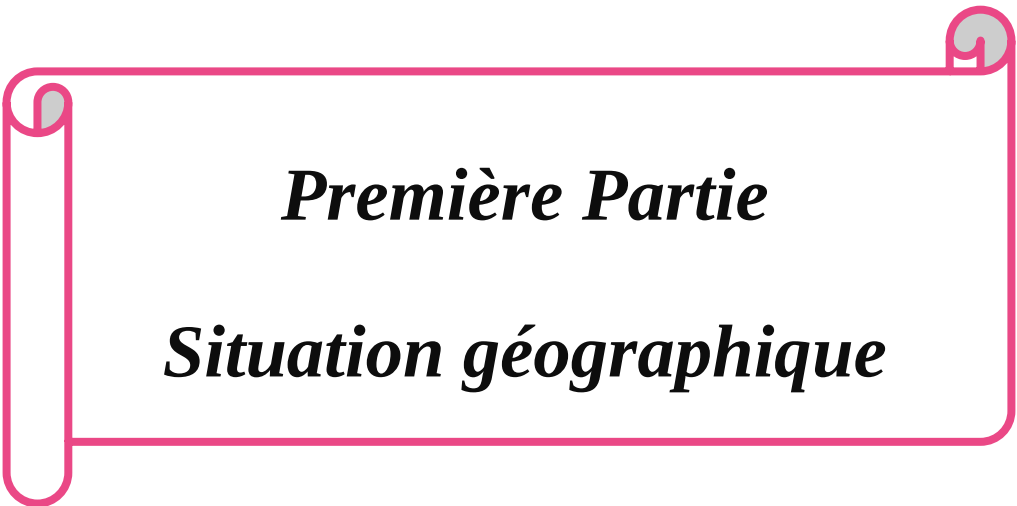
Les eaux très pures ont généralement une consommation en oxygène inférieur à 1 mg/l (**Berne et Jean,1991**).

Selon la classification de (**Rodier,2009**)

- Une eau est très pure pour des valeurs inférieures à 1 mg/l ;
- Une eau est dite potable pour des valeurs comprises entre 1 et 2 mg/l ;
- Une eau est suspecte pour des valeurs comprises entre 2 et 4 mg/l ;
- Une eau est mauvaise pour des valeurs supérieures à 4 mg/l.

A decorative pink border that resembles a scroll, with rounded corners and a vertical strip on the left side.

Chapitre II Matériel et Méthodes

A decorative pink border that resembles a scroll, with rounded corners and a vertical strip on the left side.

Première Partie

Situation géographique

5-Localisation géographique de la région d'étude

La commune de Babar est située au Sud de la wilaya de Khenchela, distante de 30km ; elle est limitée :

Les communes de Chechar et de Kheirane et la wilaya de Biskra à l'Est ;

Les communes d'OuledRechachet de el Mahmel et la wilaya de Tebessa à l'Ouest ;

La commune de N'sigha au nord ;

La Wilaya D'El oued au sud **(Hadji,2013)**.

La zone étudiée est située dans le Sud-Est de l'Algérie, dans les confins Est de l'Atlas saharien et précisément au niveau de la chaîne montagneuse de Djebel Djehfa appartenant aux monts de Nememtcha. La plupart des habitants (plus de 20 000 habitants) sont concentrés dans la ville de Babar.

La surface du sous bassin hydrographique est de 567 km², le barrage de Babar à une capacité de 32 Mm³, construit pour retenir les eaux d'Oued Tamagra à l'Ouest et Oued El Htiba à l'Est. Le barrage de Babar est situé à 35° 10 '10"N et 7° 01'41"E et la ville de Babar est située à 35° 10'4"N et 7° 06'7"E.

Une augmentation de la population et des systèmes inadéquats d'égouts domestiques ont un potentiel d'influence sur la qualité de l'eau du barrage. L'Oued El Arab fournit l'eau pour les villes avoisinantes et irrigue des milliers d'hectares de terres agricoles. L'augmentation de la demande d'eau à l'étape du développement, y compris l'agriculture, pourrait entraîner un avenir sombre pour la qualité de l'eau du barrage **(Gaagai, A,2009)**.

La partie aval de la vallée du barrage est située entre deux chaînes montagneuses dans lesquelles se sont développés des villages le long de l'Oued El Arab tels que Hella, Kheranne, Chebla et El Ouelga. Ce plan d'occupation du sol a permis le développement le long du cours d'eau, d'un réseau routier avec des ponts et des terres agricoles. La concentration fréquente des activités humaines sur la proximité de lit moyen de l'Oued El Arab, nécessite la prise en compte des problèmes posés par les crues induites dans le cas d'une rupture partielle ou totale du barrage **(Gaagai,A,2009)**.

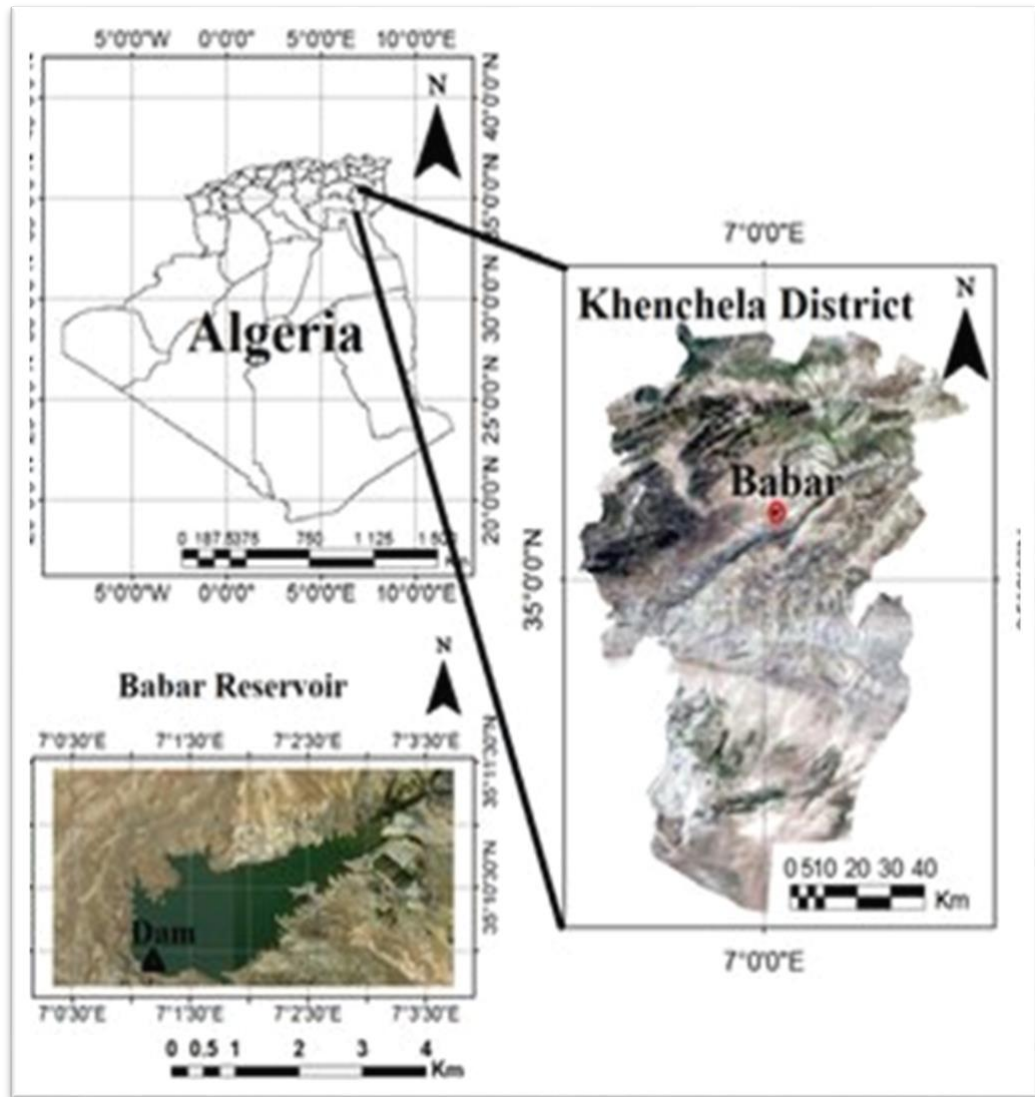


Figure 1: Carte de la situation géographique de la région d'étude.

6-Approche géologique

Les formations représentées dans la zone d'étude sont :

6-1-Le Crétacé supérieur

Il occupe une grande superficie à l'affleurement dans les Aurès et forme l'essentiel des affleurements Mésozoïques des confins des Aurès. Dans la région, il affleure au Djebel Aurès, Djebel Djahfa, Khenchela, jebel Chettaia.

Le Maestrichtien supérieur est une assise constante et homogène de calcaires massifs blanchâtres grumeleux, en bancs décimétriques ou métriques, à large stratification oblique avec les empreintes d'inocérames. Cette formation contient des modules de silex et des tests de lamellibranches. Les principaux affleurements constituent le Djebel Tadleste et Djebel Bouzendag et le sommet de Djebel Djahfa.

L'épaisseur de ces formations ne dépasse pas les 95 m. Cependant, le Maestrichtien inférieur est constitué par une alternance de marnes beiges et de calcaires ocres ou beiges avec une épaisseur de 40 m. Tandis que le Campanien comporte à sa base une barre de marnes crayeuses, en bancs décimétriques ou métriques.

A la fin on a un passage de marne avec une épaisseur de 65 m. Au-dessus se développe 150 m de marne noire à microfaune comparable qui est bien visible dans les différentes parties du bassin versant surtout sur les limites Sud. Le Santonien et le Coniacien comportent de la marne avec à la base et au sommet quelques barres de marno-calcaires. Cette formation se trouve essentiellement sur le flanc Sud du Djebel Djehfa et ne dépasse pas les 100 m (**Vila,1981**).

6-2-Le Crétacé moyen

Le Turonien occupe des intercalations calcaires et crée une barre bien visible dans la morphologie au Nord-Ouest du bassin. Le Turonien comporte, en effet, au-dessus des marno-calcaires de base, un ensemble de marnes beiges et des calcaires. Le Turonien est schisteux à la base, calcaire dans la partie moyenne et marno-calcaire au sommet. L'épaisseur du Turonien peut atteindre 800 m dans les faciès marno-calcaires se trouvant du cœur des Aurès (**Bouafia ,2015**).

Tandis que, le Cénomaniens, il est présent dans tous les grands anticlinaux des Aurès. Il est essentiellement calcaire-marneux. La partie inférieure est surtout marneuse. La partie supérieure est constituée de bancs calcaires massifs mais peu épais.

L'épaisseur de cette formation est très variable, elle peut atteindre 500 à 600 m au cœur des Aurès. Le Cénomaniens comporte une série de marnes grises dans lesquelles s'intercalent des calcaires fins argileux, une partie médiane formée de marnes grises, verts ou ocres, contenant parfois du gypse diffus ainsi que des passées argileuses. Une série terminale constituée de marne et de calcaires formant une corniche (**Bouafia, 2015**).

6-3-Le Crétacé inférieur

Il couvre une grande partie des anticlinaux du Djebel Chelia, il affleure aussi au Kef Tifekressa, Ras Serdoun, Djebel Chenntgouma, Djebel Faraoun et Djebel Aidel (**Laffitte,1939**) a soigneusement décrit la plupart des faciès et c'est à partir de ses descriptions, modifiées ou complétées en quelques points, par (**Guiraud,1973**) qui résume de façon schématique les principales variations observables.

Le Barrémien affleure au Nord-Ouest du bassin versant à (Dj. Aidel) sous forme d'une petite bande locale. Sa lithologie est constituée essentiellement de matériaux détritiques (grés, calcaires, gréseux, grés quartzeux, conglomérat et marnes vertes ou rouges).

Cependant, l'Albien entoure régulièrement l'anticlinal de Khenchela en formant une ceinture plus au moins continue au-dessus de l'Aptien. Il s'agit d'une alternance de grés et de marne grise, des dolomies et des argiles grises. La limite inférieure correspond à une surface minéralisée dans les limites Nord-Ouest du bassin à Djebel El Aidel et Tadlist avec une épaisseur totale de 160m. Alors que, l'Aptien est formé essentiellement à la partie basse par une alternance d'omicrite, d'osparite et de calcaire marneux **(Guiraud,1973)**.

6-4-Le Quaternaire

Il couvre une très vaste surface (60%) de la surface totale du bassin avec une épaisseur assez limitée. Figure II.3. Ceci induit des processus érosifs intenses qui provoquent le délavage des formations superficielles sur les pentes raides **(Gaagai, 2009)**.

Les formations récentes sont largement répondues dans cette zone. Elles forment en périphérie, de larges et d'épaisses nappes alluviales. Les dépôts quaternaires recouvrent la majeure partie des plaines, ce sont des éboulis à blocs, alluvions récentes ou actuelles, terres arables, alluvions anciennes, glaciais polygénique nappant les reliefs et des croûtes calcaires **(Bouafia,2015)**.

Leur déplacement permet leur accumulation sur les terrasses basses des Oueds ou sur les versants doux moins érodés. Les alluvions de la vallée sont représentées par le Néopleistocène et l'Holocène.

Tandis que, les alluvions des terrasses supérieures de l'Oued sont limitées et ne composent de terrains argileux et graveleux (au limon argileux), leur épaisseur totale ne dépasse pas les 5m. Cependant, les alluvions de la première terrasse de l'Oued sont représentées par les terrains argileux et plus rarement par les formations galets-graviers, des limons sableux et argileux, avec une épaisseur de 7 m **(Anonyme,1973)**.

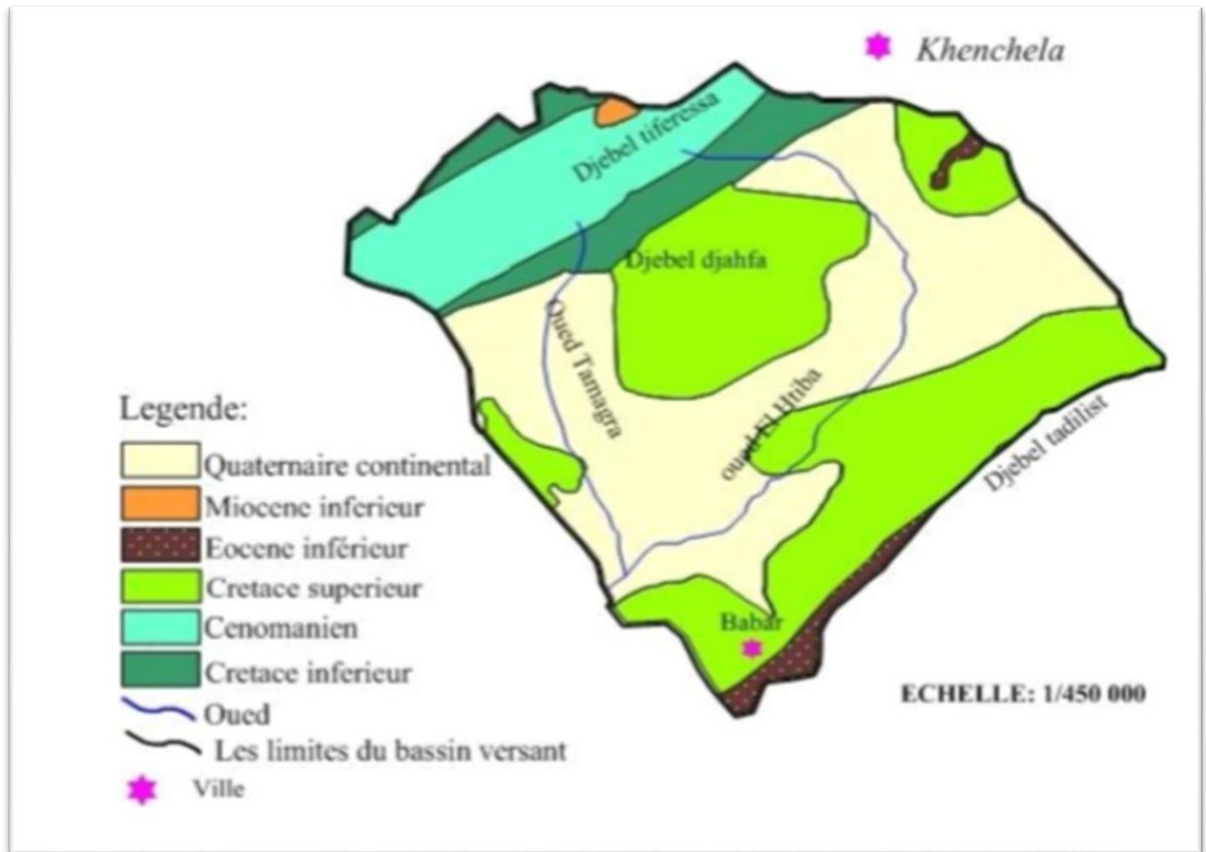


Figure 2: La géologie du bassin versant d'Oued El Arab (Laffitte,1939)

7-Climatologie

La climatologie est la science qui étudie le climat, son histoire, mais aussi son futur probable. Elle est une science récente qui s'est fortement développée au cours des vingt dernières années. Elle nécessite une approche interdisciplinaire, qui rassemble des physiciens, mathématiciens, chimistes, informaticiens, géologues(Benlatreche,2006).

Le climat est l'ensemble des phénomènes météo logiques tels que la température, les précipitations...etc, qui caractérisent l'état et l'évolution de l'atmosphère un lieu déterminé à un temps défini. Il est déterminé à partir de l'étude des paramètres météologique (la température, les précipitations) (Boudjallal,2009).Il est défini aussi comme une généralisation des conditions « temps » de jour en jour et à travers toute l'année (Bellara,2005).

Le réseau hydrographique et les paramètres climatiques ont une influence capitale sur l'évolution des paramètres physico-chimiques des eaux de surface du barrage de Babar. Le débit d'écoulement des Oueds, les changements climatiques notamment les crues exceptionnelles jouent un rôle dans le transport et la dissolution des éléments

chimiques. Par conséquent le barrage c'est le récepteur de toute évolution physique ou chimique ayant lieu dans le bassin versant.

Ainsi, la variation des paramètres climatiques influe sur l'évolution des concentrations des éléments chimiques, en fonction des saisons.

Alors pour définir le climat de la région d'étude nous avons exploité les résultats climatologiques correspondent à des hauteurs mensuelles des pluies et de température qui ont été recueillies à la station de l'office national de météorologie (OMN) d'El Hamma W(Khenchela) situées à 890 m d'altitude suivant une période de mesures de 2010 à 2021.

7-1-Caractéristique climatologique

7-1-1-Précipitations

L'est d'Algérie considérée parmi les régions les plus arrosées avec une moyenne Annuelle de l'ordre de 700 mm, Elles sont relativement importantes, variables et irrégulières d'une année à une autre (**Mébarki,2005**).

La pluviosité est définit selon **Djebaili en 1984**, comme étant le facteur primordial qui permet de déterminer le type du climat. Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale dans l'alternance de la saison sèche, qui joue un rôle régulateur des activités biologiques (**Ramade,1984**).

Les précipitations représentent toutes les météoriques qui tombent à la surface de terre, pluies, neige, grêle et gelé (**Soltner,1999**). Ces divers types de précipitations sont le plus souvent mesurés par le pluviomètre usuel, elles représentent l'épaisseur de la couche d'eau qui resterait sur une surface horizontal s'il n'y avait ni écoulement, ni évaporation (**Dajos,2003**).

La répartition spatiale des précipitations moyennes annuelles varie selon plusieurs paramètres locaux caractéristiques de chaque région dont l'altitude, l'exposition et l'orientation jouent le rôle principal.

Pour la grande partie du monde, les précipitations représentent la source principale d'eau pour la production agricole. Elles sont caractérisées par trois principaux paramètres : leur volume, leur intensité, les mois et aussi les années (**Nedjar, 2016**).

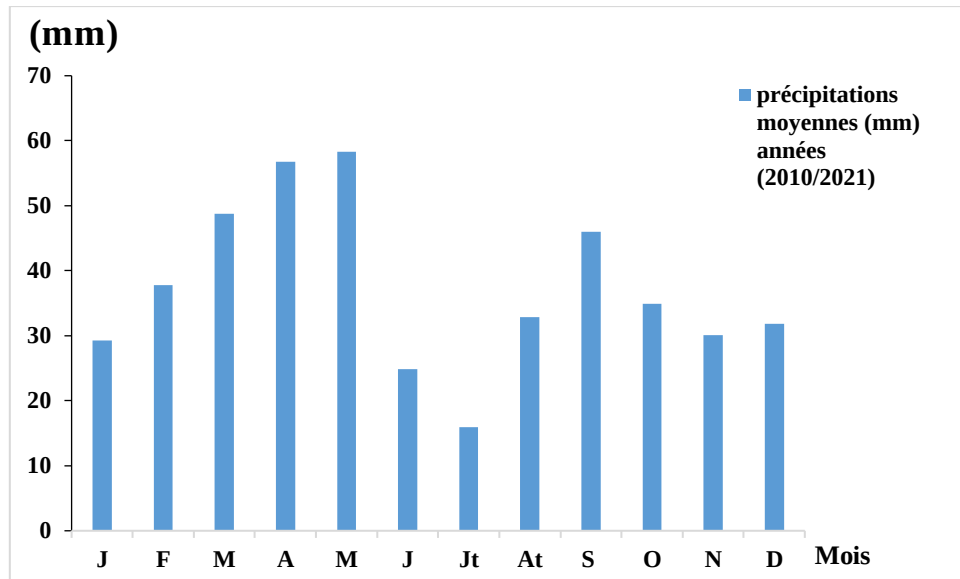


Figure 3: Diagramme des précipitations moyennes mensuelles de la période

La figure 3 montres les précipitations moyennes mensuelles de la période (2010-2021) montre que les précipitations moyennes mensuelles sont de l'ordre de 447,48mm.

Le mois le plus pluvieux est mai avec une moyenne de 58.30mm, et le mois le plus sec est le mois de juillet avec une moyenne mensuelle de 15,93 mm.

7-1-2-Température

La température est le second facteur après les précipitations qui conditionne le climat d'une région. Elle permet aussi d'estimer le déficit d'écoulement.

Le paramètre de la température est indispensable à la climatologie, vu qu'il rend compte de son apport d'énergie à la végétation, de son pouvoir évaporateur qu'il exerce sur les surfaces mouillées, Elle joue un rôle très important pour la détermination du bilan hydrique, et enfin, qu'il est à l'origine du bon fonctionnement du cycle de l'eau (Belala,2020).

La température est l'un des éléments importants pour la caractérisation du climat, elle est une grandeur physique liée à la sensation de chaud et froid d'un corps par rapport à un autre corps. Par définition, une température est une mesure numérique d'une chaleur, sa mesure se fait par détection de rayonnement thermique, la vitesse des particules, l'énergie cinétique, ou par le comportement de la masse d'un matériau thermométrique (Roger et al.,2006).

Pour caractériser le paramètre de température, il faut déterminer plusieurs variables:

M: La moyenne mensuelle des maxima,

m : La moyenne mensuelle des minima.

$M+m/2$: La moyenne mensuelle.

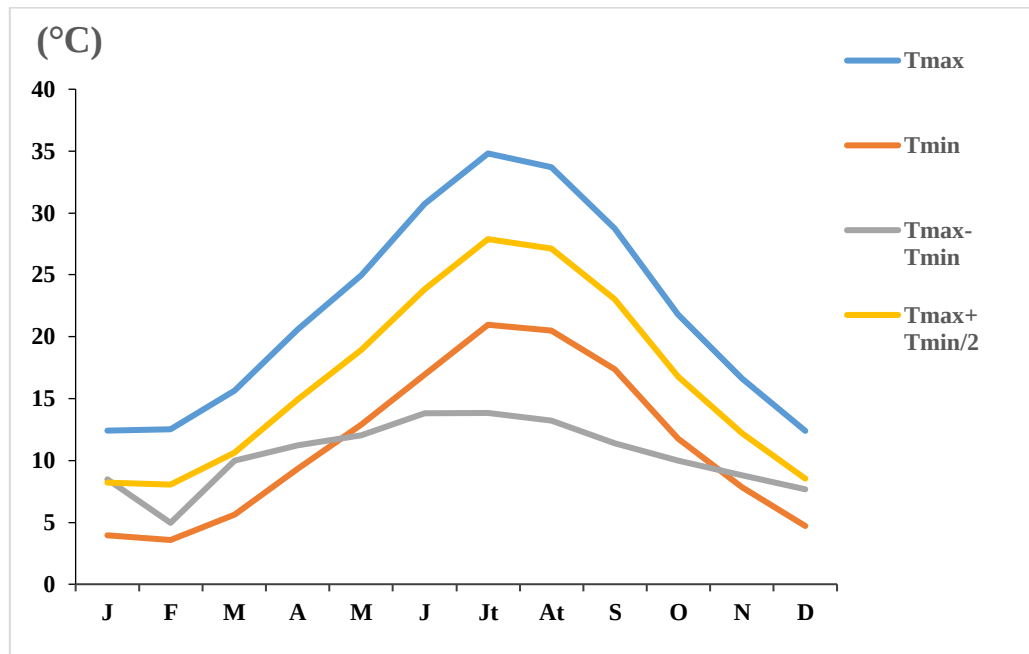


Figure 4: Diagramme des températures moyennes mensuelles de la période (2010-2021).

En analysant les données de la période (2010-2021), nous montrons que février est le mois le plus froid avec une température moyenne minimale de 3.57°C, alors que juillet est le mois le plus chaud avec une température moyenne maximale de 34.80°C.

7-2-Synthèse climatique

7-2-1-Indice d'aridité et de Martonne(1926)

En 1925 Emmanuel De Martonne a proposé une formule climatologique permettant le calcul d'un indice dit indice d'aridité I_a . Cet indice est fonction de la température T en °C et des précipitations (P en mm) et permet de déterminer le type de climat qui caractérise la zone d'étude. Ce paramètre se calcule selon la formule suivante:

$$IM = P / T + 10$$

Où :

- **IM** : est l'indice d'aridité annuelle.
- **P** : est le total annuel des pluies en mm
- **T** : est la moyenne thermique annuelle en (°C) (**Boutemedjet, 2017**).

Les valeurs de l'indice permettent déterminer le climat selon le classement suivant:

Quand

$I < 5$: Climat Hyperaride ;

$5 < I < 7.5$: Climat désertique ;

$7.5 < I < 10$: Climat steppique;

$10 < I < 20$: Climat semi-arid;

$20 < I < 30$: Climat Tempéré;

$30 < I < 45$: Climat humide (**Bougandoura, 2013**).

Pour la station d'El Hamma, $P = 447.48$ mm et $T = 14.35^\circ\text{C}$ donc cet indice est égale :

$$I_a = 447.48 / 14.35 + 10$$

$I_a = 16.68$ Ce qui permet de dire que le climat est semi-aride

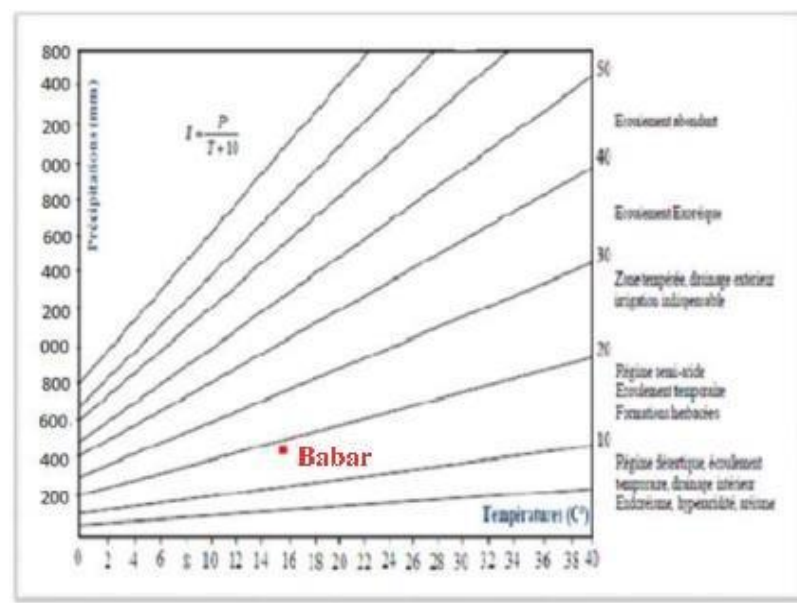


Figure 5: l'indice d'aridité annuel de Martonn de la zone d'étude

7-2-2-Climagramme d'Emberger

Pour représenter le climat de la station étudiée, nous utilisons le climagramme d'Emberger qui est un abaque comportant en ordonnées les valeurs de Q2 et en abscisse, la moyenne des minima de la saison froide (hiver) (**Seltzer, 1946**).

Le quotient pluvio thermique d'Emberger (Q) permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région méditerranéenne et de la situer dans le climagramme d'Emberger. C'est un quotient qui est fonction de la température moyenne maximale (M) du mois le plus chaud, de la moyenne minimale (m) du mois le plus froid en degrés Celsius et de la pluviosité moyenne annuelle (P) en mm. Ce quotient est d'autant plus élevé que le climat de la région est humide (**Emberger, 1971**).

$$Q = 3.43. P / (M - m)$$

Avec:

Q : Quotient pluvio métrique d'Emberger ;

M : La moyenne maximale de températures du mois le plus chaud ;

m : La moyenne minimale de températures du mois le plus froid ;

P : Pluviométrie moyenne annuelle en mm ;

M-m: Amplitude thermique extrême moyenne (**Emberger, 1971**).

Dans notre zone d'étude: **Q2=49,14**

Il s'avère que le climat de la plaine de Khenchela est classé dans l'étage bioclimatique semi-aride.

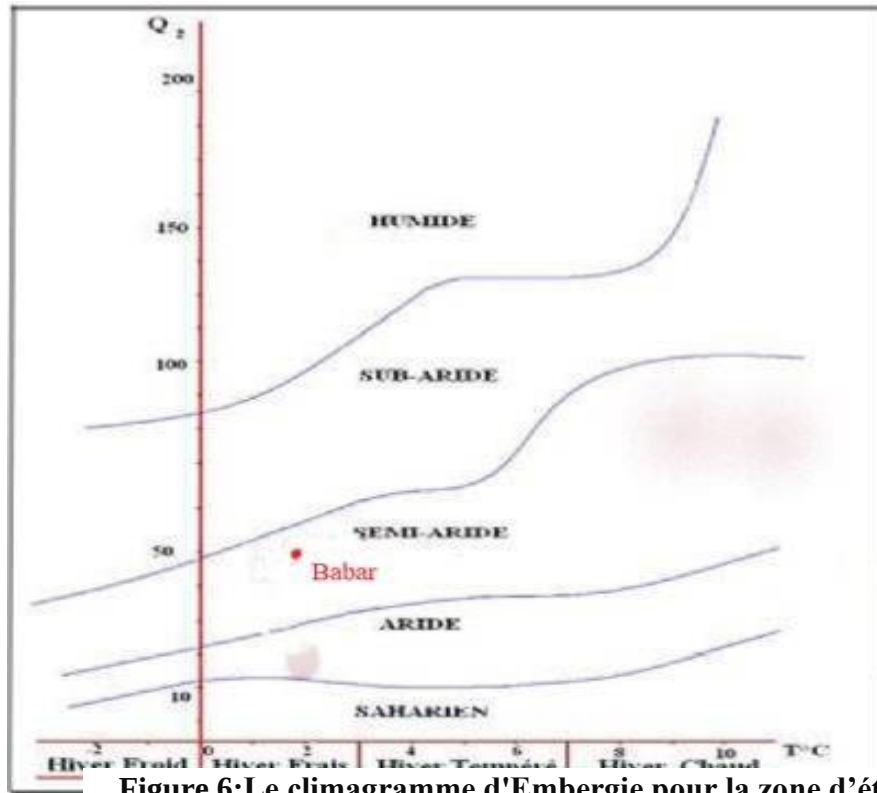


Figure 6: Le climagramme d'Embergie pour la zone d'étude

7-2-3-Indice ombrothermique de gaussen et Bagnouls

Le diagramme ombrothermique permet d'estimer les éléments de climat d'une région de points de vue précipitation et température pendant une période données et permet également de préciser les périodes sèches et humides (Houbib,2013).

L'analyse des températures et les précipitations permettent de tracer la courbe Ombrothermique, qui met en évidence la durée de la période de sécheresse. Pour Gaussen et Bagnouls, un mois sec est celui où le total des précipitations (mm) est inférieur ou égal au double de la température moyenne (B.N.E.D.E.R,2008).

Le diagramme ombrothermiques de Gaussen permet de déterminer les périodes sèches et humides de n'importe quelle région à partir de l'exploitation des données des précipitations mensuelle

Ils sont établis en tenant compte de la formule permettant de définir un mois sec soit : $P \leq 2T$.

P : Précipitations en mm du mois ;

T : Températures en °C du même mois. La période sèche est déterminée par une représentation graphique portant en abscisse les douze mois de l'année, en ordonnée les précipitations mensuelles moyennes exprimées en (mm) et à gauche les températures moyennes exprimées en °C.

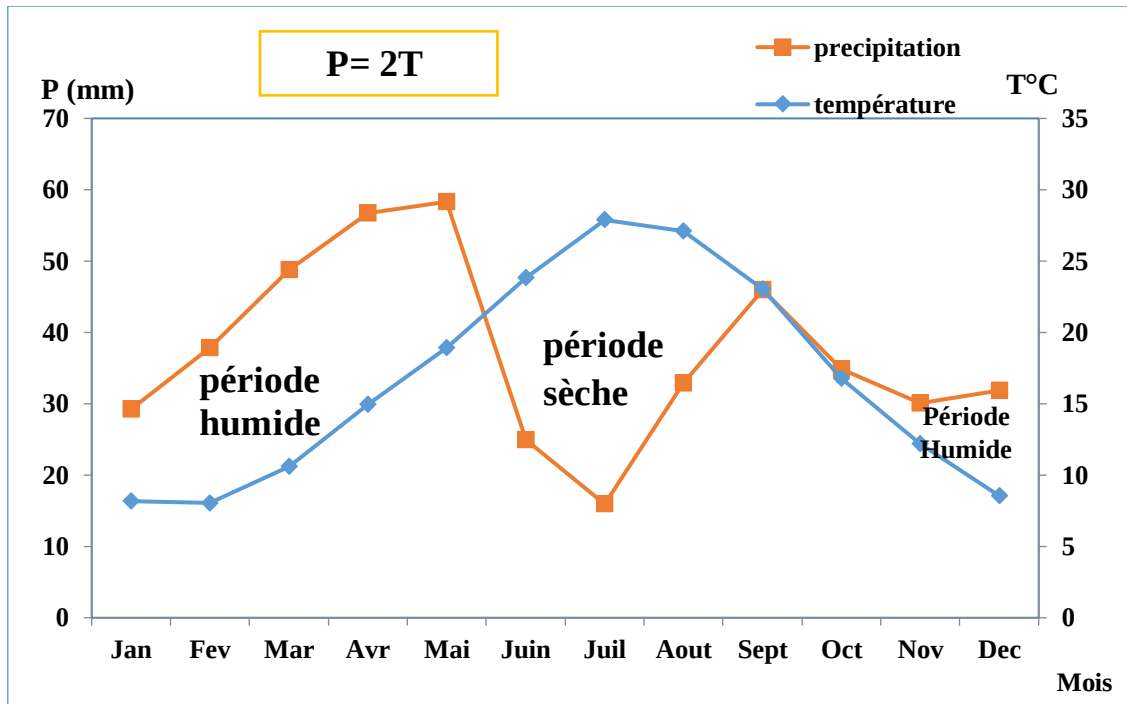


Figure 7: Diagramme ombrothermique de Gaussen et de Bagnouls

D'après cette courbe, nous pourrions dire que la zone comprend deux périodes :

- Une période sèche qui débute en fin d'mai et prend fin en début d'octobre ;
- Une période humide qui commence fin octobre et se termine et début d'avril.

Deuxième
Partie Matériel et
méthode

Partie 02 : Matériel et Méthodes

Introduction

Dans ce chapitre nous avons choisis les stations d'étude, le matériel l'utilisée les méthodes d'analyses physicochimiques des eaux effectués sur les échantillons prélevés du Barrage de Babar.

8-Modes de prélèvements et méthodes d'analyse

Pour étudier l'évolution des paramètres physico chimique de l'eau du barrage de BABAR. Pour chaque campagne sur le terrain, certains paramètres tels que la température, le pH et la conductivité électrique ont été mesurés in-situ afin d'éviter une modification significative de ces paramètres dû aux échanges éventuels que pourraient avoir les échantillons avec l'extérieur.

Les échantillons sur le site ont été prélevés dans des bouteilles en plastique de 1.5L. Ces flacons ont été préalablement lavés et rincés à l'eau distillée, afin d'éviter une éventuelle contamination (**Derwich et al.,2008 ;Merzoug,2009**).

Les échantillons prélevés sont conservés dans une glissière pour toutes les analyser dans les 48 heures qui suivent.

Les analyses au laboratoire ont concerné les paramètres qui n'affectent par la conservation des échantillons d'eau, à condition que leurs analyses soient faites dans de bonnes conditions et dans un délai ne dépassant pas les 48h après le prélèvement. Pour le mode de prélèvements, on doit :

- Etablir une liste des paramètres qui devront être analysés ;
- Localiser le ou les sites de prélèvement ;
- Déterminer les cycles et les heures du fonctionnement du procédé à analyser afin de procéder à l'échantillonnage pendant cette période ;
- L'utilisation de bouteilles en plastique numérotées pour le traitement physique et chimique.

8-1-Prélèvements

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate nécessite un grand Soins. L'échantillon doit être homogène, représentatif et sans modifier les caractéristiques Physico-chimiques de l'eau.

Les flacons utilisés ne sont pas stérilisés. On laisse couler de l'eau pendant quelques Minutes, on rince trois fois le flacon avec de l'eau analysé puis on fait les prélèvements en remplissant le flacon jusqu'au bord et on referme le flacon de telle sorte qu'il n'y ait aucune Bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport.

Après le prélèvement, le flacon doit lisiblement être étiqueté, puis mis dans une Glacière et envoyé sans retard au laboratoire accompagné d'une note portant tous les renseignements nécessaires, le transport des échantillons se fait à une température de 4°C et à l'obscurité dans des emballages isothermes permettant d'assurer une conservation satisfaisante.

8-2-Echantillonnage d'eau

Pour la réalisation de cette étude, les prélèvements dans des flacons en Polyéthylène de capacité d'un litre, tous flacons d'échantillonnage sont clairement identifiés et accompagnés d'informations suffisantes concernant la nature de l'échantillon et les raisons pour lesquelles l'examen est effectué et transporté dans une glacière avec un délai maximum de 8 heures avant l'analyse.

La sélection du site d'échantillonnage a été déterminée en fonction de l'entrée d'eau du barrage, où les échantillons sont prélevés à la position de l'eau qui remplit la chambre de la vanne de l'intérieur, le prélèvement a été effectué à partir d'un robinet relié à cette dernière.

En laboratoire

9-Analyses organoleptiques

Les paramètres organoleptiques de l'eau doivent être appréciés au moment du prélèvement :

-Test de la couleur : a été évaluée par observation oculaire de plusieurs bouteilles et flacons remplis d'eaux prélevées.

-Test de l'odeur et de la saveur : L'odeur a été évaluée par simple sensation olfactive et la saveur est décelée par dégustation qui exige à rincer la bouche avec l'eau distillée avant chaque dégustation

10-Etude des paramètres physiques

10-1-Analyses électrochimique

10-1-1-Potentiel en hydrogène

Mode opératoire

-Branchement du pH-mètre, après sa stabilité pendant quelques minutes, l'installation des électrodes aux entrées correspondantes sur l'appareil.

-Etalonnage de l'appareil à l'aide d'une solution tampon. En suite rinçage de l'électrode avec de l'eau distillée et avec l'échantillon à analyser.

-Conduire l'échantillon d'eau à analyser à la température désirée.

-Immerger l'électrode dans l'échantillon à analyser et lire la valeur de pH directement.

-Après chaque détermination de pH, on retire l'électrode, on la rince et à la fin de l'expérience on la laisse tremper dans l'eau distillée, ou dans la solution tampon ou dans une solution de KCl saturée (Rodier,2009).



Figure 8: Appareil de pH Mètre

10-1-2-Conductivité électrique

-D'une façon générale pour mesure la conductivité, opérer avec la verrerie rigoureusement propre et rincée avant usage avec l'eau distillée ;

-Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau permutée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à analyser

-Refaire la mesure dans un deuxième récipient à condition que les électrodes de platine soient complètement immergées.

-Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant, pour assurer que les bulles d'air sont éliminés sur les électrodes. Introduire alors le thermomètre aussi près que possible de la cellule. La température du liquide ne devra en aucun cas varier pendant la mesure.



Figure 9: Appareil de Conductimètre

10-1-3-La turbidité

L'appareil de mesure de la turbidité est un Turbidimètre.

L'objet de la présente est de décrire la mesure de la turbidité.

Mode opératoire

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.

La mesure est obtenue directement en NTU.



Figure 10: Appareil de Turbidimètre

10-1-4-Détermination de matière en suspension

Principe

L'eau est filtrée et le poids de matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle.

Mode opératoire

Filtrer 10ml d'eau à analyser, et sécher le papier à filtre dans l'étuve à 105°C jusqu'à la Séchasse total (pendant 15mn), et peser immédiatement et rapidement .Soit P le poids de papier a filtre. La pesée est obtenue par la méthode différentielle.

10-2-Les paramètres de pollution

10-2-1-Ammonium

Prendre 40ml de l'échantillon à analyser Ajouter 4ml de réactif 1

Ajouter 4ml de réactif 2

Ajuster à 50 ml avec l'ED et attendre 1h

L'apparition de coloration verdâtre indique la présence NH_4



**Figure 11: Réactifs 1 et 2,
Source: ADE**

10-2-2-Nitrites

Prendre 50 ml d'eau analysé

Ajouter 1 ml de réactif mixte

L'apparition de la coloration rose indique la présence NO_2



**Figure 12: Réactif mixte,
Source: ADE**

10-2-3-Nitrates

Prendre 10 ml d'eau à analyser ;

Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30% ;

Ajouter 1 ml de salicylate de sodium ;

Evaporer avec au bain-marie ou à l'étude à température laisser refroidir ;

Reprendre le résidu avec 2 ml de H₂SO₄ pur ;

Laisser 10 min ;

Ajouter 15 ml d'ED ;

Ajouter 15 ml de tertrate double de sodium et de pot ;

10-2-4-Phosphates

Prendre 40 ml d'eau analysé ;

Ajouter 1 ml d'acide ascorbique ;

Ajouter 2 ml de réactif mixte ;

Attendre 10 min le développement de la couleur ;

10-2-5-La matière organique

Prendre 25 ml d'eau d'échantillon dans une alaine praire ;

Ajouté 05 ml H₂SO₄ ;

Placé dans un bain marie (96 °C) ;

Après 10 min an ajoute oxalaine ;

Titre par KmnO₄ ;



Figure 13: dosage de nitrate, Source: ADE

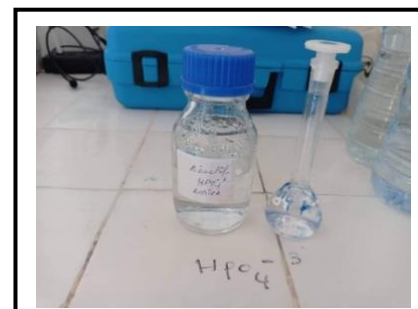


Figure 14: Réactifs HPO⁴⁻, Source : ADE



Figure 15: Expression des résultats de Matière organique

11-Etude des paramètres chimiques

11-1-Calcium

Principe

Le principe de ce dosage est de doser le calcium avec une solution d'EDTA en présence d'un Indicateur spécifique.

Mode opératoire

A 50 ml de l'eau à analyser, ajouter 0,2g de miroxyde et 2ml de NaOH 0,2 N. Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage violet.



Figure 16: Résultat de l'étalonnage Ca^+

11-2-Magnésium

Principe

Le magnésium est dosé avec une solution aqueuse d'E.D.T.A., ce dosage se fait en présence De noir eriochrome. L'E.D.T.A. réagit tout d'abord avec les ions du magnésium libre, puis Avec les ions magnésium combiné avec d'indicateur qui vire alors de la couleur violet à la Couleur bleue (Rodier et al . ,2009).

Mode opératoire

A 50 ml d'eau à analyser, sont ajouté 4 ml de NH_4OH , puis des gouttes de noir ériochrome Et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage Bleu puis notée le volume V



Figure 17: Résultat de l'étalonnage Mg^{+2}

11-3-Chlorure

Principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en Présence de chromate de potassium, la fin de réaction est indiquée par l'apparition de la teinte Rouge caractéristique du chromate d'argent (Rodier et al.,2009)

Prendre 100 ml d'échantillon +1 ml K_2CrO_3 ;

Titre avec AgNO_3 = virage rouge brique ;

Prendre 100ml d'ED +1ml k^2CrO_3 ;

Titre avec AgNO_3^- = virage rouge brique ;



Figure 18: Résultat t de l'étalonnage Cl^-

Prendre 10 ml NaCl^- + 90 ml d'ED + 1 ml $^2\text{CrO}_3$;

Titre avec AgNO_3^- = virage rouge brique

11-4-Bicarbonates

Principe

Les bicarbonates si le pH est compris entre 4,4 et 8,3. Au cours d'un dosage cimérique doublé d'une mesure de pH, à quel moment ces ions sont encore présents ou non dans l'échantillon.

Mode Opératoire

Prendre 100 ml d'échantillon + 3 gouttes méthyle d'orange ;

Titre avec H_2SO_4 = virage jaune Orange ;

Prendre 100 ml d'ED + 3 gouttes méthyle d'orange ;

Titre avec H_2SO_4 = virage jaune Orange ;

Prendre 10 ml NaOH + 90 ml d'ED + 3 gouttes méthyle d'orange

Titre avec H_2SO_4 = virage jaune orange.



Figure 19: Résultats de l'étalonnage HCO_3^-

11-5-Sodium

Peser 2.54 g de chlorure de sodium, ayant séché pendant une heure, dans une Etuve à 105°C .

Dissoudre cette même quantité dans de l'eau distillée et compléter à 1L.

Cette solution a une concentration de 1 000 mg/l de sodium. Conserver cette solution dans une bouteille en plastique.

Par dilution, préparer quotidiennement une solution de 10 mg/l en Prélevant 1 ml de la solution Précédente dans 100 ml d'eau distillée

Mesures

Faire passer au photomètre à flamme la solution d'étalonnage de 10 mg/l, trois Fois.

Faire passer les échantillons. Si la concentration en Na^+ Est supérieure à 10 mg/l, procéder à La dilution de l'échantillon.

Les concentrations correspondent aux extinctions x Facteur de dilution

11-6-Sulfate

- Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml d'eau distillée ;
- Ajouter 5 ml de la Solution Stabilisante ;

Ajouter 2 ml de Chlorure de Baryum ;

Agiter énergiquement pd 1 mn ;

Lire au spectrophotomètre.

$[\text{SO}_4^{2-}] \text{ mg/l} = \text{la valeur lue au spectrophotomètre} * \text{la dilution.}$

Chapitre
III Résultats et
1. • •

Introduction

La connaissance des paramètres physico-chimiques fait partie de l'ensemble des informations dont doivent disposer tous ceux qui sont amenés à évaluer la qualité de l'eau afin de prendre des décisions d'actions dans de nombreux domaines. On peut citer à titre d'exemple les domaines de la santé pour la surveillance de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine et pour l'irrigation

Dans ce chapitre nous présentons les résultats et la discussion des analyses effectuées sur les eaux superficielles du Barrage de Babar pour suivre et évaluer leur qualité .

Les résultats des principaux paramètres physico-chimiques et indicateurs de pollution sont représentés dans des histogrammes).

Les résultats sont ceux de ADE pour les quatre mois (janvier -mars -Avril -mai) de l'année 2022

12-Résultats et discussion

12-1-Mesure physico-chimique

12-1-1-Potentiel d'hydrogène

Les valeurs du pH des eaux de surface du barrage de Babar ne montrent pas une variation notable, avec un minimum de 7.51 dans le mois de Janvier et un maximum de 8.41 dans le mois de Mars.

La moyenne étant de 8.24. Ces valeurs témoignent d'un milieu neutre et bien équilibré.

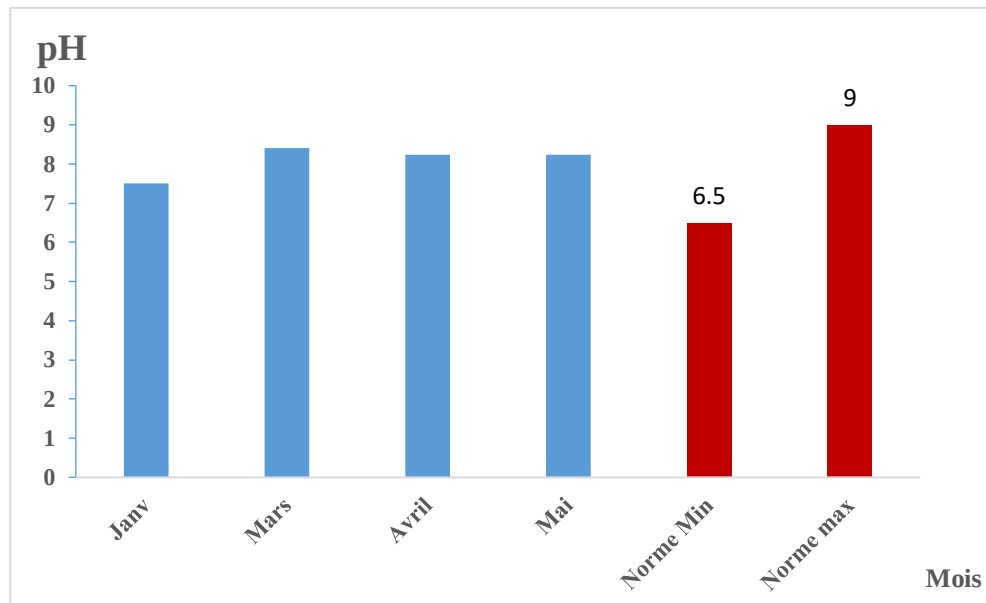


Figure 20: Variation mensuelle du pH de l'eau du barrage de Babar (Campagne 2022)

12-1-2-Température

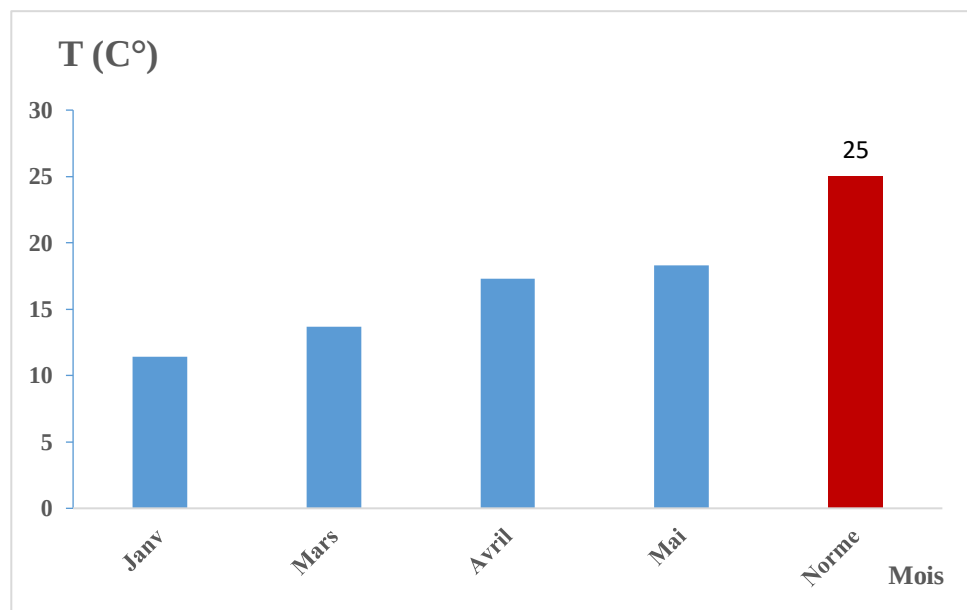


Figure 21: Variation mensuelle de la température de l'eau du barrage de Babar (Campagne 2022)

Pendant les quatre mois d'observations, la température moyenne est de l'ordre de 13.6 °C. Le minimum de la température a été observé au mois du Janvier avec 11.4°C, alors que le maximum a été enregistré au mois de Mai avec 18.3°C.

Ces valeurs de températures d'eau sont inférieures à 25°C, considérée comme valeur limite indicative fixée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour les eaux destinées à l'irrigation des cultures.

12-1-3-La conductivité électrique

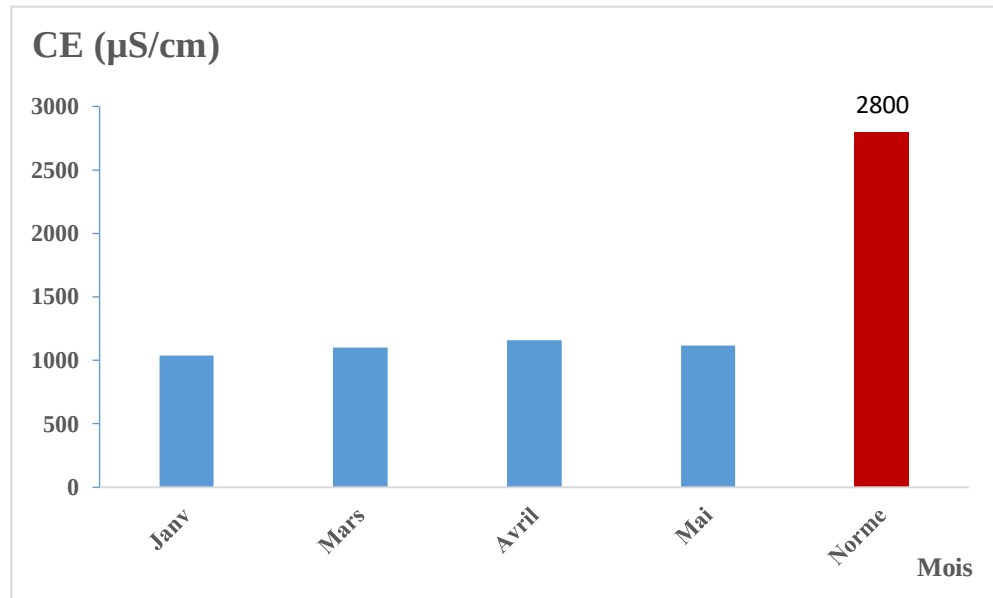


Figure 22: Variation mensuelle de la Conductivité électrique de l'eau du barrage Babar (Campagne 2022).

D'après l'histogramme (figure 22) de variation de la conductivité durant la période d'étude, montre une valeur maximale 1118 $\mu\text{S/cm}$ a été enregistrée au mois de Mai et une valeur minimale (1040 $\mu\text{S/cm}$) au mois du Janvier.

La conductivité électrique est l'un des critères de choix pour juger l'aptitude d'une eau à un usage agricole en générale, jusqu'à 750 $\mu\text{S/cm}$, l'eau est considérée comme étant de bonne qualité. De 750 $\mu\text{S/cm}$ à 1500 $\mu\text{S/cm}$, l'influence de la composition ionique et celle de la nature du sel joue un rôle prépondérant dans le choix de l'eau d'irrigation (Djeddi,2006).

Donc à partir de la relation entre la minéralisation et la conductivité électrique l'eau du barrage de BABAR présente une minéralisation importante .

12-1-3-La turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. les valeurs de la turbidité sont regroupées dans l'histogramme suivant :

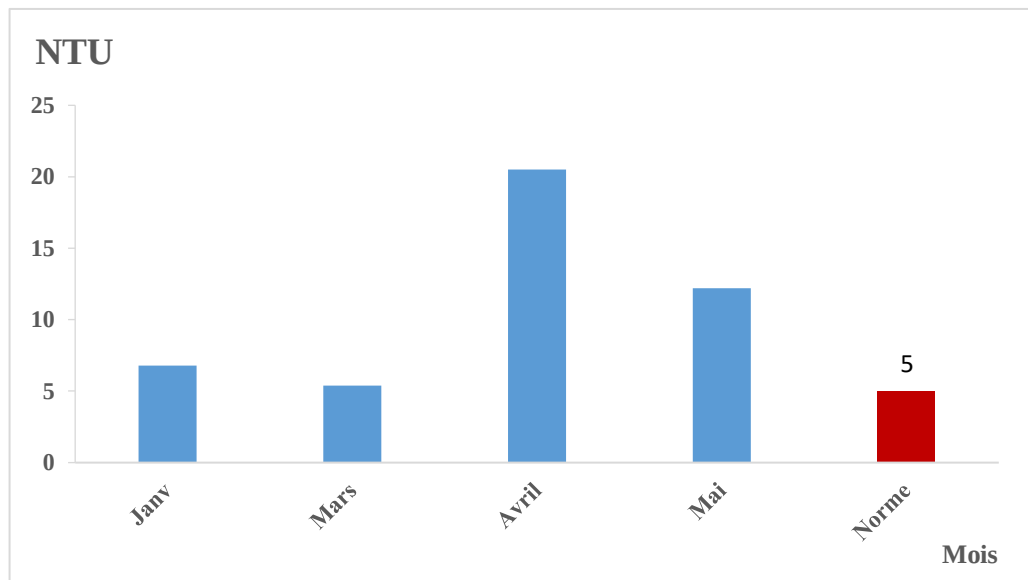


Figure 23: Variation mensuelle de la turbidité des eaux du barrage de Babar

Selon l'histogramme la turbidité mesuré dans notre étude est variée entre (5.41 et 12.2 NTU), où elles sont dépassée la norme (05 NTU) pendant tout les mois sauf au cours du mois du Mars.

Elle est probablement causée, par la présence des matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les grains de silice et les micro-organismes, ou des matières particulières issues de la dégradation de la matière animale et végétale au voisinage de la zone d'étude

12-2- L'analyse des éléments chimiques

12-2-1-L'ammonium

L'azote ammoniacal provient des excréments animales et de la décomposition bactérienne des composés organiques azotés; il est utilisé par le phytoplancton comme source d'azote et oxydé par les bactéries nitrifiantes.

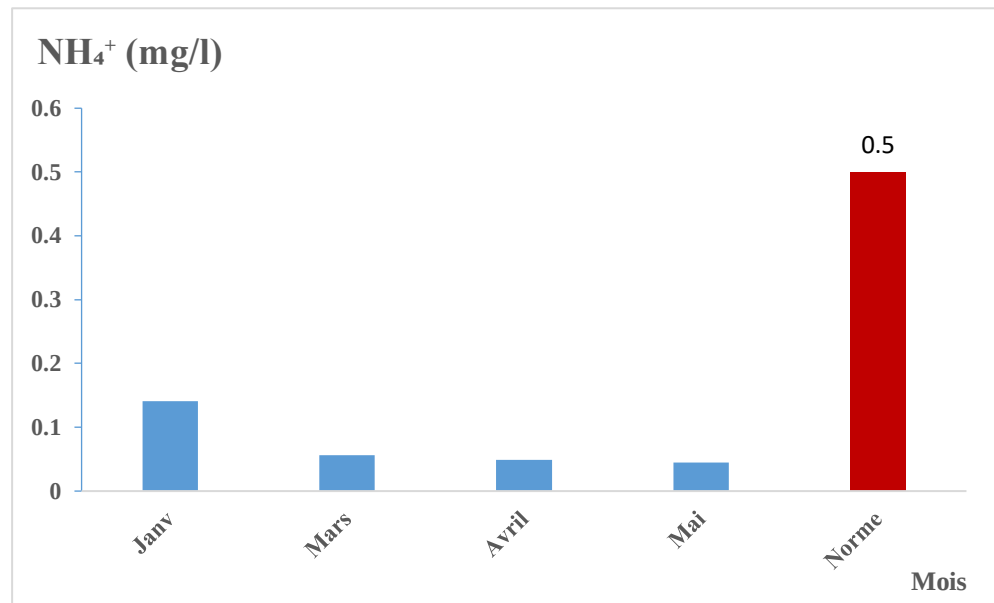


Figure 24: Variations mensuelle des teneurs en ammonium de l'eau du barrage Babar (Campagne 2022).

Selon (la figure 24) on remarque que les valeurs de l'ammonium ont présentées une faible concentration par rapport à la norme 0.5 mg/l, cette dernière représentée la valeur maximale 0.141 mg/l au mois de Janvier, et une valeur minimale 0.045 mg/l au mois de Mai.

La présence des teneurs en ammonium dans les eaux du barrage de Babar pendant la saison pluvieuse (mois de Janvier) par rapport à la saison sèche peut être due au lessivage des fertilisants utilisés dans les sols agricoles situés sur les bords du barrage.

12-2-2-Nitrite

Selon l'histogramme en remarqué les tenures en nitrite de l'eau de barrage du

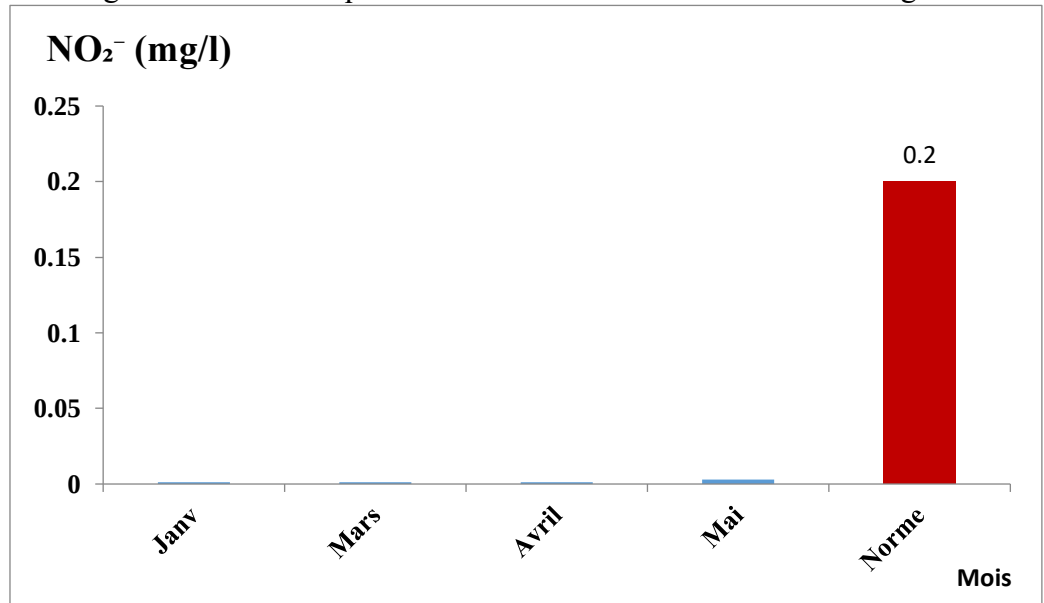


Figure 25: Variation mensuelle des teneurs nitrites des eaux du barrage de Babar

Babar varie entre une valeur minimale de 0 mg/l observée durant les mois de Janvier, Mars et Avril, et une valeur maximale de l'ordre de 0.003 mg/l enregistrée durant le mois de Mai.

Donc les teneurs en nitrite (NO_2^-) au cours de notre période d'étude sont relativement faibles. Sont acceptables et répondent aux normes.

12-2-3-Nitrate

Les concentrations des nitrates (NO_3^-) de l'eau du barrage de Babar pendant la campagne récente de 2022 sont regroupées dans l'histogramme (figure 26)

Les nitrates sont utilisés comme indicateur de pollution. Ils jouent le rôle de fertilisant pour les plantes qui assimilent l'azote sous la forme NO_3^- .

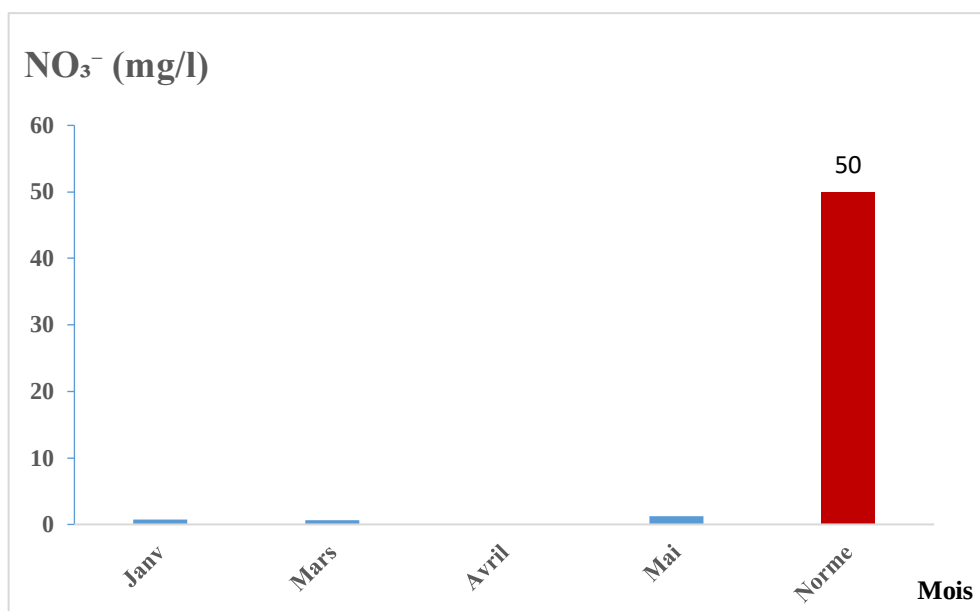


Figure 26: Variations mensuelle des teneurs en nitrate de l'eau du barrage de Babar (Campagne 2022).

L'histogramme des teneurs en nitrates montre une légère variation qui oscille entre 0mg/l au mois d'avril et 1.191mg/l au mois de Mai.

12-2-4-Phosphore

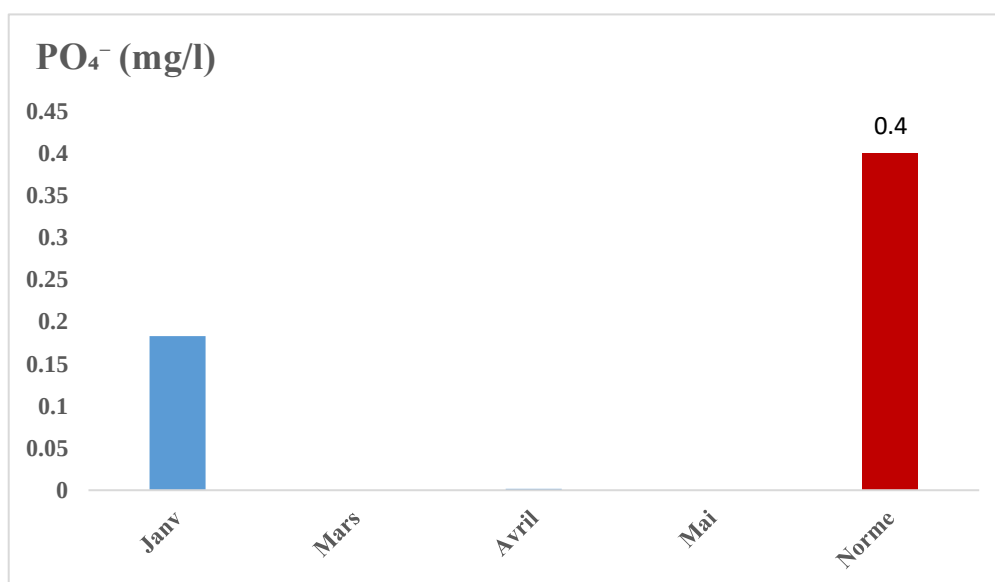


Figure 27: Variation mensuelle des teneurs en phosphore de l'eau du barrage de Babar (Campagne 2022).

Les résultats obtenus à partir des analyses de l'eau du barrage montrent que les teneurs des phosphates varient entre 0.183mg/ l comme une valeur maximale observée dans le mois de Janvier et une valeur minimale 0.002 mg /l enregistrée dans le mois d'Avril.

L'augmentation des teneurs en phosphore dans les eaux pendant la saison pluvieuse par rapport à la saison sèche peut être due au lessivage des fertilisants utilisés dans les sols agricoles situés sur les bords du barrage.

Ces résultats sont largement inférieurs par rapport aux normes (0.4 mg/l), mais peu provoquer des phénomènes d'eutrophisation locale dans le barrage.

12-3-Les éléments majeurs

12-3-1-Les cations

12-3-1-1-Calcium

Le calcium c'est un composant majeur de la dureté totale de l'eau minérale naturelle, celle-ci se charge en ions calcium quant elle traverse des terrains calcaires. Se présente dans l'histogramme suivant :

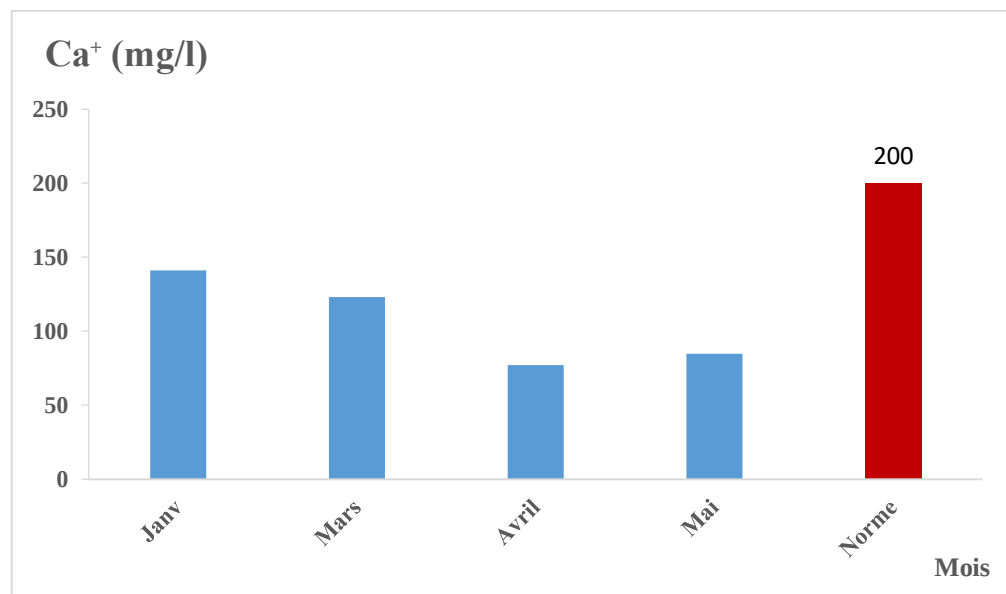


Figure 28: Variation mensuelle des teneurs en calcium des eaux du barrage de Babar (Campagne 2022).

La valeur maximale 141 mg/l est observée pendant le mois de Janvier, et la valeur minimale 77 mg/l enregistré au mois d'Avril.

Les eaux du barrage de Babar sont très riches en calcium pendant la période étudiée, avec une valeur moyenne de l'ordre de 123mg/l.

On remarque que le calcium est élevé au mois de janvier, Mars qui appartient à la saison hivernale et s'avère aux précipitations qui sont élevées pendant ces mois.

La valeur élevée du calcium peut provenir des formations gypsifères ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), qui sont facilement solubles.

12-3-1-2-Le magnésium

Le magnésium constitue un élément majeur dans la dureté de l'eau, Il joue le rôle de stabilisateur de la membrane cellulaire en protégeant la cellule de la rétention de sodium.

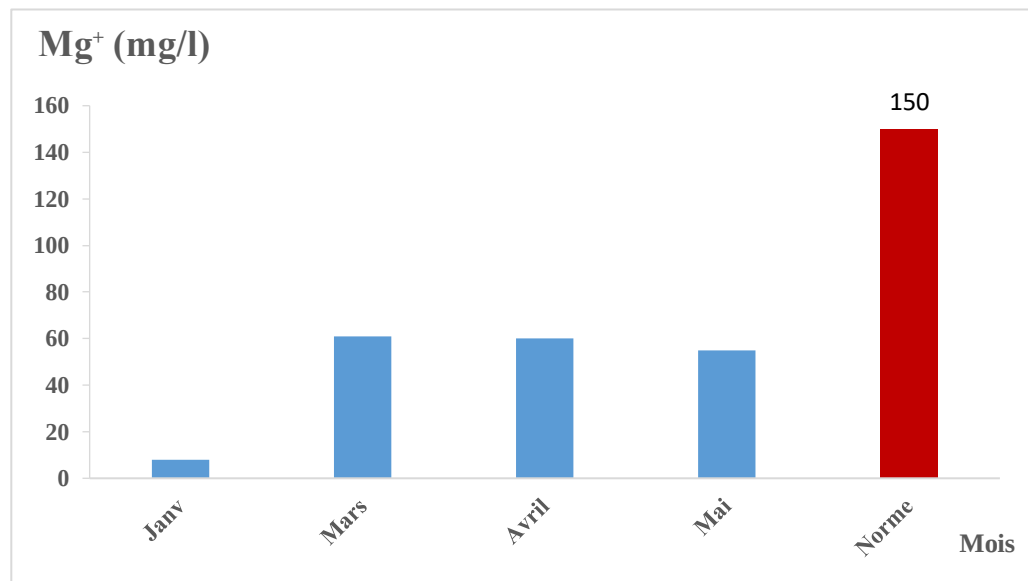


Figure 29: Variation mensuelle des teneurs en magnésium des eaux du barrage de Babar (Campagne 2022).

Selon (la figure29) on remarque que la valeur maximale 61mg/l est enregistrée dans les deux mois Mars, et Avril et la valeur minimale 8mg/l enregistrée au cours de mois de Janvier.

On peut attribuer les teneurs moyennement élevées en magnésium à la dissolution des formations dolomitiques et des calcaires dolomitiques et des minéraux ferromagnésiens qui se trouve dans le trias des formations géologiques récentes (quaternaire cailloutis et alluvions).

12-3-1-3-Sodium

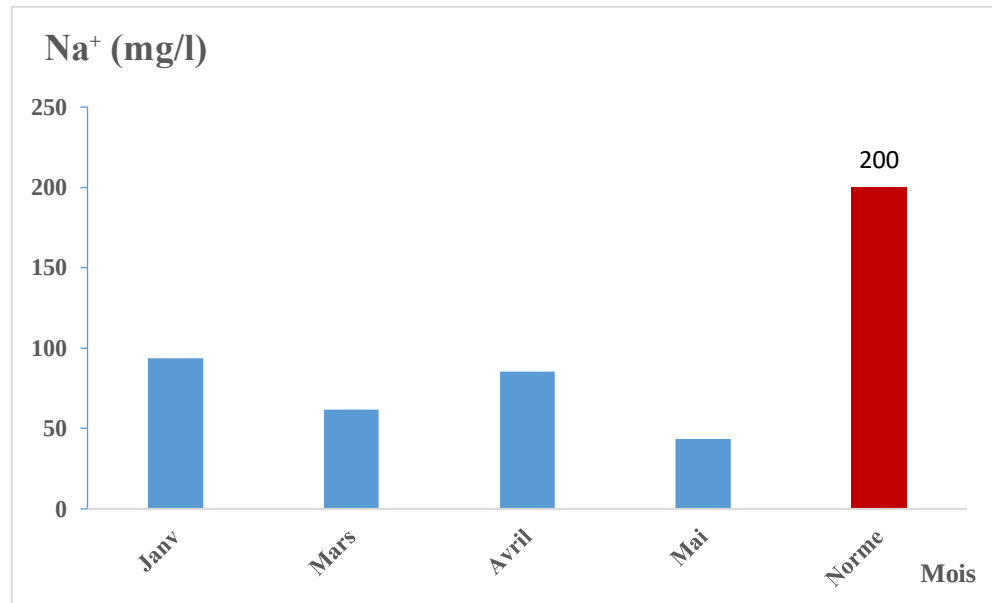


Figure 30: Variation mensuelle des teneurs en sodium des eaux du barrage de Babar (Campagne 2022).

La valeur maximale de sodium est enregistrée dans le mois de Janvier 93.6 mg/ et la valeur minimum enregistrée pendant le mois de Mai 43.6mg/l.

Les valeurs pour les eaux du barrage ne dépassent pas les normes (200mg/l)

12-3-1-4-Sulfate

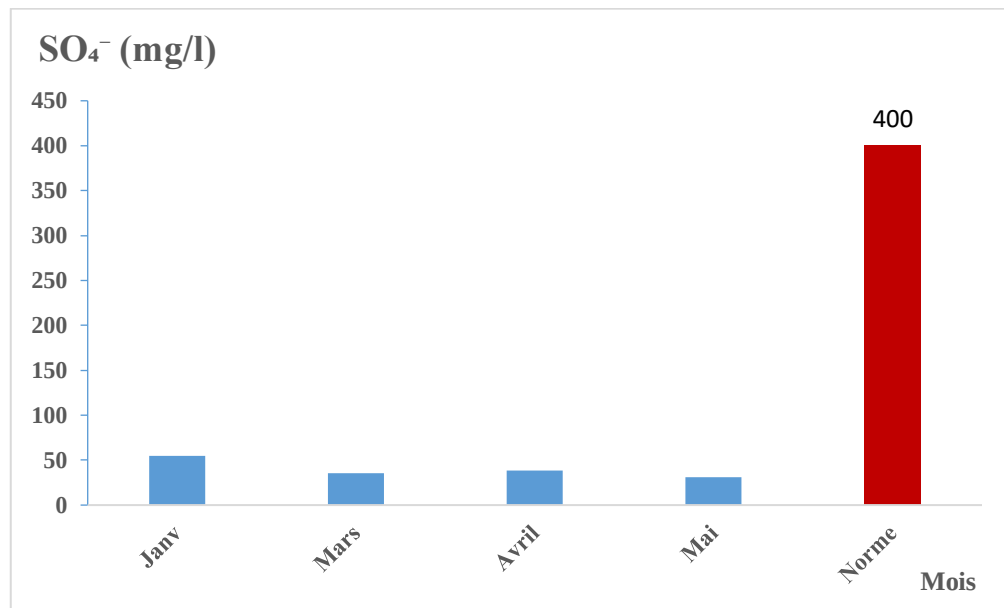


Figure 31: Variation mensuelle des teneurs en sulfate des eaux du barrage de Babar (Campagne 2022).

Dans le milieu d'étude, la valeur moyenne des sulfates est de l'ordre 35.242 mg/l.

Dans l'eau analysée, les teneurs en sulfate variaient entre 31.346 mg/l et 55 mg/l.

La valeur maximale 55 mg/l est observée dans le mois de Janvier et la valeur minimale 31.346 mg/l est enregistrée dans le mois de Mai. Ces résultats ne dépassent pas les normes (400 mg/l).

12-3-2-Les anions

12-3-2-1-Les chlorures

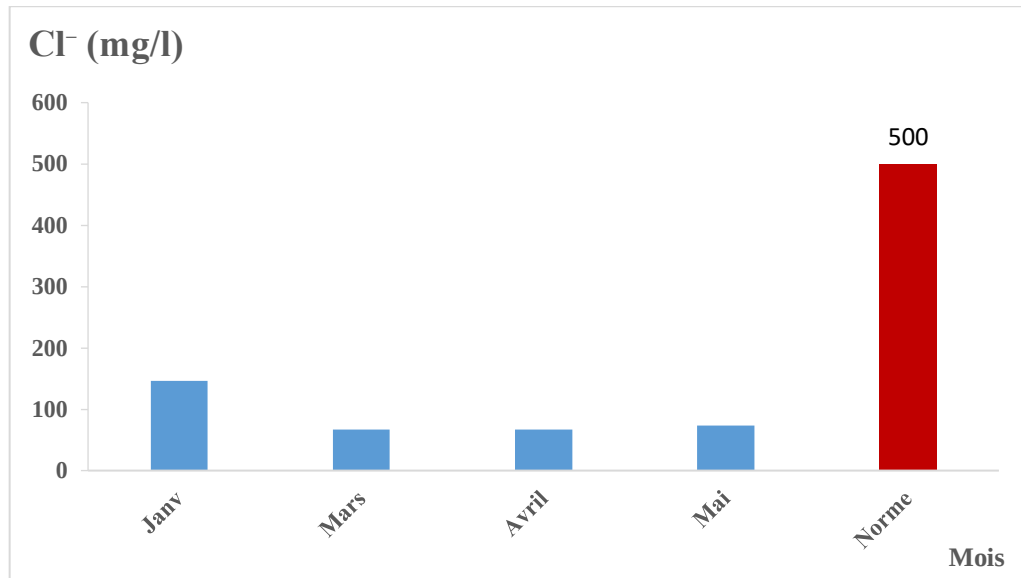


Figure 32: Variation mensuelle des teneurs en chlorures des eaux du barrage de Babar (Campagne 2022).

Les résultats des analyses effectuées au niveau des eaux du barrage de Babar présentent des teneurs variant entre 67 mg/l au mois du Mars et Avril et 146 mg/l du mois de Janvier.

Ces résultats ont montré que toutes les valeurs de ce paramètre ne dépassent pas les normes (500 mg/l).

Nous liions ces teneurs par l'effet de la percolation à travers les terrains salifères dans le remplissage Plio-Quaternaire, et lessivage des concentrations salines superficielles en cas de forte pluie (mois de Janvier).

12-3-2-2-Les bicarbonates

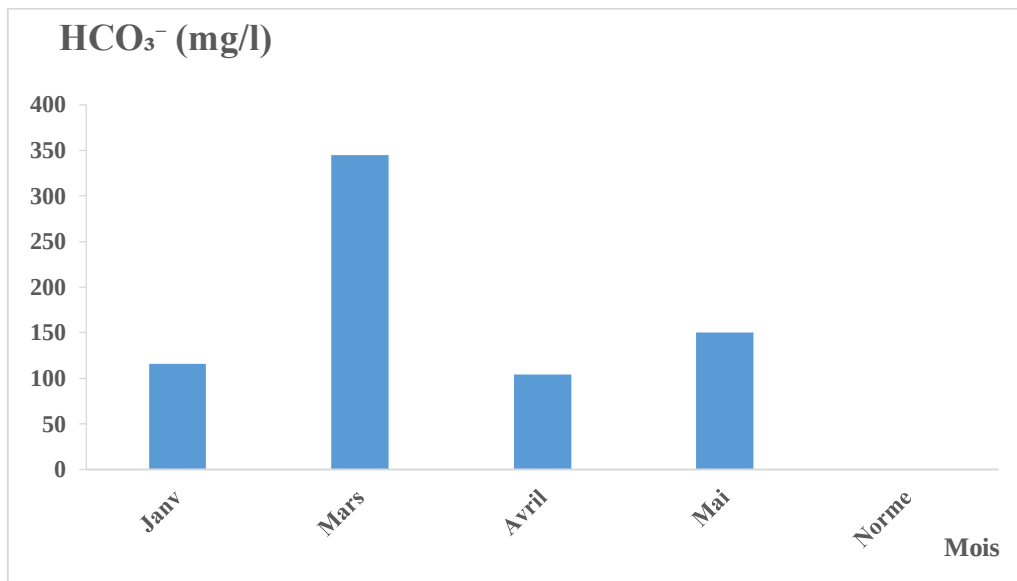


Figure 33: Variation mensuelle des teneurs en Bicarbonate des eaux du barrage de Babar (Campagne 2022).

Selon (la Figure 33) la concentration maximale est enregistrée au mois du Mars avec une valeur de l'ordre de 365mg/l et la concentration minimale est enregistrée au mois d'Avril avec une valeur de l'ordre de 104 mg/l.

12-3-Les éléments organiques

12-3-1-La matière organique

La matière organique est l'ensemble des composés carbonés et azotés issus de la dégradation des produits de la faune et de la flore. C'est la partie non encore décomposée de la pollution organique (matières vivantes mortes ou déjection d'organismes vivants). La dégradation de la MO consomme et réduit l'oxygène dissoute de l'eau nécessaire à la vie aquatique.

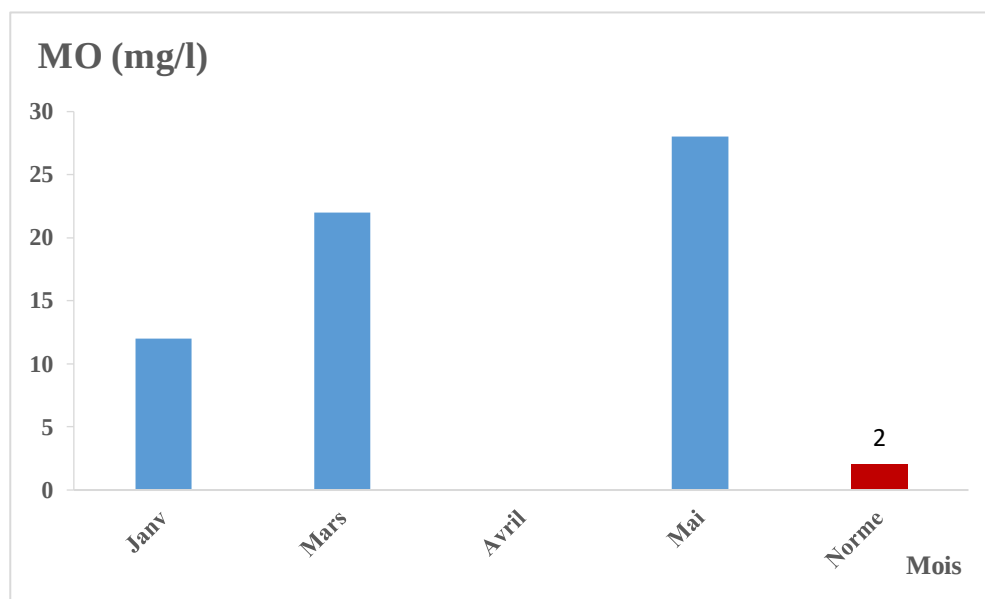


Figure 34: Variation mensuelle des teneurs en matière organique des eaux du barrage de Babar (Campagne 2022).

D'après les résultats d'analyse des eaux du barrage de Babar on constate que les teneurs en matière organiques dépassent les normes pour les différents échantillons d'eaux prélevées brute qui est de 2mg/l.

Ce qui explique probablement la présence des micro-organismes (cyanobactéries) responsables à l'augmentation du phénomène de décomposition par les phytoplanctons dans les eaux du Barrage du Babar.

13-Détermination des principaux faciès hydro-chimiques

D'après **Jaeckli (1970)** et **Gouaidia (2008)**, les faciès hydro-chimiques sont fréquemment utilisés en hydrogéologie pour décrire grossièrement la composition des eaux naturelles. La détermination de ces faciès commence par le calcul des quantités en réaction, c'est-à-dire la transformation des concentrations de mg/l au méq/l, puis la

classification des ions selon la formule ionique. Cette formule consiste donc à classer de haut en bas et par ordre décroissant, les quantités en réaction des éléments chimiques en commencent par les anions puis les cations.

Dans le but de bien identifier les faciès hydro-chimiques et d'avoir une indication sur l'aspect qualitatif des eaux, la représentation graphique des résultats d'analyses s'avère un outil inévitable.

Pour atteindre cet objectif, on a eu recours à la formule ionique pour le calcul des quantités en réaction et la classification des ions et au diagramme de Piper pour la représentation graphique des résultats.

Ce dernier permet une représentation des anions et des cations sur deux triangles spécifiques dont les côtés témoignent des teneurs relatives en chacun des ions majeurs par rapport au total de ces ions (cations pour le triangle de gauche, anions pour le triangle de droite)

14-Représentation graphique des faciès hydro-chimiques

Pour caractériser le facies chimique des eaux, une représentation graphique des points d'eau sur des digrammes, tels que ceux de Piper et Schoeller-Berkaloff, permet de donner des informations sur la qualité chimique des eaux.

14-1-Diagramme de Piper

L'objectif de notre étude est d'identifier les faciès hydro-chimiques et d'avoir une indication sur les caractéristiques physico-chimiques des eaux de la région d'étude.

Pour atteindre cet objectif, nous avons traité les résultats en utilisant le logiciel Diagrammes de Piper, créé par Roland Simler (Laboratoire d'hydrogéologie, Université d'Avignon, 2004). Ce diagramme permet de représenter la moyenne de chaque paramètre analysé. Il est composé de deux triangles, permettant de représenter les faciès cationique et anionique, et d'un losange synthétisant le faciès global. Les nuages de points concentrés dans un pôle représentent pour les différents échantillons d'eaux étudiés la combinaison des éléments cationiques et anioniques(Ben aakame,2015).

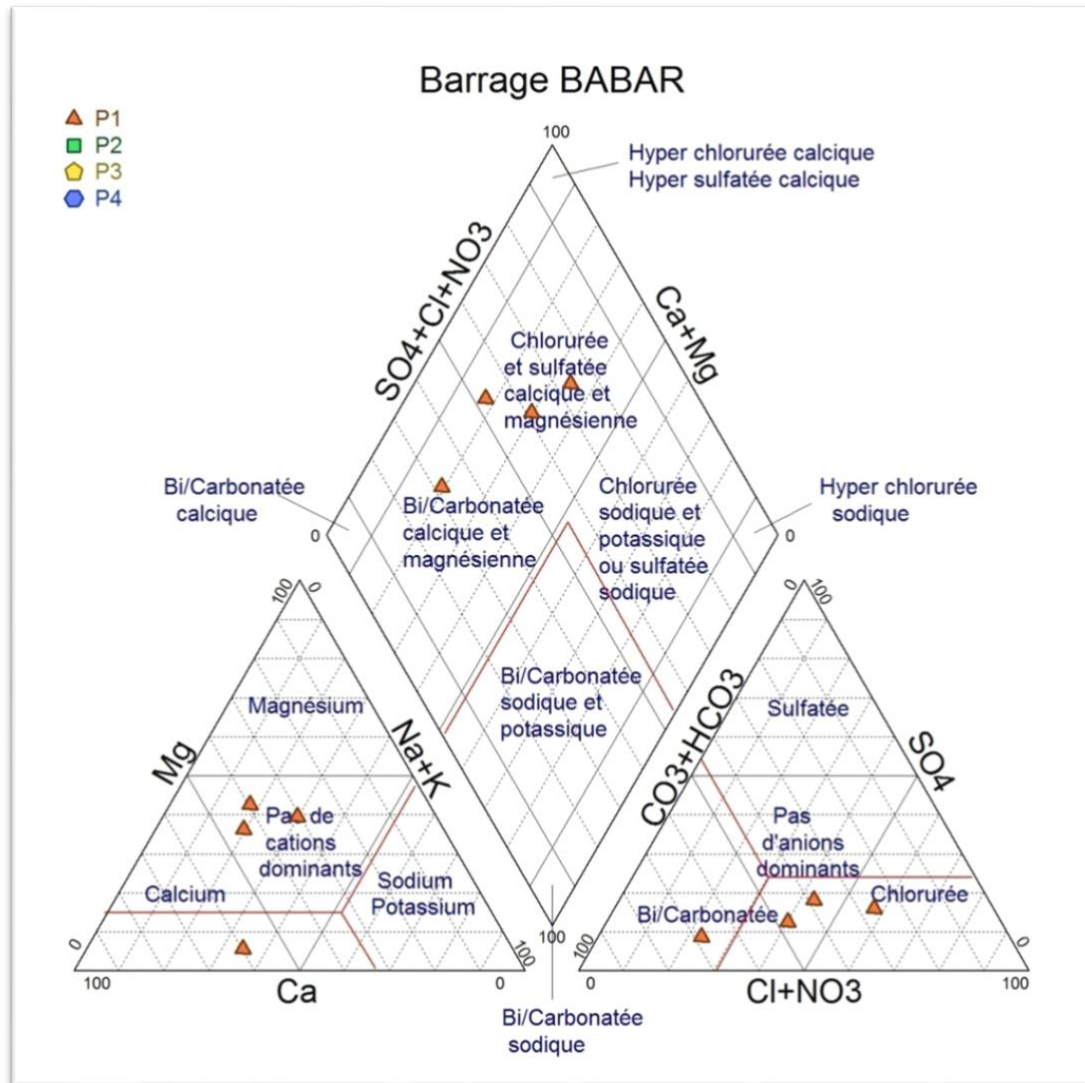


Figure 35: Représentation des échantillons des points d’eaux de la région de Babar sur le diagramme de Piper (Campagne 2022).

L’analyse de la représentation des points d’eaux de la région de Babar sur le diagramme de Piper montre que la majorité des eaux analysées sont principalement de faciès de chlorurée et sulfatée calcique et magnésienne.

14-2-Diagramme de SCHOELLER-BERKALOFF

Le diagramme de **Schoeller-Berkaloff** permet de représenter le faciès chimique de plusieurs échantillons d’eaux. Chaque échantillon est représenté par une ligne brisée.

La concentration de chaque élément chimique est figurée par une ligne verticale en échelle logarithmique. La ligne brisée est formée en reliant tous les points qui représentent les différents éléments chimiques. Un groupe d’eau de minéralisation variable mais dont les proportions sont les mêmes pour les éléments dissous, donnera une

famille de lignes brisées parallèles entre elles. Lorsque les lignes se croisent, un changement de faciès chimique est mis en évidence (Gouidia,2008).

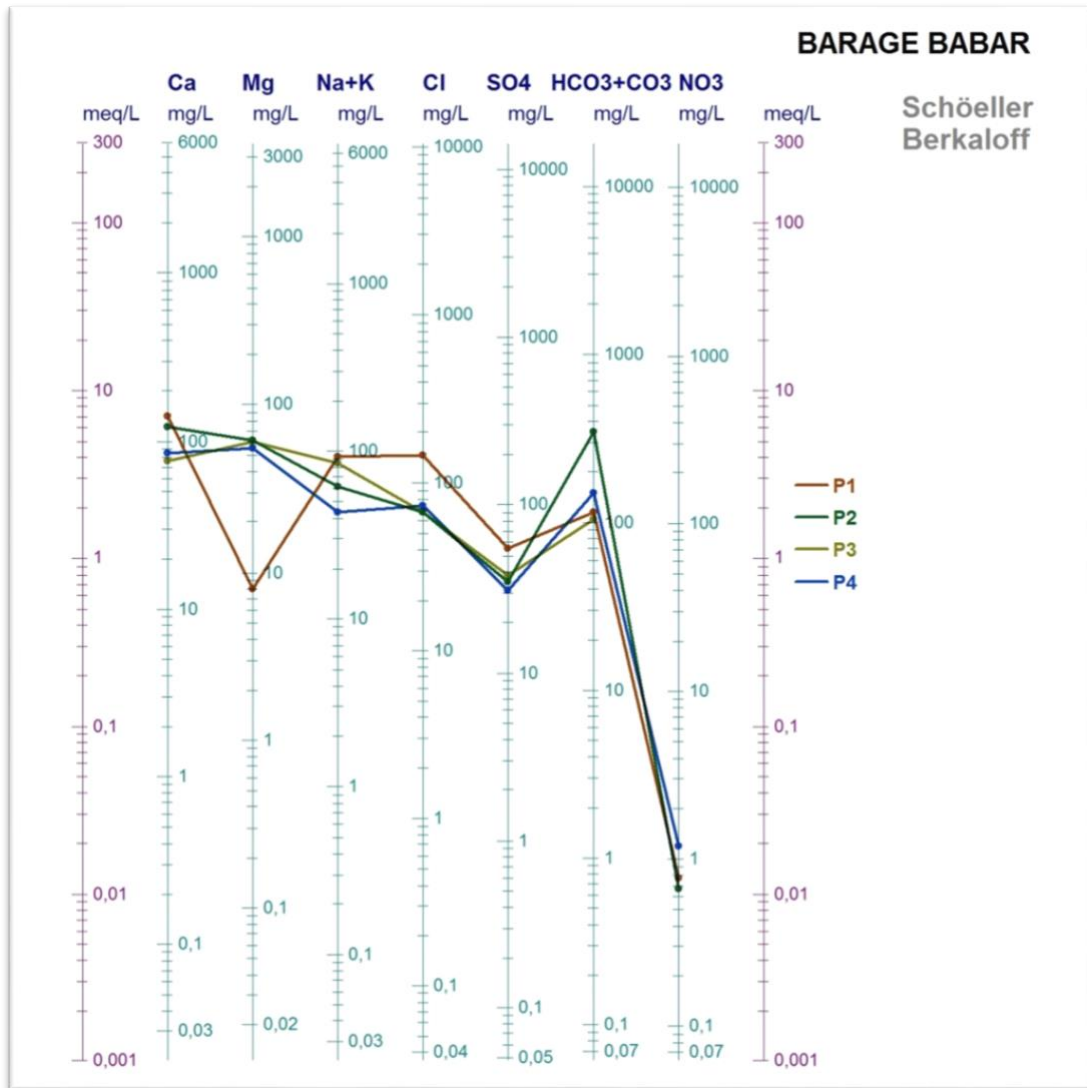


Figure 36: Diagramme de SCHOELLER-BERKALOFF des analyses des points d'eaux de la région de Babar

L'analyse du diagramme de Schoeller-Berkaloff montre que les ions dominants sont le chlorure pour les anions, et le calcium et bicarbonate pour les cations.

On remarque que les droites s'entrecroisent entre elles, ce qui traduit que les eaux sont d'origine différente ; même s'il existe des eaux qui ont le même faciès chimique.

15-Aptitude à l'irrigation des eaux de la région de BABAR

La rareté des précipitations et la forte évaporation, on contraint les agriculteurs à utiliser les des puits et des forages dans l'irrigation des terres agricoles. C'est Pour cette raison que la qualité de l'eau utilisée dans l'agriculture doit présenter les meilleurs paramètres physico-chimiques.

Nous allons essayer d'évaluer leur aptitude à l'irrigation, par la méthode de Classification de Riverside.

15-1-Classification de Riverside

Dans le but de mettre en relief l'effet de la lithologie sur l'aptitude des eaux à l'irrigation, nous avons cartographié la qualité des eaux à l'irrigation.

On définit différentes classes d'eau en fonction de leur SAR (S1 à S4).

Le diagramme de Riverside est construit en croisant le SAR (Sodium Absorption Ratio) calculé et la conductivité mesurée.

- **Classe S1C1** : Eau à salinité faible (C1) convenable pour l'irrigation de toutes les cultures avec faible risque (S1) d'accumulation des sels sauf pour les sols à faible perméabilité.
- **Classe S2C2** : Eau de salinité moyenne (C2), convenable pour l'irrigation avec précaution (S2) d'une dose de lessivage des cultures semi résistantes.
- **Classe S3C3** : Eau à salinité élevée (C3) ne convient pas aux sols à faible capacité de drainage (S3), les cultures doivent être résistantes.
- **Classe S4C4** : Eau à salinité très élevée (C4), ne convient pas à l'irrigation sous conditions ordinaires, pour quelles soit utilisée un drainage adéquat doit être mis en place pour des cultures résistantes.

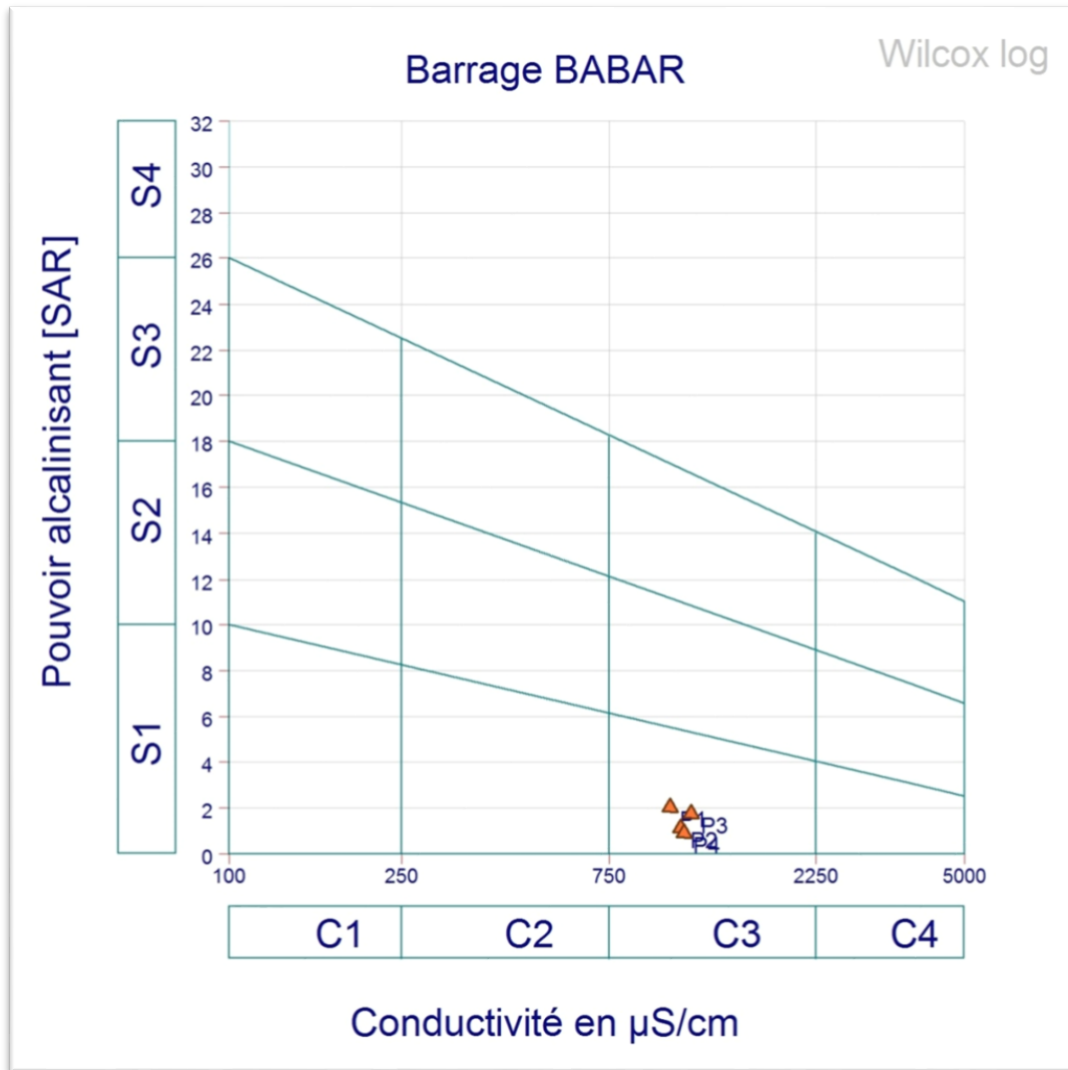


Figure 37: Représentation des échantillons des points d'eaux de la région de BABAR sur le diagramme de Riverside (Campagne 2022).

Après avoir reporté tous les points d'eau sur le diagramme de Riverside, selon la conductivité électrique et la valeur de SAR, on a pu dégager la présence d'une seule classe :

- **La classe C3S1** : Généralement, cette classe renferme des eaux admissibles pour l'irrigation des cultures tolérantes aux sels, sur des sols bien drainés ou de bonne perméabilité et la salinité doit être contrôlée.



Conclusion Générale

Conclusion générale

Cette étude a été menée dans le but de déterminer la qualité physico-chimique des eaux brutes du barrage de Babar

Au cours de cette étude nous avons mis en évidence les points suivants :

La commune de Babar est située au Sud de la wilaya de Khenchela, distante de 30km.

L'aperçu climatique de la région de la région d'étude, nous permet de distinguer que la région d'étude est caractérisée par un climat semi-aride.

Sur le plant hydro-chimique de l'eau montrent que les eaux de notre zone d'étude sont principalement de faciès de chlorurée et sulfatée calcique et magnésienne.

Les résultats des analyses physico-chimiques montrent que :

- ❖ Une température inférieure à 25°C qui est saisonnière, et un pH neutre et bien équilibre entre 7.5 à 8,41 ;
- ❖ Une moyenne de 1118 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour la conductivité électrique qui est élevée mais ne dépassant pas les normes, traduisant une minéralisation excessive, des taux importants de la matière organique et turbidité révélant une pollution organique.
- ❖ La turbidité mesuré dans notre zone d'étude est variée entre (5.41 et 12.2 NTU), où elles sont dépassée la norme pendant tout les mois sauf au cours du mois du Mars.
- ❖ D'après les résultats d'analyse des eaux du barrage on constate que les teneurs en matière organiques dépassent les normes pour les différents échantillons d'eaux brute prélevée durant la période d'étude qui est de 2mg/l.
- ❖ Des teneurs en Sulfate, Calcium, Magnésium, Chlorure, Bicarbonate, présentent des résultats conformes aux normes.
- ❖ Les eaux de la région sont riches en nitrates, phosphates mais conforme aux normes algériennes La présence de cette teneur et liée par les activités pratiquées dans la région, à savoir les cultures céréalières, maraîchère, fourragère et élevage de différentes espèces d'animaux, utilisent beaucoup d'eau.
- ❖ Au total, les résultats des analyses étaient conformes aux normes.
- ❖ La représentation des échantillons analysés sur le diagramme de Riverside montre que ces eaux ne convient pas à l'irrigation des cultures dans des conditions normales et peut être utilisées si les espèces tolérantes aux sels sur des sols

particulièrement bien drainés, l'évolution de la salinité doit cependant être contrôlée.

Donc la qualité des eaux du barrage de Babar et leur variation temporelle sont dues à plusieurs paramètres :

- ❖ La lithologie des terrains traversés (dissolution et précipitation des sels) ;
- ❖ La pollution anthropique (le déversement de l'eau usée, l'utilisation intensive des engrais chimiques) ;
- ❖ La variabilité climatique (les précipitations et l'évaporation).

***Références
Bibliographiques***

Références bibliographiques

(A)

- ❖ **(Aziezk et al ,(2020)** Etude hydro-écologique « planctonique » du barrage Koudiet Medouar (Barrage Timgad)
- ❖ **Achour S, K Moussaoui Environmental technology 14 (9), 885-890,(1993).**
- ❖ **Achour, S,(2001).** Incidence des procédés de chloration, de floculation et Algérie. 231 p.
- ❖ aménagement et environnement. Thèse d'état en Hydrogéologie. Université Mentouri,
- ❖ **Anonyme,(1973).** Notice explicative de la carte géologique de la Wilaya de Khenchela au 1/50000, Sonatrach, Division hydrocarbures, Direction exploration, 13p.
- ❖ **Arzate, A,** Procédés de séparation membranaire et leur application dans l'industrie alimentaire. 2008, Centre ACER: Saint-Norbert d'Arthabaska, Québec

(B)

- ❖ **Ballara.S,(2005) :** Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective cas de la nouvelle ville Ali Mendjeli(Constantine). Thèse de Magistère. Université Mentouri Constantine, 260p.
- ❖ **Bchitou,(2001).** Bchitou, R., 2001. Le suivi des métaux lourds dans les eaux et les sédiments du moyen Sebou : laboration d'un lan d'e rien e a in d' li iner le ro e. se de do torat d' tat a ult des Sciences Université Mohammed V-Agdal Rabat
- ❖ **BEAUDRY Jean-Paul :** Traitement des eaux ;Editeur : Copyright ; Année de publication :1984 (231pages)
- ❖ **BEHLOUL SAMIA,(2009) :** EVALUATION DE LA MATIERE ORGANIQUE DANS L'EAU DU BARRAGE DE TIMGAD. Mémoire de magister En Chimie de l'Eau / Dessalement et Environnement. Faculté des sciences département de chimie. Université el hadj Lakhdar Batna.
- ❖ **BELALA Salima** Recherches hydrobiologiques sur l' Oued Youkous- (Wilaya de Tébessa Est d'Algérie) -Bioécologie des macro-invertébrés et distribution spatiale des peuplements
- ❖ **Belhadj et al ,(2006).** Belhadjet Kazdaghli, K. Jaballah, N. B., Bouziri, A., Kchaou, W., Hamdi, A., Mnif, K (2006). Epidémiologie des infections

bactériennes nosocomiales dans une unité de réanimation néonatale et pédiatrique tunisienne. Médecine et maladies infectieuses, 36(7), 379-385.

- ❖ **Belhadj, S., ... & Kazdaghi, K. Jaballah, N,B,Bouziri, A,Kchaou,W,Hamdi, A, Mnif,K,(2006).** Epidémiologie des infections bactériennes nosocomiales dans une unité de réanimation néonatale et pédiatrique tunisienne. Médecine et maladies infectieuses, 36(7), 379-385.
- ❖ **Belkhiri,(2011).**Belkhiri L., 2011. Étude de la pollution des eaux souterraines : cas de la plaine d'Ain Azel Est Algérien. Thèse de doctorat en science. Université de Batna
- ❖ **Belkoun,(2017).**belkoun noureddine , 2017 " l'apport de l'hydrochimie et des isotopes de la molécule d'eau dans l'étude de l'impact des eaux de barrage sur la qualité des eaux souterraines dans les bassins endoreiques. cas du bassin de chemora. algerie-" présentée en vue de l'obtention de diplôme de doctorat lmd en ecologie et environnement orientale université abbes laghrour khenchela
- ❖ **Benlatrech. T,(2006).**les édifices publics. Thèse de Magistère. Université Mentouri Constantine, 212p.
- ❖ **Besbes M,(2010).** Hydrogéologie de l'ingénieur, Centre de Publication Universitaire, Tunisie, ISBN : 978-9973-37-617-6, 350 p.
- ❖ **Bosca,(2002) BOSCA C.,(2002).** **Groundwater law and administration of sustainable development, Mediterranean. Magazine Science, training & Technology, 13-17.**
- ❖ **Bouafia, H,(2015).** Hydrodynamique souterraine et transfert des réservoirs profonds (couplage Architecture stratigraphique vulnérabilité et risque de pollution) dans la région de Khenchela. Mémoire De magister. Université badji mokhtar-annaba. 133p
- ❖ **Bouaroudj, S,(2012).**Evaluation de la qualité des eaux d'irrigation.Mémoire de fin
- ❖ **BOUCHAIBA, A,& NOURI, M,(2019).** Suivi de la qualité physico-chimique des eaux du barrage K'Sob utilisées en irrigation dans la plaine de M'Sila (Sud-Est algérien) (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).
- ❖ **Bremond R, Vuichard R,(1973).** Paramètres de la qualité des eaux, OSPEPE, Paris. chimie des eaux de surface.Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement. Constantine. 306 p.

(C)

- ❖ **Couture, I., (2004).** Principaux critères pour évaluer la qualité de l'eau en micro-Irrigation, Ed Québec, 13 p.
- ❖ **Couture, I., (2004).** Principaux critères pour évaluer la qualité de l'eau en micro-d'adsorption sur l'évolution de composés organiques et minéraux des eaux naturelles. d'étude. Université de Constantine, Algérie.

(D)

- ❖ **Degrémont S.A. Mémento Technique de l'eau (1989).** Technique et documentation, Edition Française, Tome 1.
- ❖ **Degrémont, (2005)** Degrémont, G., Mémento technique de l'eau, Tome 1, 10^{ème} édition, Edit. Tec et doc, pp 3- 38., 2005.
- ❖ **Djebaili, S. & Djellouli, Y., (1984).** Synthèse sur les relations flore-climat en zone aride Cas de la Wilaya de Saïda. Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques, 131(2-4), 249-264.
- ❖ **Djeddi, (2006).** Djeddi H., 2006. Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Mémoire magister, Université Mentouri Constantine .144p
- ❖ **Djeddi, (2006).** eaux de consommation de la ville d'Annaba (Algérie). Larhyss Journal, n°19, pp.

(F)

- ❖ **Faurie et al, (2003).** Faurie, C., Gabriel, B., ... & Miklavčič, D. Valič, B., Golzio, M., Pavlin, M., Schatz, A (2003). Effect of electric field induced transmembrane potential on spheroidal cells: theory and experiment. European Biophysics Journal, 32(6), 519-528

(G)

- ❖ **Gaagai, A, (2009).** Étude hydrologique et hydrochimique du bassin versant du barrage de Babar sur Oued El Arab région est de l'Algérie, mémoire de magistère. Université de Batna 117p.
- ❖ **Gaagai, (2009).** : Etude hydrologique et hydrochimiques du bassin versant du barrage de Babar sur oued El Arab région Est de l'Algérie. Mémoire Magister, départ d'hydraulique .univ-Batna.108 page
- ❖ **Gouaidia, L, (2008).** Influence de la lithologie et des conditions climatiques sur la variation des paramètres physico –chimiques des eaux d'une nappe en zone semi aride, cas de la nappe de Meskiana Nord-Est Algerien. Thèse doctorat. Univ Badji Mokhtar Annaba.101p

- ❖ **Guiraud, R,(1973).** Evolution post-Triasique de l'Avant pays de la chaine alpine en Algérie d'après L'étude du bassin du Hodna et des régions voisines. Thèse Sci. Univ. Nice, 270 p.
- ❖ **Haddad H, Ghoualem H,(2014).** Caractérisation physico-chimique des eaux du bassin hydrographique côtier algérois. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°18, Juin 2014, pp. 155-167.
- ❖ **Hayzoun,(2014).**Hayzoun H. Caractérisation et quantification de la charge polluante anthropique et industrielle dans le bassin du Sebou. Thèse de Doctorat. Université de Toulon (France), 2014,175 in science internationale, Paris, 786p irrigation, Ed Québec, 13 p.

(J)

- ❖ **Jaekli, H,(1970).** Criteria for the classification of ground-water occurrences. Geology of the swissecolga.

(K)

- ❖ **Kahoul, M. & Touhami M,(2014).** Evaluation de la qualité physicochimique des eaux de consommation de la ville d'annaba (Algérie). Larhyss Journal n°19 pp.
- ❖ **KEMMER, F,(1984).** Le manuel de l'eau. Edition : **TEC et DOC, Lavoisier, Paris,55p.**
- ❖ **Khemici Farida et Anrh Drc souma,(2008).**Etude hydrobiologique du barrage lakehal en 2008 , ingénieur biologiste 2008 , Agence national des ressources hydrauliques

(L)

- ❖ **l'OMS OM,(2008).**OMS., 2008. Guidelines for Drinking Water Quality, 3rd ed. Vol 1. Incorporating the first and Second Addenda, WHO, Geneva (2008): ISBN 978 92 4 154761 1
- ❖ **Labed et Si Bachir,(2015).**Labed, A., et Si Bachir, A. (2015). Biodiversité et dynamique spatio-temporelle de la communauté phytoplanctonique de la zone humide artificielle du barrage
- ❖ **Laffitte, R,(1939).** Etude géologique de l'Aurès. Bull. Serv. Carte géol. Algérie, 2ème sér., Stratigr.Descript. Région. N°15, 451p.
- ❖ **Legube,(2015).**Legube, B., Production d'eau potable: Filières et procédés de traitement. 2015: Dunod
- ❖ **LOUNNAS AMEL,(2009).**amélioration des procèdes de clarification des eaux de la station Hamadi-Kroma de Skikda. Thèse de Magister Présenté à l'université

du 20 Août 1955 Skikda Faculté des Sciences Département des Sciences Fondamentales Spécialité : Chimie Option : Pollutions Chimiques & Environnement.

(M)

- ❖ **Mebarki A,(2005).** Hydrologie des bassins de l'Est Algérien: ressources en eau,
- ❖ **Merzoug S,(2009).** Etude de la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau de l'écosystème .Lacustre Garaet Hadj-Taher (Benazzouz, Wilaya Skikda). Mémoire de Magister. Université 08 Mai 1945 de Guelma. 3-13p
- ❖ **Meybeck, M,Friedrich, G,Thomas, R. Chapman, D,(1996).** Rivers Water quality
- ❖ **Molinie,(2009).** Molinie, L. , Dispositifs rustiques d'alimentation et de Traitement de l'eau potable pour des services de petites tailles en régions défavorisées, Agro Paris Tech, Montpellier Cedex 4, 7p., 2009.
- ❖ **monitoring,** Chapman edition, 2nd ed. E & FN Spon, London.pp 49-58.
- ❖ **Mouchet J, M Coosemans,(1991).**dspacetest.itg.be
- ❖ **Moudallal, S,(1997).** Les ressources hydrauliques au liban. 1re ed., dar el fekr el arabi (éditeur), beyrouth, liban, 62 p.
- ❖ **Moussa, M.D.H., (2005).** Caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines.11 9p.

(R)

- ❖ **Rachid BEN AAKAME,(2015).** THÈSE DE DOCTORAT Caractérisation hydro-chimique, toxicologique et évaluation des risques sanitaires des eaux souterraines de la région de Sidi-Kacem (Maroc)
- ❖ **Ramade F,(1998).** Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Ed
- ❖ **Ramade F,(1998).** Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Ed inscience
- ❖ **Ramade, F.,Cosson, R.,Echaubard, M., Le Bras, S., & Moreteau, J. C,(1984).** Détection de la pollution des eaux en milieu agricole. Bulletin d'écologie, 15(1), 21-37.
- ❖ **Rodier et al ,(2009).**Rodier J. (2009). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 9ème édition (Entièrement mise à jour), Ed. Dunod, Paris. pp326.
- ❖ **Rodier et al,(2009):** L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eau de mer. 8^{ème} Ed. Dunod. Paris, 1383 pp

- ❖ **Rodier J,(1996).** L'analyse de l'eau, Eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer, 8eme édition, Ed, Dunod, Paris, 1434 p.
- ❖ **Rodier,(1996).** RODIER, J. (1996). -L'analyse de l'eau, Eaux naturelles - eaux résiduaires- eau de mer ,8ème edt,Dunod: 1383p,
- ❖ **Rodier,(2005).** Rodier J., 2005., L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8ième édition: Dunod, Paris.
- ❖ **Rodier,(2005).**RODIER.,(2005) : L'analyse de l'eau (eau naturelles, eau résiduaires, eau de mer)
- ❖ **Rodier,(2009):** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 9eme
- ❖ **Roger-Estrade, J & Doré, T, Martin, P, Le Bail, M, Ney, B,(2006).** L'agronomie aujourd'hui. Editions Quae.
- ❖ **Roux,(1970).**ROUX, M. (1970). - Analyse biologique de l'eau. Edt. Lavoisier. Tech et Doc: 230p.

(S)

- ❖ **SANTE CANADA,(2006).** Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique – Les trihalométhanes. Bureau de la qualité de l'eau et de la santé, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada, Ottawa (Ontario).
- ❖ **SARI HASSIBA,(2014) :** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source. Mémoire de Magister option sciences des aliments. Université Abou Baker Belkaid Tlemcen.
- ❖ **Soltner D,(1999).** Les bases de la production végétale. Édition science et techniques agricole tome I le climat. Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Hydrauliques. Université de Tizi-Ouzou,

(V)

- ❖ **VILA, J,M,(1977).** Carte géologique de l'Algérie et notices explicatives. Institut national de Cartographie. Algérie
- ❖ **Villers J, Squilbin M, yourassowsky C,(2005).** Qualité physicochimique et chimiques des eaux de surface institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement.

(W)

- ❖ **Wheal, C,(1991).** Freshwater pollution. Nairobi . United Nations Environnement Programme. UNEP/GEMS Environment Library No 6, Montréal, Canada, 36 p
(Y)

- ❖ **Yagoubia, B. E. R. R. A. H. A. L,(2019).** Evaluation de la matière organique dans les eaux de surface des barrages de l'ouest d'Algérie et évolution des trihalomethanes et le plomb dans le réseau d'eau Potable (Doctoral dissertation)

Sites d'internet :

- ❖ <http://dspace.univ-jijel.dz:8080/xmlui/handle/123456789/308>
- ❖ <https://books.openedition.org/irdeditions/4891?lang=fr>
- ❖ <https://books.openedition.org/irdeditions/4891?lang=fr>

A decorative pink scroll graphic with a vertical strip on the left and a horizontal body. The word 'Résumé' is centered in the horizontal body.

Résumé

Résumé

L'eau est la base de la vie et l'homme l'utilise dans toutes les activités de sa vie. L'effet de la qualité de l'eau d'irrigation sur les cultures est une source de préoccupation pour les agronomes et les économistes.

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer la qualité physique et chimique de l'eau du barrage de Babar, situé au Sud de la ville de Khenchela, et leur aptitude à l'irrigation.

L'aperçu climatique de la région de la région d'étude, nous permet de distinguer que la région d'étude est caractérisée par un climat semi-aride.

Sur le plant hydro-chimique de l'eau montrent que les eaux de notre zone d'étude sont principalement de faciès de chlorurée et sulfatée calcique et magnésienne.

Les résultats des analyses physico-chimiques montrent que, les résultats des analyses étaient conformes aux normes algérienne.

La représentation des échantillons analysés sur le diagramme de Riverside montre que ces eaux ne conviennent pas à l'irrigation des cultures dans des conditions normales et peuvent être utilisées si les espèces tolérantes aux sels sur des sols particulièrement bien drainés, l'évolution de la salinité doit cependant être contrôlée.

Mots clés : Barrage, Babar, physico-chimique, eaux brute, irrigation .

Abstract

Water is the basis of life and man uses it in all activities of his life. The effect of irrigation water quality on crops is of concern to agronomists and economists.

The main objective of this study was to evaluate the physical and chemical quality of the water of the Babar dam, located south of the city of Khenchela, and their suitability for irrigation.

The climatic overview of the study area, allows us to distinguish that the study area is characterized by a semi-arid climate.

On the hydro-chemical plant of the water show that the waters of our study area are mainly of facies of chloride and sulfate calcic and magnesian.

The results of the physico-chemical analyses show that, the results of the analyses were in conformity with the Algerian standards.

The representation of the analyzed samples on the Riversidem diagram shows that these waters are not suitable for crop irrigation under normal conditions and can be used if the species tolerant to salts on particularly well drained soils, the evolution of salinity must however be controlled.

Key words: Dam, Babar, physico-chemical, raw water, irrigation.

ملخص

الماء هو أساس الحياة ويستخدمه الإنسان في جميع أنشطة حياته. إن تأثير جودة مياه الري على المحاصيل يثير قلق المهندسين الزراعيين والاقتصاديين.

كان الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية لمياه سد بابار ، الواقع جنوب مدينة خنشلة، ومدى ملائمتها للري.

تتيح لنا النظرة المناخية لمنطقة الدراسة التمييز بين أن منطقة الدراسة تتميز بمناخ شبه جاف.

في مصنع الهيدروكيميائية من المياه تبين أن مياه منطقة دراستنا هي أساسا من سحنة من كلوريد وكبريتات كالكسك والمغنيزية.

وتبين نتائج التحليلات الفيزيائية-الكيميائية أن نتائج التحليلات كانت مطابقة للمعايير الجزائرية.

يوضح تمثيل العينات التي تم تحليلها على مخطط ريفرسيديم أن هذه المياه ليست مناسبة لري المحاصيل في ظل الظروف العادية ويمكن استخدامها إذا كانت الأنواع التي تتحمل الأملاح في التربة جيدة التصريف بشكل خاص ، يجب التحكم في تطور الملوحة.

الكلمات المفتاحية: سد ، بابار ، فيزيائي كيميائي ، مياه خام ، ري.