



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère De l'Enseignement Supérieur et De la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABBES LAGHROUR KHENCHELA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

MÉMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de
Master

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et l'environnement

Option : protection des écosystèmes

Thème

**Typologie de la qualité physico-chimique
de l'eau du barrage de Babar(Khenchela)**

Présenté Par :

**Zouaoui Ibtissam
Hagain Bariza**

Soutenu le : juillet 2021

Devant le jury :

Présidente: M^{me} Ouanes M

MCB Univ. Abbes Laghrou- Khenchela

Promotrice : M^{me} Mezhoud A

MAA Univ. Abbes Laghrou- Khenchela

Examinatrice : M^{me} Berkani C

MCB Univ. Abbes Laghrou- Khenchela

Année 2020- 2021

Remerciement

Au terme de ce modeste travail, nous tenons à remercier le Bon Dieu de nous avoir donné courage, volonté et surtout santé pour réaliser ce travail.

Il est tout naturel aussi que nos premiers remerciements soient alloués Mme Mezhoud.A qui nous a encadrés pendant ce travail. On tient à lui témoigner toute notre reconnaissance pour son soutien, son écoute et pour nous avoir consacrés autant de temps.

Un grand merci également aux Mme Ouanes.M de son dévouement et de ses conseils judicieux qui m'ont été d'un grand soutien

On remercie aussi les membres de jury, Mme Ouanes.M, Mme Berkani Ch, pour avoir accepté de juger ce mémoire.

Je tiens à remercier sincèrement toutes les personnes qui m'ont aidé de loin ou de près à réaliser ce travail.

Finalement, je tiens à remercier mes parents et mes amies pour leur aide et leurs encouragements tout au long de mes études.



Abdessam @Bariza

Dédicace

Dédicace



Je dédie ce modeste travail ; fruit de plusieurs années de travail et de patience.

- ❖ *A ma mère qui ma beaucoup aide durant toute ma vie à réaliser mon rêve par leur tendresse, confiance, ainsi que leur amour.*
- ❖ *A mon père pour ces sacrifices, son affection et ses conseils que dieu face qu'il vit assez longtemps.*
- ❖ *A mes chers frères. Surtout mon frère Hocin*
- ❖ *A mon binôme : Ibtissam*
- ❖ *A mes amies et mes sœurs Ibtissam, Imen et Ranya qui ma partage les meilleures moments.*
- ❖ *A mon fiancé pour sa présence et son soutien moral de tous les jours.*
- ❖ *A toutes la promotion d'écologie et environnement.*

Bariza



Dédicace

Dédicace



Je dédie ce modeste travail ; fruit de plusieurs années de travail et de patience.

- ❖ *A ma mère qui ma beaucoup aide durant toute ma vie à réaliser mon rêve par leur tendresse, confiance, ainsi que leur amour.*
- ❖ *A mon père pour ces sacrifices, son affection et ses conseils que dieu face qu'il vit assez longtemps.*
- ❖ *A mes chers frères.*
- ❖ *A mon binôme : Bariza*
- ❖ *A mes amies et mes sœurs Bariza, Imen et Ranya qui ma partage les meilleures moments.*
- ❖ *A mon fiancé pour sa présence et son soutien moral de tous les jours.*
- ❖ *A toutes la promotion d'écologie et environnement.*

Abissam

Table des matières

Remercîments	
Dédicace	
Table des matières	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale	
I. Partie bibliographique	
CHAPITRE I : Cadre géographique	n°page
1. Situation géographique du bassin versant d'Oued El-Arab	04
2. Profil en long des principaux cours d'eau du bassin versant d'Oued El Arab	07
3. Relief	08
4. Localisation géographique et limites de la zone d'étude	08
4.1.Barrage de Babar	08
4.2.Les Caractéristiques du barrage de Babar	10
4.3.La population	10
5. Le réseau hydrographique	11
6. La Faune du barrage	13
6.1.La Foulque macroule	13
6.2.Le grand cormoran	13
6.3.Le Grèbe huppé	14
6.4.Canard colvert	14
6.5.Goéland	14
6.6.Barbeau	15
6.7.La carpe commune	15
6.8.La carpe argentée	15

6.9.Le carpe	
7. Végétation et culture	16
8. Cadre géologique régional	17
9. Stratigraphie	18
9.1.Le Crétacé supérieur	18
9.1.1. Maestrichtien supérieur	18
9.1.2. Maestrichtien inférieur	18
9.1.3. Campanien	18
9.1.4. Santonien et Coniacien	18
9.2.Le Crétacé moyen	18
9.2.1. Turonien (moyenne et supérieur)	18
9.2.2. Turonien basal	19
9.2.3. Cénomaniens supérieur	19
9.2.4. Cénomaniens moyen	19
9.2.5. Cénomaniens inférieur	19
9.3.Le Crétacé inférieur	19
9.3.1. Le Barrémien	19
9.3.2. Albien	19
9.3.3. Aptien	20
9.3.4. Le Quaternaire	20
10. La tectonique	21
II. Partie pratique	
CHAPITRE II : Etude hydro-climatique	
Introduction	22
1. Choix de la station référence	23
2. Caractéristique climatologique	23
2.1.Température	23
2.2.La précipitation	25
2.3.Le vent	26
2.4.Evaporation	27
2.5.Insolation	28
2.6.L'humidité	29
2.7.La neige	30
2.8.Le grêle	30
2.9.Orage	31

3. Synthèse climatiques	32
3.1.Indice d'aridité et de Martonne (1926)	32
3.2.Indice ombrothermique de gaussen et Bagnouls	33
3.3.Climagramme d'Emberger	34
4. Le bilan hydrique	36
4.1.Mesure de L'ETR	36
4.1.1. ETR selon la formule de Tutc	36
4.1.2. ETR selon la C, W, thornthwite	37
4.2.Mesure de l'ETP	37
4.3.Mesure de la RFU	37
4.4.Interprétation du bilan d'eau de Thornthwaite	38
5. Estimation du ruissèlement et de l'infiltration	39
5.1.Ruissèlement	39
5.2.Infiltration	39
Chapitre III : Matériels et Méthodes	
1. Sites de l'échantillonnage	41
2. Flaconnage de prélèvements	41
3. Le prélèvement	41
4. La filtration et conditionnement définitif des échantillons	41
5. Conservation des échantillons	41
6. Le transport des échantillons	41
7. Méthodes d'analyse de la qualité physico-chimique des eaux	42
7.1.Test Chlore	42
7.2.Mesure élécrométrique du pH avec l'électrode de verre	42
7.3.Mesure de la conductivité électrique	43
7.4.Mesure de la turbidité	43
7.5.Détermination des nitrates	43
7.6.Détermination du calcium et magnésium	44
7.6.1. Expression des résultats	44
7.7.Détermination des chlorures	44
7.7.1. Le blanc	44
7.7.2. Le titrer	44
7.7.3. L'échantillon	45
7.8.Détermination des sulfate	45
Chapitre IV : Etude hydro-chimique	
Introduction	46

1. Les paramètres physiques	46
1.1.La température de l'eau	46
1.2.Le Potentiel d'Hydrogène	47
1.3. Conductivité électrique	48
1.4.Turbidité	50
2. Etude analytique des éléments chimiques	52
2.1.Les bicarbonates	52
2.2. Sulfates	53
2.3.Les nitrates	54
2.2.Les chlorures	56
2.3.Le calcium	57
2.4.Magnésium	59
Conclusion général	
Référence bibliographique	

Liste des figures :

Figure n °	Titre	Page n °
01	Situation géographique du bassin versant du Chott-Melghir	05
02	La situation géographique du bassin versant d'Oued l'Arab	06
03	Profil en long des principaux cours d'eaux du bassin versant d'Oued El Arab	07
04	Situation géographique du barrage de Babar (wilaya de Khenchela)	09
05	Le réseau hydrographique de bassin versant d'Oued El Arab	12
06	La Foulque macroule	13
07	Le grand cormoran	13
08	Le Grèbe huppé	14
09	Canard colvert	14
10	Goéland	14
11	Barbeau	15
12	La carpe commune (Cyprinus carpio)	15
13	La carpe argentée	15
14	Le carpe	16
15	Salicorne	16
16	Salicotone Spinoza	16
17	Crataegus Monagyma	17
18	Alfa	17
19	Typha Latifolia	17
20	La carte géologique du bassin versant d'Oued EL Arab	20
21	Diagramme des températures moyennes mensuelles de la période (2004-2014).	24
22	Diagramme des températures moyennes de la période (2004-2020).	24
23	Diagramme des précipitations moyennes mensuelles de la période (2004-2020).	26
24	Diagramme des moyennes des vitesses maximales instantanées des vents de la période (2004-2014).	27
25	Diagramme des moyennes mensuelles de l'évaporation de la période (2004-2017)	28
26	Diagramme des moyennes de durée totale d'insolation de la période (2004-2014)	28
27	Diagramme des moyennes d'humidité de la période	29

	(2004-2014).	
28	Diagramme des moyennes des nombres de jours de neige de la période (2004-2014).	30
29	Diagramme des moyennes des nombres de jours de Grêl de la période (2004-2014).	31
30	Diagramme des moyennes des nombres de jours de l'orage de la période (2004-2014).	32
31	l'indice d'aridité annuel de Martonn	33
32	Diagramme ombrothermique de Gaussen et de Bagnouls (2004-2020)	34
33	le climagramme d'Embergie pour la zone d'étude	35
34	photométrie.	42
35	test de chlore	42
36	pH Mètre.	42
37	conductivitémètre	43
38	Agitateur.	43
39	Salicylate de Sodium.	44
40	la spectrophotométrie.	44
41	la solution stabilisante.	45
42	Carte de la variation spatiale de la température des eaux de barrage de Babar.	47
43	Carte de la variation spatiale de pH des eaux de barrage de Babar.	48
44	Carte de la variation spatiale de la conductivité électrique des eaux de barrage de Babar.	50
45	Carte de la variation spatiale de la turbidité des eaux de barrage de Babar.	51
46	Carte de la variation spatiale de Bicarbonate des eaux de barrage de Babar.	52
47	Carte de la variation spatiale du sulfate des eaux de barrage de Babar.	54
48	Carte de la variation spatiale des Nitrates des eaux de barrage de Babar.	55
49	Carte de la variation spatiale de chlorure des eaux de barrage de Babar.	57
50	Carte de la variation spatiale de calcium des eaux de barrage de Babar.	58
51	Carte de la variation spatiale magnésium des eaux de barrage de Babar.	59

Liste des tableau

Tableau n °	Titre	Page n °
01	Les coordonnées géographiques	09
02	Caractéristique du barrage de Babar.	10
03	la population de commune de Babar.	11
04	les coordonnées géographiques de station d'El Hamma	23
05	l'ETR selon la formule de turc.	36
06	ETR selon la C.W Thornthwaite	37
07	bilan hydrique selon C.W.Thornthwaite à la station d'El Hamma	38
08	La lame d'eau ruisselée pour la station d'Elhamma.	39
09	La lame d'eau infiltrée estimée à laide du bilan hydrologique.	40

Liste des tableau

Tableau n °	Titre	Page n °
01	Les coordonnées géographiques	09
02	Caractéristique du barrage de Babar.	10
03	la population de commune de Babar.	11
04	les coordonnées géographiques de station d'El Hamma	23
05	l'ETR selon la formule de turc.	36
06	ETR selon la C.W Thornthwaite	37
07	bilan hydrique selon C.W.Thornthwaite à la station d'El Hamma	38
08	La lame d'eau ruisselée pour la station d'Elhamma.	39
09	La lame d'eau infiltrée estimée à laide du bilan hydrologique.	40

Liste des abréviations

CE : Conductivité électrique

Ph : Potentiel hydrogène

Cl⁻ : Chlorure

N : Azote

NH⁴⁺ : Ammonium

NO₃⁻ : Nitrate

NO₂⁻ : Nitrite

P : Précipitation

Ca²⁺ : Calcium

Mg²⁺ : Magnésium

SO₄⁻² : Les sulfates

CO₃⁺² : Les carbonates

MES : Matières En Suspension

Km² : Kilomètre carré

ml : Millilitre

T : Température

°C : Degré Celsius

Cm : Centimètre

OMS : Organisation Mondial de la Santé.

Evap: évaporation;

H: humidité (%);

Ia: indice d'aridité;

Max: maximum;

Min: minimum;

Moy: moyenne;

Nbr de jrs: nombre de jour;

P: précipitation annuelle (mm);

T: température annuelle (°C);

RFU : réserve facilement utilisable

l'ETP : l'évapotranspiration potentielle

l'ETR : l'évapotranspiration réelle

pH: potentiel d'hydrogène

Hab:habitants.

Etc : Et cetera.

% : Pourcentage.

< : Inferieur.

> : Supérieur.

O : Degré.

NH⁺4 : Ammonium.

Mm: millimètre.

Q : quotient pluviométrique d'Emberger.

P : pluviométrie moyenne annuelle en mm

M-m : amplitude thermique extrême moyenne

R : Ruissellement en mm ;

I : Infiltration annuelle en mm.

L : Paramètre arbitraire lié à la température (pouvoir évaporant de l'atmosphère)

BH : bilan hydrique

EXC : L'excédent

DA : Le déficit agricole

DPD : le dipropyl-pphénylènediamine

EDTA : Diamine Tétra Acétique

V : volume

Ca CO₃ : carbonate de calcium

ADE : Algérienne Des Eaux

P: puit

H₂S : hydrogène sulfuré

CaSO₄, 2H₂O : gypse

ClO⁻ : hypochlorite

HClO : hypochloreux

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**). 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**).

L'eau joue un rôle important dans le soutien des activités humaines productives telles que l'agriculture, l'énergie, l'industrie, l'assainissement, les services de transport, la pêche et le tourisme (**UNEP, 2009**).

L'eau est un élément naturel indispensable à la vie. C'est une richesse nécessaire à toute activité humaine, et constitue le patrimoine d'une nation. 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**)

Les eaux de surface se répartissent en eaux courantes ou stockées (stagnantes). Elles sont généralement riches en gaz dissous, en matières en suspension et organiques, ainsi qu'en plancton. Elles sont également très sensibles à la pollution minérale et organique.

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, la demande en eau que ça soit pour l'AEP, l'agriculture ou l'industrie ne cesse de croître et devient de plus en plus difficile à la satisfaire à cause de l'accroissement de la population et l'insuffisance de l'eau. Ceci obligé les décideurs à construire des ouvrages hydrauliques pour stocker les eaux des précipitations, mais pour satisfaire les besoins des différents secteurs, il est impératif de protéger cette eau contre toutes formes de pollution (industrielle, agricole...). (**Gaagai, 2009**).

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)**

Un barrage est un ouvrage d'art placé en travers d'un cours d'eau, destiné à retenir et stocker de l'eau ou à la dériver **(Delliou, 2003)**.

Malgré leurs importances, l'étude des aspects biologiques et écologiques des barrages reste insuffisante malgré les richesses bio-écologiques qu'ils recèlent. Parmi les groupes vivants les plus abordés dans les études concernant la vie aquatique, nous citons le phytoplancton, qui représente une grande importance tant du point de vue écologie qu'économique, médical ainsi que d'autres industrielles (industrie cosmétique et des compléments alimentaires, industriel des crevettes, des mollusques et d'autres fruits de mer) **(Cadoret et Bernard, 2008)**; et elles sont utilisées en agriculture comme engrais biologique pour la fertilisation des sols pauvres **(Chader et Touzi, 2001)**.

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)**.

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.

Pour cette raison il faut répondre à questions suivantes :

- ✓ Quelle est l'état actuel de la qualité chimique des eaux de barrage de Babar ?
- ✓ Quelle sont les mécanismes physico-chimique régissant l'évaluation des éléments chimiques dans le temps et dsans les espace ?

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

Introduction générale

- Le premier chapitre est consacré à la présentation générale de la zone d'étude et de ses principales caractéristiques ;
- Le deuxième chapitre est l'étude climatique qui contient tous les analyses de données météorologique ;
- Dans 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 ;
- Dans le quatrième chapitre est dédié à la présentation, interprétation et exploitation des principaux résultats expérimentaux obtenus.

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

Chapitre I

Cadre géographique



1. Situation géographique du bassin versant d'Oued El-Arab

Le bassin versant de l'Oued El-Arab appartient au grand bassin fermé du Chott-Melrhir, et draine le versant Sud–Est du massif des AURES qui constitue l'extrémité Est de l'Atlas Saharien.

Le bassin d'étude est un sous bassin de la partie amont de l'Oued El-Arab qui porte le nom de l'Oued – Arab, et il est délimité par :

-Les montagnes des Aurès dont les principaux sont (Dj – Chenntgomma, DjAidel), au Nord – Ouest. -Djebel – Tadelist, Djebel- Bouzendag à l'Est et Sud –Est.

- La plaine de Khenchela au Nord et Nord –Est.

Il se situe aussi entre les méridiens de longitudes $6^{\circ}55'$ et $7^{\circ}13'$ Est et les parallèles de latitude $35^{\circ}10'$ et $35^{\circ}22'$ Nord.

Entre les deux ensembles physiques de montagnes d'orientation Sud .Ouest –Nord.

Ests'intercale une vaste plaine appelée haute plaine de Djahfa, qui est drainée par des Oueds secondaires (O. Tamagra, O. El Hatiba,...) qui se rejoignent en forment O .El- Arab juste avant le site du barrage. (**Aouachria ,2008**)

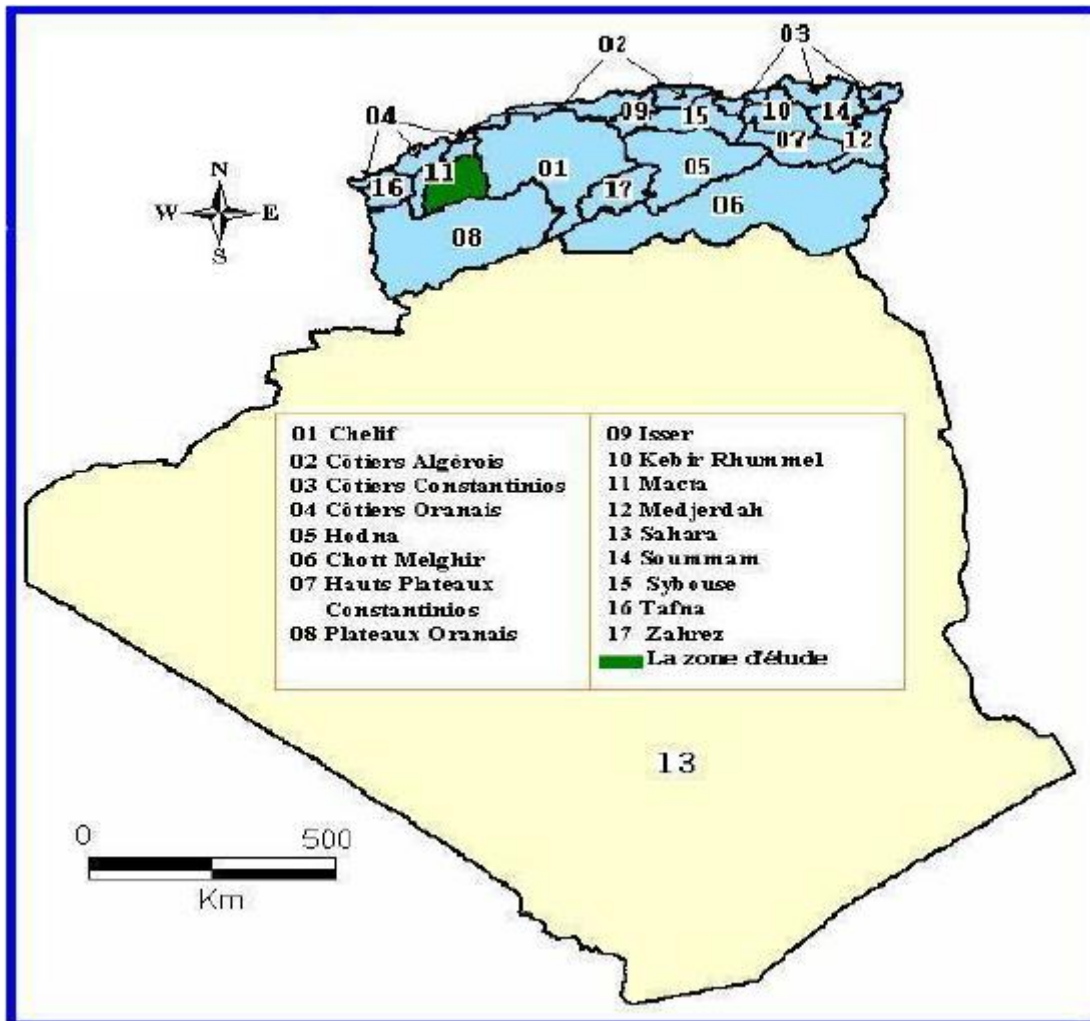


Figure 01 : Situation géographique du bassin versant du Chott-Melghir

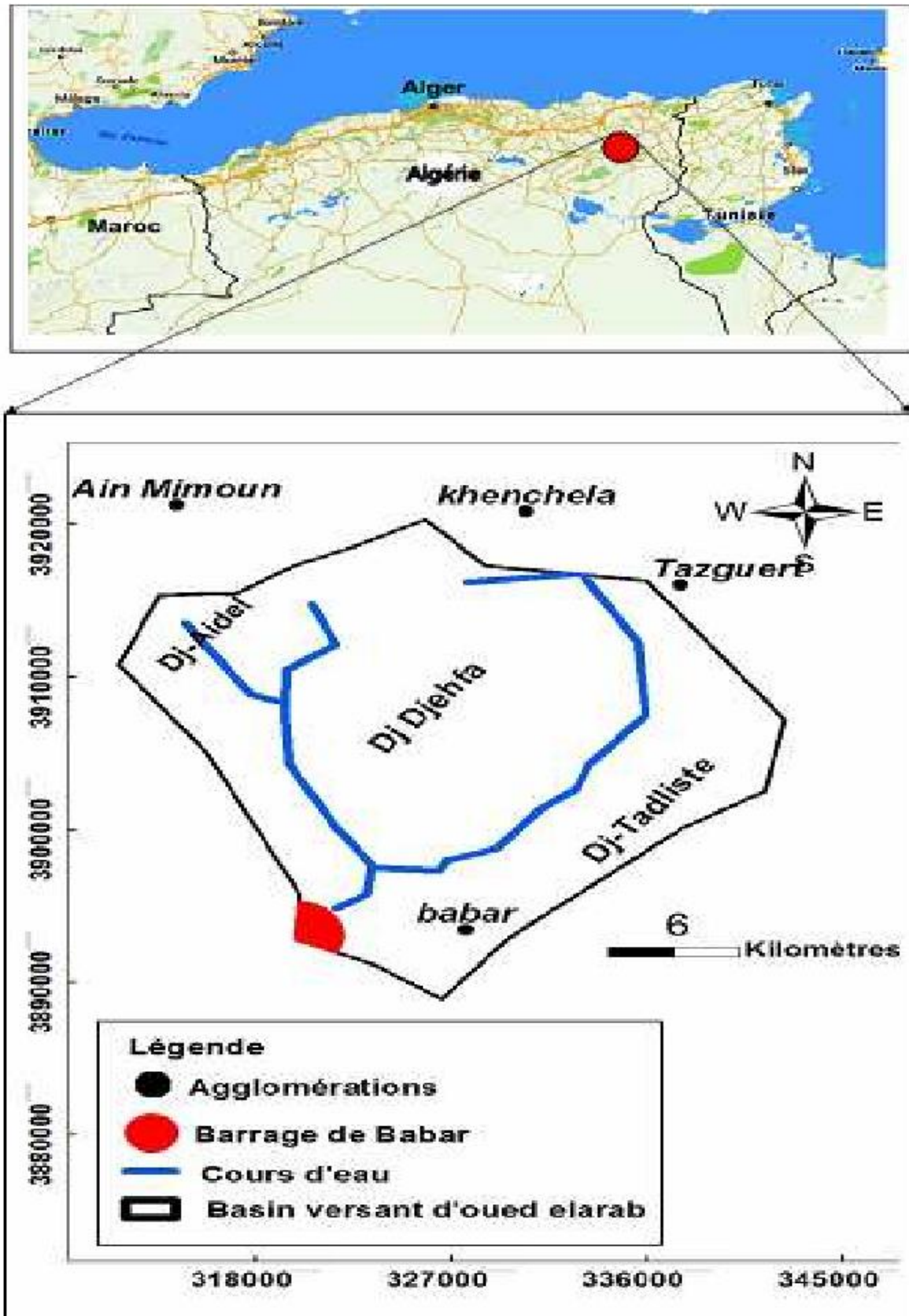


Figure 02: La situation géographique du bassin versant d'Oud l'Arab

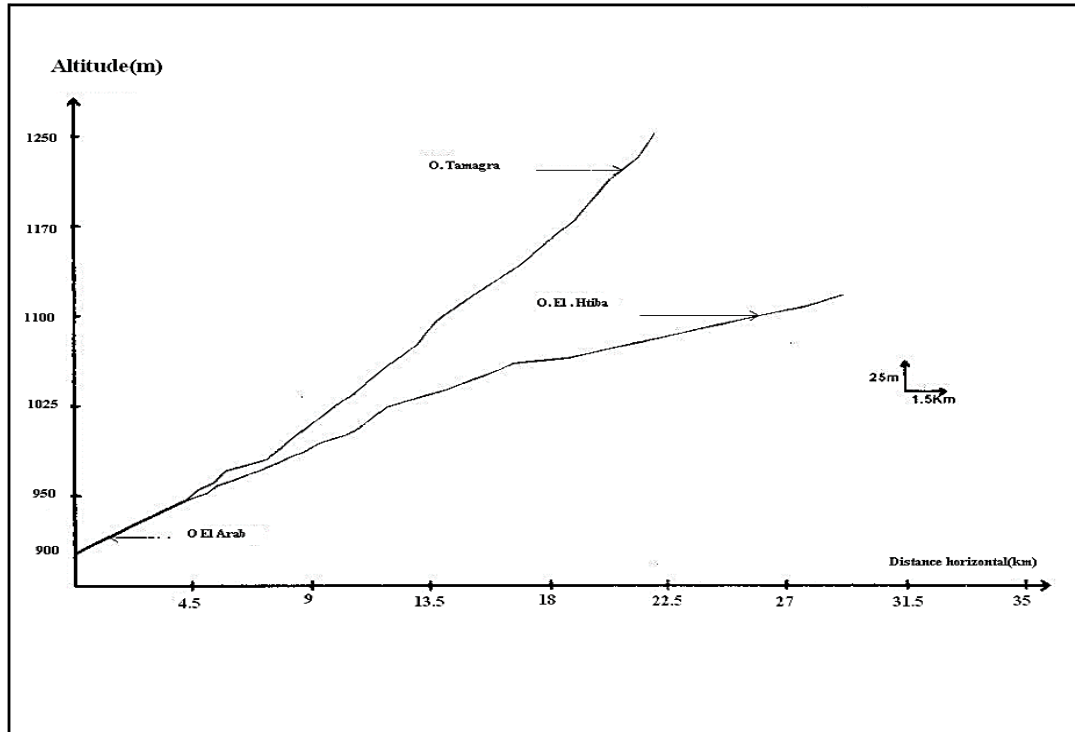
2. Profil en long des principaux cours d'eau du bassin versant d'Oued El Arab

Le tracé en long d'Oued l'Arab et ses principaux affluents, permet d'apporter des éléments complémentaires à la densité du drainage, au vu du rôle déterminant des pentes sur le ruissellement superficiel et surtout sur l'écoulement lors des crues. (Aouachria, 2008)

Oued El Arab et ses affluents ont des tracés avec des ruptures de pentes très Fortescue qui augmente la vitesse d'écoulement et surtout dans des crues exceptionnelles.

L'étude du profil en long montre des ruptures de pente très fortes dues à l'existence de seuils rocheux particulièrement résistants. Notamment à l'Oued Temagra qui présente des pentes fortes. A ce niveau on peut distinguer les ruptures suivantes :

- La première rupture importante sur Oued Temagra est observée à l'altitude de 1095m.
- La deuxième rupture est observée sur Oued El Htiba à l'altitude de 1050m, ou la pente est plus accentuée faisant augmenter la vitesse d'écoulement.
- La troisième sur Oued El Htiba à l'altitude de 1025m, et Oued Temagra à l'altitude de 970m, qui se stabilise et donnée l'occasion à l'eau de s'infiltrer (Gaagai , 2009).



Source : (Gaagai , 2009)

Figure 03 : Profil en long des principaux cours d'eaux du bassin versant d'Oued El Arab

3. Relief

Le périmètre de Bouzouek s'inscrit du point de vue agro-pédologiques, dans les monts semi-arides de Zoui à vocation agro-pastorale, qui forme une unité orographique particulière entre la zone montagneuse Aurés-Nemencha au Nord et celle plane du plateau saharien au sud.

Localement, le site se situe sur la zone montagneuse (Nememcha - Zoui) au Nord du chef-lieu communal, avec des terrains plutôt planes d'une manière générale, mais présentant comme-même une faible inclinaison, selon le sens du réseau hydrique en place.

Il est entrecoupé sur une longueur de 01,9 km, d'un affluent d'Oued Rharour principal drain du périmètre pour se jeter dans Oued El Hatiba au Sud. Ce réseau hydrographique bien ramifié n'a pas encouragé l'apparition d'une érosion hydrique par ruissellement menaçante pour les sols du périmètre.

Cette physionomie du terrain est non contraignante à la mise en valeur, malgré le climat froid en hiver et chaud en été. (DAL, 2020)

4. Localisation géographique et limites de la zone d'étude

4.1. Barrage de Babar

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

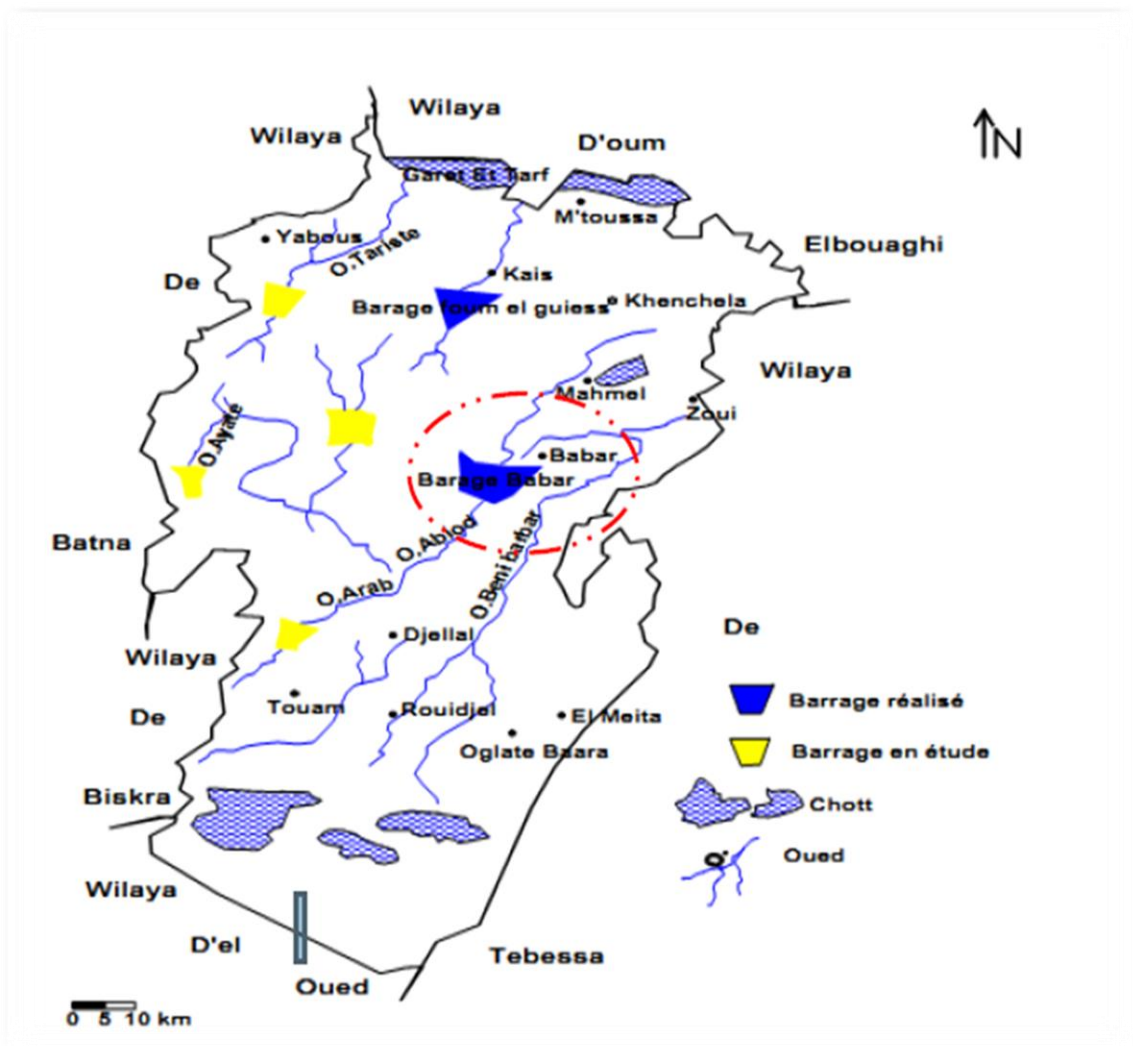
- ✓ Les communes de Chechar et de Kheirane et la wilaya de Biskra à l'Est ;
- ✓ Les communes d'OuledRechachet de el mahmel et la wilaya de Tebessa à l'Ouset ;
- ✓ La commune de N'sigha au nord ;
- ✓ La Wilaya D'El oued au sud

Le barrage prend son nom à celui de l'agglomération de Babar qui se trouve sur le versant droit de la vallée en amont du barrage. L'ouvrage de prise d'eau du barrage de Babar est implanté sur la rive droite. Joue un rôle essentiel dans l'alimentation en eau potable des populations des zones avoisinantes (Ouldja, Khirane, Djellal, Chechar) à hauteur de 60% des besoins, ainsi que pour l'irrigation des terres agricoles.(Gaagai, 2009)

Tableau 01 : Les coordonnées géographiques

Altitude	952m
Latitude	35° 09'22'' Nord
Longitude	07° 00'50'' Est

Source : Direction des ressources en eau la wilaya de Khenchela.



Source : Direction des ressources en eaux Khenchela

Figure 04 : Situation géographique du barrage de Babar (wilaya de Khenchela)

4.2. Les Caractéristiques du barrage de Babar

Les principales caractéristiques du barrage de Babar sont résumées dans le tableau ci-dessus :

Tableau02 : Caractéristique du barrage de Babar.

Nom	Babar
Coordonnées	35° 09'22'' Nord 07° 00'50'' Est
Type Barrage	Terre
Année de construction	1989
Année de m.e.s	1995
Usage	AEP/IRR
Région hydrographique	Sahara
Bassin	Chott Melghir
Wilaya	Khenchela
commune	Babar
capacité initiale(Hm ³)	41,331
capacité dernier levé (Hm ³)	33,762
Pourcentage AEP%	50%
Pourcentage irrigation%	50 %
Volume régularisé	12
Apport moyen annuel(Hm ³)	19,5
Hauteur (m)	37
Longueur (m)	673
Encadrement annuel (Hm ³)	0,682
Superficie BV (km ²)	567
Oued	El Arab

Source : Barrage Babar

4.3.La population

Au recensement général de la population et de l'habitat de l'année **2012**, de Babar comptait **36784** habitants.

Durant l'année **2019**, la population a augmenté de **10.36** Habitant atteignant **41820** habitants

Tableau 03 : la population de commune de Babar.

Anneés	Surface (Km ²)	Population Total	Densite (Hab/Km ²)
2012	3935	36,784	9,3
2015	3935	39,16	9,95
2017	3935	39980	10,16
2018	3935	41820	10,63
2019	3935	41820	10,36

Source : Annuaire statistique de wilaya de kenchela

5. Le réseau hydrographique

Le barrage a été construit sur Oued El Arab et son bassin versant à une surface de 567 km² environ, inclus dans le vaste bassin versant de Chott Melghir.

Il est délimité par les montagnes des Aurès au Nord-Ouest, à l'Est et Sud-Est et la plaine de Khenchela au Nord et au Nord-Est. Entre les deux ensembles physiques des montagnes s'intercale une vaste plaine appelée haute plaine de Djahfa, qui est drainée par des Oueds secondaires (Tamagra et El Htiba) qui se rejoignent pour former Oued El-Arab juste avant le site du barrage (**Gaagai, 2009**).

L'oued Boumajeur au droit du site de barrage draine une surface de 561Km². Son réseau d'écoulement totalise une longueur de 1723Km soit une densité de drainage de 3.069Km/Km² ce qui est notable.

Le réseau d'écoulement est réparti uniformément de l'amont vers l'aval en dehors de la rive gauche de l'oued principal, où il est observé un chevelu hydrographique très dense dénotant une activité intensive de l'écoulement. Plusieurs petits affluents se jettent dans la cuvette du barrage.(**Tecsult International, 2008**)

6. La Faune du barrage (Barrage Babar)

6.1. La Foulque macroule

La Foulque macroule (**Fulicaatra**) est un des oiseaux d'eau parmi les plus abondants en Europe, mais les liens entre l'évolution de ses effectifs et la nidification restent peu étudiés. Cet article présente les caractéristiques de la reproduction et de l'hivernage de cette espèce dans les bassins de décantation de Hesbaye liégeoise, ainsi que son cycle annuel et les modifications importantes subies par la population en quelques années.



Figure 06 : La Foulque macroule

6.2. Le grand cormoran

Le cormoran est un assez grand oiseau à pieds palmés, aussi bon plongeur que nageur; il est à peu-près de la grandeur de l'oie, mais d'une taille moins fournie, plutôt mince qu'épaisse, et allongée par une grande queue plus étalée que ne l'est communément celle des oiseaux d'eau; cette queue est composée de quatorze plumes roides, comme celles de la queue du pic; elles sont, ainsi que presque tout le plumage, d'un noir lustré de vert; le manteau est ondulé de festons noirs, sur un fond brun; mais ces nuances varient dans différents individus, car M. Salerne dit que la couleur du plumage est quelquefois d'un noir-verdâtre.»



Figure 07 : Le grand cormoran

6.3. Le Grèbe huppé

Le Grèbe huppé vit généralement à proximité des eaux dormantes de surface comme les étangs, les lacs, ou les marais.

En hiver, on le retrouve également au niveau des estuaires et des marais côtiers. La présence de végétation aquatique, en particulier de roseaux près des berges, lui sert à se cacher et à dissimuler son nid. Il apprécie une assez bonne hauteur d'eau (de quelques dizaines de centimètres à quelques mètres de profondeur) avec un fond vaseux ou sableux et des berges, légèrement pentues.



Figure 08 : Le Grèbe huppé

6.4. Canard colvert (*Anas platyrhynchos*)

Ou **Canard mallard** au Canada est une espèce d'oiseaux de l'ordre des Anseriformes, de la famille des Anatidés et de la sous famille des Anatinés. C'est certainement le plus connu et reconnaissable de tous les canards, du fait de l'existence de races de canards domestiques issues de cette espèce.



Figure 09 : Canard colvert

6.5. Goéland

Est un nom vernaculaire ambigu désignant les espèces d'oiseaux marins de la famille des Laridés appartenant au genre *Larus* ainsi que d'autres espèces de cette famille appartenant à d'autres genres. Sur les côtes européennes, l'espèce la plus commune est le Goéland argenté (*Larus argentatus*).



Figure 10 : Goéland

6.6.Barbeau

Le terme **Barbeau** est un nom vernaculaire ambigu en français, pouvant désigner plusieurs espèces différentes de poissons de la famille des Cyprinidés.



Figure 11 :Barbeau

6.7.La carpe commune (Cyprinus carpio)

Est une espèce de poissons téléostéens de la famille des cyprinidés. Le nom de Carpe peut aussi désigner plusieurs formes mutantes, hybrides et d'élevage plus ou moins domestiquées, avec par exemple la **carpe cuir**, la **carpe miroir** ou Band-Carp, ou la **carpe koi** qui est l'une des sous-espèces de poissons les plus anciennement domestiquées. Ces formes mutantes sont plus ovoïdes, au dos bossu et au ventre flasque, et caractérisées par des anomalies d'écaillures.

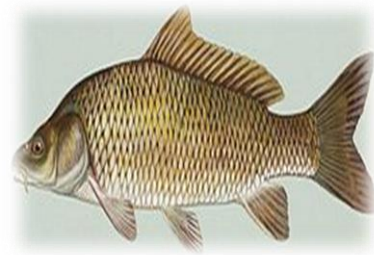


Figure 12 :La carpe commune

6.8.La carpe argentée

Ou **amour argenté** (*Hypophthalmichthys molitrix*) est une espèce de poissons d'eau douce de la famille des Cyprinidae, originaire de Chine et de l'Est de la Sibérie. Elle se trouve plus spécialement dans le bassin de l'Amour d'où elle tire son nom tout comme l'amour blanc, un poisson de la même famille.

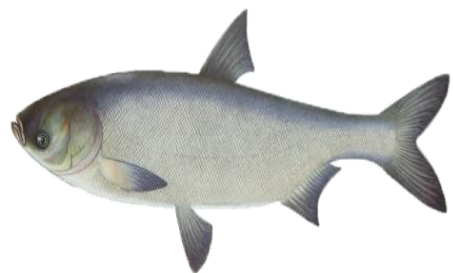


Figure 13 : La carpe argentée

6.9. Le carpe

Le terme **carpe** est un nom vernaculaire utilisé pour désigner le plus fréquemment des poissons d'eau douce de la famille des Cyprinidae. Ce nom est ambigu car il peut signifier génériquement l'ensemble de la famille, voire l'ensemble de l'ordre. En France, en Belgique et au Canada, « carpe » associe plus particulièrement la carpe commune.



Figure 14 : Le carpe

7. Végétation et culture (Barrage Babar)

Le bassin versant du barrage Babar est caractérisé par les secteurs biogéographiques Sud-Constantinois (267km²) et Hauts Plateaux Constantinois (295km²).

Environ 55% des terres du bassin de barrage sont utilisées à des fins agricoles. Toutefois, c'est une utilisation qui demeure plutôt extensive et qui se caractérise par des périodes de jachère importantes ou par une conversion temporaire en pâturage de faible intensité. De plus, des transissions graduelles vers une formations steppique sont communément observées, plus particulièrement à l'approche du réservoir de Babar. (Tecsult international ,2008)



Figure15 : Salicornie



Figure16 : Salicotone Spinoza

**Figure 17:** Crataegus Monagyma**Figure 18 :** Alfa**Figure 19:** Typha Latifolia

8. Cadre géologique régional

La géologie est une partie très importante dans toute étude hydrologique et hydrochimique. Ainsi, la lithologie, la tectonique et la structure géologique jouent un rôle primordial sur la qualité des eaux suite à la dissolution des minéraux se trouvant dans la roche et sur la quantité d'eau qui ruissèle ou s'infiltré selon le type du terrain (perméable ou imperméable).

Laffitte (1939) a remarqué que depuis le Trias, la région est formée par des dépôts épicontinentaux de faciès divers d'épaisseur variable. Dans cette période, la région présaharienne représentait une plate-forme qui se caractérisait par l'accumulation de différents sédiments.

9. Stratigraphie

Les formations représentent dans la zone d'étude sont :

9.1. Le Crétacé supérieur

9.1.1. Maestrichtien supérieur

C'est une assise constante et homogène de calcaires massifs blanchâtres grumeleux, en bancs décimétriques ou métriques, à la rugueuse stratification oblique avec les emprunts d'inocérames ; Il contient des modules de silex et des tests de lamellibranches. Les principaux affleurements constituent le Djebel Tadleste et Djebel Bouzendag et aussi le sommet de Djebel Djahfa. L'épaisseur de ces formations ne dépasse pas les 95m

9.1.2. Maestrichtien inférieur

Il est constitué par une alternance de marnes beiges et de calcaires ocres ou beiges avec une épaisseur de 40 m. (Laffitte, 1939)

9.1.3. Campanien

Il se manifeste dans les différentes parties du bassin surtout dans les limites sud. Là il prend d'une bande parallèle à celle des faciès Maestrichtien. Il est formé généralement de marne noire ou crayeuse. (Aouachria, 2008).

9.1.4. Santonien et Coniacien

Ils s'agissent des marnes avec à la base et au sommet quelques barres de marno-calcaires, il se trouve essentiellement sur le flanc Sud de Djebel Djehfa. Il ne dépasse pas les 100m.

9.2. Le Crétacé moyen

9.2.1. Turonien (moyenne et supérieur)

Il est formé par une alternance de marnes grises et des calcaires zoogéniques noduleux. La prédominance des intercalations calcaires crée une barre bien visible dans la morphologie au Nord-Ouest du bassin, avec une épaisseur de 150m.

9.2.2. Turonien basal

La base de cet ensemble est constituée par quelques mètres de marno-calcaires blanchâtres en plaquettes fines à cassures noirâtres bitumineuses. L'épaisseur de cette formation est de 200m. (Gaagai, 2009).

9.2.3. Cénomaniens supérieur

Le sommet de cet étage est formé par des calcaires sous forme d'une barre avec des cassures écailleuses ayant un aspect bitumineux et à films centimétriques de marnes gris-bleu. Au sommet, on retrouve un niveau de nodules de pyrite qui constitue un repère constant dans la région. La formation a une épaisseur de 30 m.

9.2.4. Cénomaniens moyen

C'est une puissante formation qui débute par 650m de marne grise accompagnées sporadiquement de micrites gris blanchâtres à fins tests de lamellibranches.

9.2.5. Cénomaniens inférieur

Il s'agit de marne grise accompagnée de biomicrorite argileuse grise avec des niveaux de glauconies et des empreintes d'ammonites, sur une épaisseur de 100m. (Gaagai, 2009).

9.3. Le Crétacé inférieur

9.3.1. Le Barrémien

Il 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 (grès, calcaires, gréseux, grès quartzeux, conglomérat et marnes vertes ou rouges).

9.3.2. Albien

Les dépôts albiens diffèrent nettement des formations sous-jacentes. À la base on trouve des marnes bariolées intercalées de grès grossiers d'origine continentale ou lagunaire.

Les calcaires, d'origine récifale, sont largement développés au sommet des montagnes N-W du bassin, où l'épaisseur de ces formations varie de 400 à 500m. (Aouachria, 2008)

9.3.3. Aptien

Il est formé essentiellement de bas à haut par :

- Une alternance d'oomicrite, d'oosparite et de calcaire marneux ;
- Une alternance de grés blancs et d'oosparite grises ;
- Une alternance de marne grise et d'oomicrite.

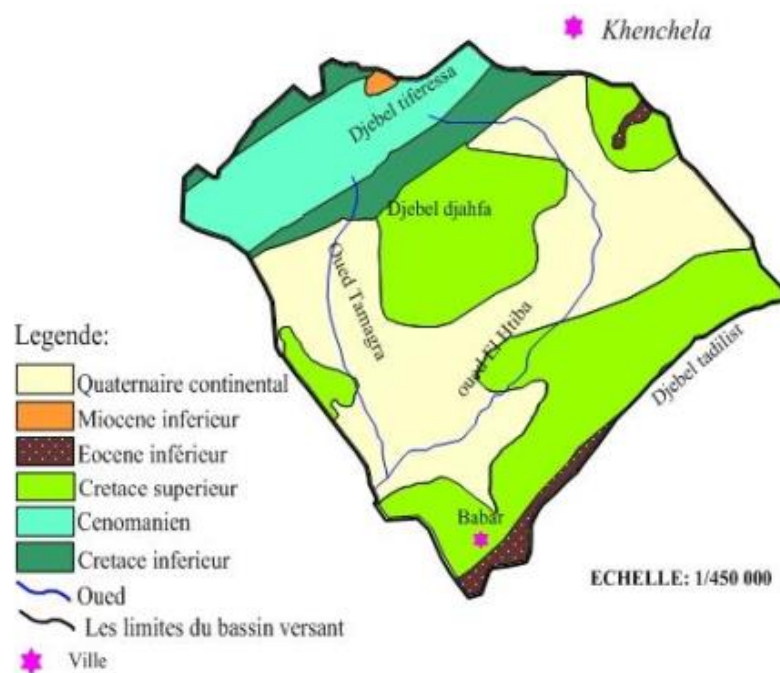
Cet étage est caractérisé par des calcaires dolomitiques fortement minéralisées (fer, azurite, malachite, barytine) largement développés au sommet des montagnes au N-W avec une épaisseur totale est de 330m.(Gaagai,2009).

9.3.4. Le Quaternaire

Il couvre une très vaste surface de (60%) de la surface totale du bassin avec une épaisseur assez limitée. Ceci est dû au processus d'érosion intensif qui provoque l'arrachement des formations superficielles sur les pentes raides.

Le Quaternaire se développe sur les pentes douces entre les deux chaînes de montagne qui limitent le bassin versant par le Nord-Ouest et le Sud-Est. (Gaagai,2009).

En générale, ils sont représentés uniquement par des alluvions formées de limon argileux, graviers et galet, et des éluviaux(Aouachria, 2008).



Source : Laffitte, 1939

Figure 20 : La carte géologique du bassin versant d'Oued EL Arab

10. La tectonique

Le bassin versant du Barrage de Babar est situé dans le domaine de l'Atlas saharien, dans l'unité tectonique du Nord de l'Algérie. L'Atlas saharien est né d'un long sillon subsidient coincé entre les haute palataux et la plate-forme saharienne. Au Mésozoïque, se sillon fut comblé par une puissante série sédimentaire et durant le Tertiaire, une tectonique compressive a entraîné la formation de chaînes de montagne. **(Tecsult international ,2008)**

Apartir delacartegéologique de Khenchela, on peut remarquer une opposition entre deux secteurs:

- Al'Ouest de la région étudiée le style tectonique ressemble à celui des Aurès;
- Al'Est de la région, l'organisation plissée prédominante et les structures sont compliquées par la présence de diapir striasiques **(Gaagai, 2009)**.

Partie pratique

Chapitre II

Etude hydro-climatique

Introduction

Le climat est un facteur important dans la vie et l'évolution d'un écosystème (**Maazi, 2009**). En raison de son influence prépondérante sur les organismes vivants, c'est la composante directe déterminante de la distribution de ces derniers et le facteur primordial influant l'activité des biocénoses (**Dajoz, 2003**).

Les différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment les uns des autres. Pour tenir compte de cela divers indices ont été créés, principalement dans le but de rendre compte de la répartition des types de végétation. Les indices les plus employés font usage de la température et de la pluviosité qui sont les facteurs les plus importants et les mieux connus (**Dajoz, 1957**).

Les facteurs climatiques régissent de façon très étroite les conditions de développement des cultures au cours de l'année. Ainsi il est nécessaire de mener judicieusement cette approche climatique afin de déceler l'élément climatique favorable ou défavorable dans la zone d'étude et d'en quantifier les influences probables des différents paramètres. (**DAL, 2020**)

Le climat est l'ensemble des caractéristiques météorologiques d'une région donnée intégrée dans le long terme. La nature des climats joue un rôle essentiel pour ajuster les caractéristiques écologiques des écosystèmes continentaux. En réalité, il existe une interférence entre climats, Composition des communautés -en particulier végétales- propre à un écosystème donné et nature des sols, d'où le typique climat, sol, végétation (**Haichour, 2009**).

La climatologie est l'étude du climat, de ses variations et de ses extrêmes, mais aussi de ses incidences sur diverses activités comprenant, sans s'y limiter, celles qui se rapportent à la santé, à la sécurité et au bien-être. Au sens strict, le climat peut être défini comme les conditions météorologiques moyennes régnant en un lieu particulier au cours d'une certaine période de temps. Pour décrire le climat, on peut se servir de données statistiques sur les tendances centrales et la variabilité d'éléments tels que la température, les précipitations, la pression atmosphérique, l'humidité et le vent, ou alors d'un ensemble d'éléments tels que des types de temps ou des phénomènes caractéristiques d'un lieu ou d'une région, voire de l'ensemble de la planète, sur une période donnée (**O.M.M., 2014**)

Climatologie s'intéresse à l'analyse quantitative à plus long terme de la moyenne des paramètres requise pour caractériser les états de l'atmosphère, principalement la température de l'air, la lame d'eau précipitée, la durée d'insolation, la direction et la vitesse du vent. Le climat représente donc le « temps moyen » en un lieu donné (**Allam, 2014**).

C'est la discipline scientifique relative au climat. Elle a pour objet la caractérisation et la classification des différents types de climats, leur localisation géographique, l'étude des causes de leur diversification et, en un lieu donné, l'analyse de leur variabilité temporelle (**Guyot, 1999**).

1. Choix de la station référence

Pour étudier le climat de la zone d'étude, nous avons exploité des données Recueillies au niveau de la station météorologique d'El Hamma gérée par l'office national de la météorologie, et dont la période d'observation va de 2004 à 2020 pour la station d'El Hamma, a servi pour l'évaluation des facteurs du bilan.

Tableau 04: les coordonnées géographiques de station d'El Hamma.

Station	Altitude	Latitude	Longitude
El hamma	982.5 m	35° 28° N	07° 05° E

Source : la station météorologique d'El Hamma

2. Caractéristique climatologique

2.1. Température

La température est de tous les facteurs climatiques le plus important, c'est celui dont il faut examiner en tout premier lieu l'action écologiques sur les êtres vivant, elle va être naturellement un facteur écologique capital agissant sur la répartition géographique des espèces (**Dreux, 1974**).

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**).

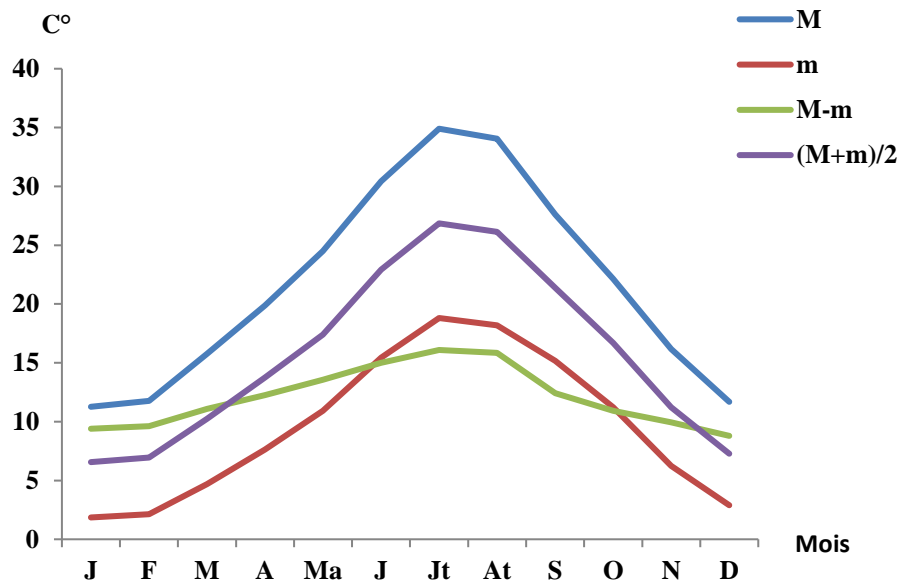


Figure 21 : Diagramme des températures moyennes mensuelles de la période (2004-2014).

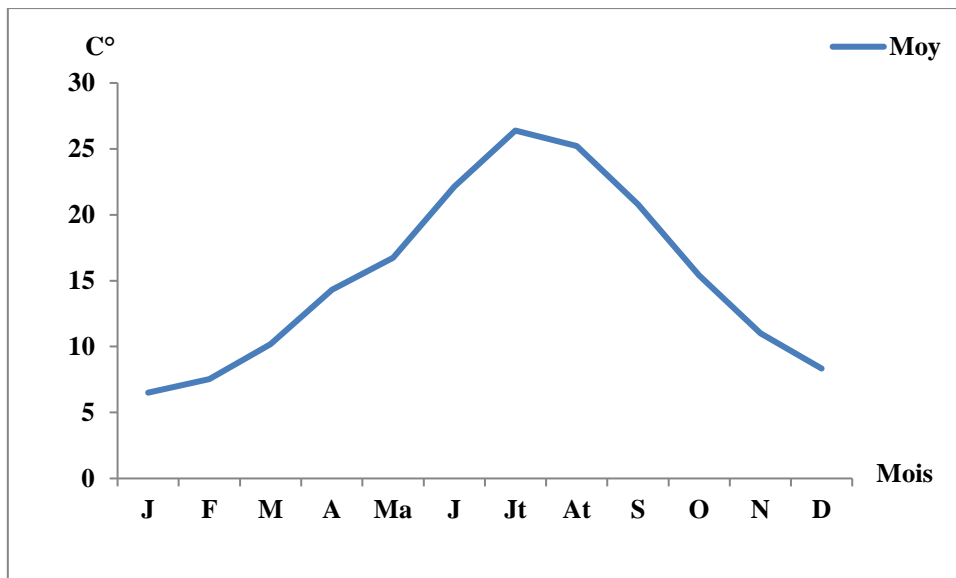


Figure 22 : Diagramme des températures moyennes de la période (2004-2020).

On observe que le mois le plus chaud est Juillet avec des moyennes des températures de l'ordre de 26,36 °C, cependant le mois le plus froid est janvier avec une température moyenne égale à 6,5394°C sur la période d'observation (2004-2020).

Du point de vue de ces valeurs on peut dire que ce climat est caractérisé par un hiver froid et une saison d'été chaude.

2.2. La précipitation

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 horizontale s'il n'y avait ni écoulement, ni évaporation (**Dajos, 2003**).

La pluviosité est définie selon (**Djebaili et al., 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**).

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. Les précipitations ont un rôle très important en région méditerranéenne. Elles sont caractérisées par leur régime irrégulier et leur répartition inégale (sécheresse de l'été) (**Seltzer, 1946**).

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**).

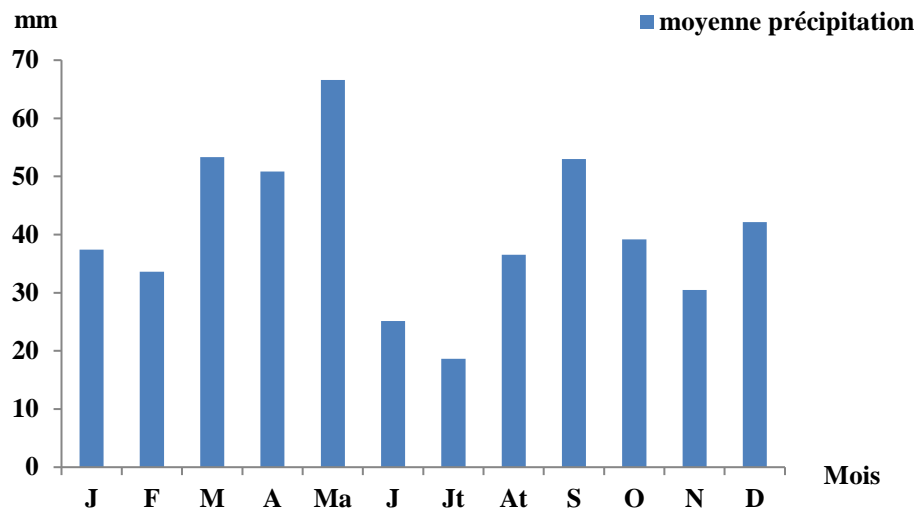


Figure 23: Diagramme des précipitations moyennes mensuelles de la période (2004-2020).

Les données pluviométriques mentionnées dans la figure 23 montrent que le moins pluvieux est Juillet avec 17.84 mm et le mois le plus pluvieux est mai avec 63.10 mm.

2.3.Le vent

Le vent est un déplacement de masse d'air provoqué par une différence de pression d'un lieu à l'autre. Habituellement on donne sa direction, qui indique le lieu d'où il provient, et sa vitesse, qui agit en combinaison avec les autres éléments du climat (**Hufty, 2001**).

Est le résultat de la différence de pression entre deux zones voisines. Il provoque le déplacement des masses d'air et transporte ainsi les caractères climatiques. On rappelle par exemple les moussons indiennes qui sont de deux sortes: les moussons humides et pluvieuses dont l'air circule de l'océan vers le continent et les moussons sèches dont l'air circule du continent vers l'océan (**El Khatri, 2012**).

Le vent est un facteur climatique très important, car il joue un rôle fondamental dans le transport, la propagation et la dissémination des polluants de différentes tailles vu ses caractéristiques de direction et de force (**Melghit, 2010**).

Il constitue en certains biotopes un facteur écologique limitant. Sous l'influence de vents violents, la végétation est limitée dans son développement. (**Ramade, 2003**)



Figure 24 : Diagramme des moyennes des vitesses maximales instantanées des vents de la période (2004-2014).

La vitesse moyenne du vent la plus forte est enregistrée aux mois de février et Mars avec 3.99 m/s (figure 24). Mais la moyenne la plus faible est enregistrée aux mois de septembre et octobre avec une valeur de 2.63 m/s.

2.4. Evaporation

L'évaporation est un phénomène physique qui augmente avec la température, la sécheresse de l'air et l'agitation de cet air. Ce terme représente la restitution de l'eau de la surface terrestre sous forme de vapeur, à l'atmosphère et sous des conditions climatiques et physiographiques. **(Ramade, 2005).**

C'est le passage de la phase liquide à la phase vapeur (Sublimation : passage direct de l'eau sous forme solide en vapeur). L'évaporation est une composante fondamentale du cycle hydrologique et son étude est essentielle pour connaître le potentiel hydrique d'une région ou d'un bassin versant. **(Corentin, 2011).**

Le pourcentage de la vapeur d'eau dans l'air est très variable dans le temps et dans l'espace. L'évaporation concerne aussi bien les précipitations qui arrivent au sol que l'eau contenu dans le sol. **(El Khatri, 2003).**

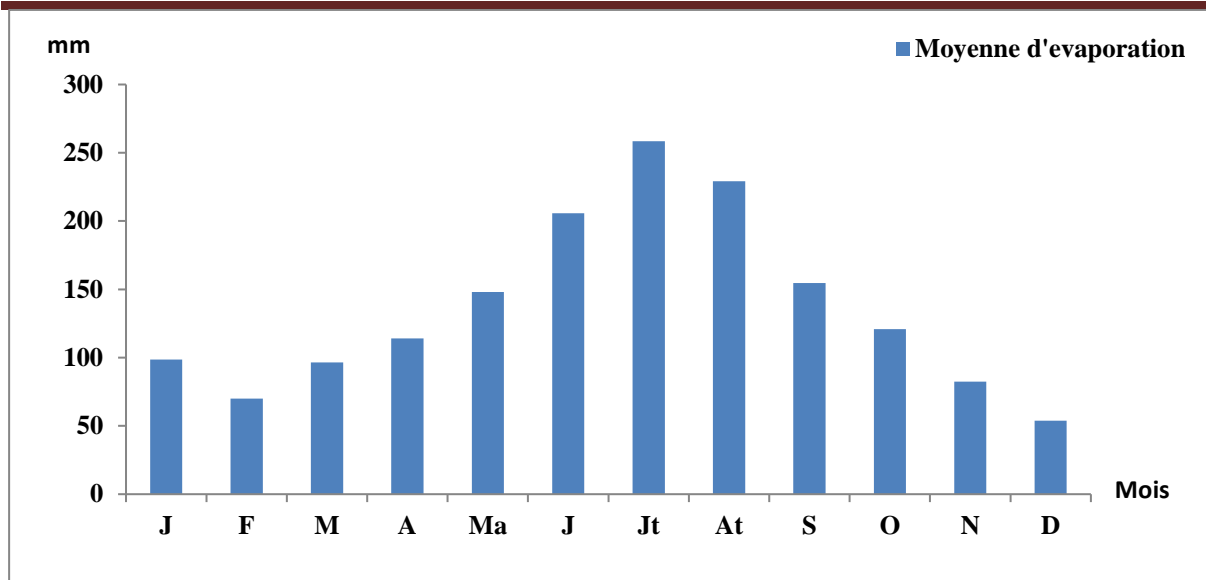


Figure 25 : Diagramme des moyennes mensuelles de l'évaporation de la période (2004-2017).

L'évaporation moyenne variée d'un mois à l'autre. La valeur maximale est enregistrée en juillet avec une moyenne de 258.88 mm et la valeur minimale est enregistrée en décembre avec une moyenne de 53.87 mm.

2.5.Insolation

Il s'agit de l'insolation effective c'est-à-dire de la période en heures durant laquelle le soleil à briller. (Ramade .2005)

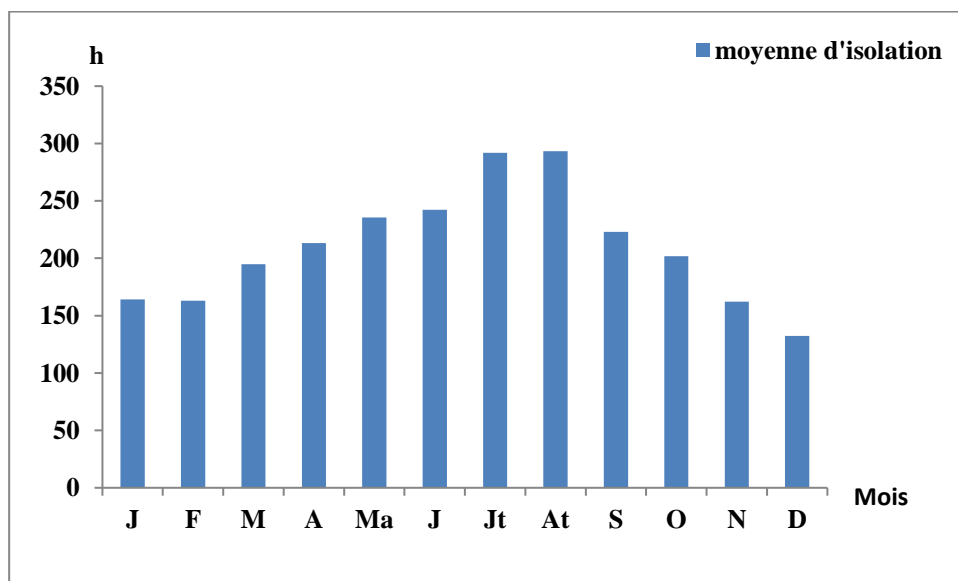


Figure 26: Diagramme des moyennes des durées totales d'insolation de la période (2004-2014)

La répartition des moyennes mensuelles d'insolation nous permet de constater que la brillance du soleil est maximum au cours des mois juillet et aout avec une moyenne de 293.30 heures, et le minimum est enregistré pendant le mois de décembre avec une moyenne de 132.30 heures.

2.6.L'humidité

L'humidité de l'air par ses écarts est l'un des facteurs climatiques importants des massifs montagneux dans la méditerranée. Elle joue un rôle important dans la régénération, le développement et la détermination des espèces accompagnatrice de chaque type de végétation L'humidité relative contribue à la diminution des risques d'incendie, elle croit à partir du sol pour atteindre 100 au niveau des couches neigeuses. (Halimi, 1981)

L'humidité relative est le rapport entre la masse d'eau dissoute dans l'air et la masse maximale d'eau que l'on peut y dissoudre. (Jeane ,2009).

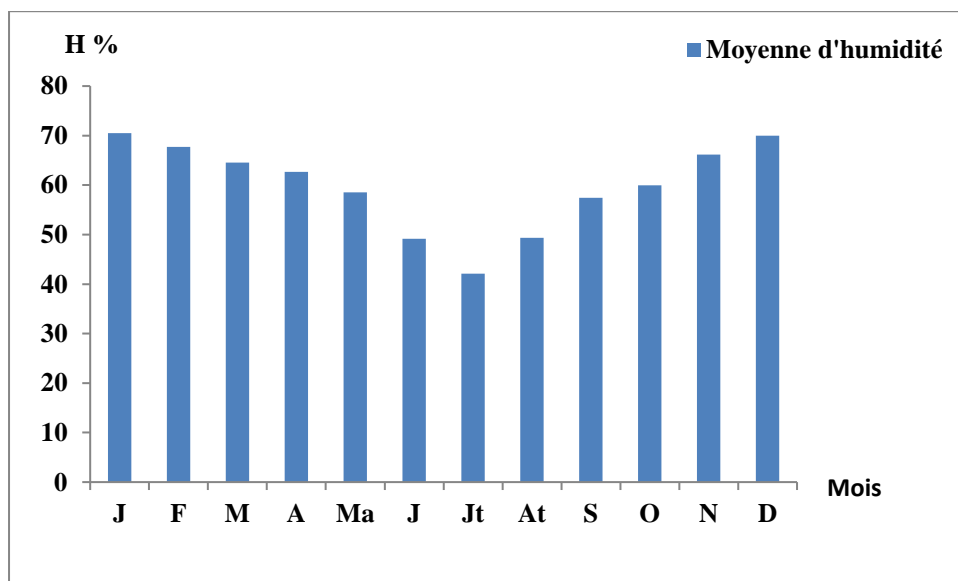


Figure 27 : Diagramme des moyennes d'humidité de la période (2004-2014).

Pour la wilaya de Khenchela on constate que le maximum d'humidité relative se manifeste au cours du mois de décembre avec une valeur de 70.51 % et son minimum au cours du mois de juillet avec 42.13%.

2.7. La neige

La neige est d'abord une forme de précipitations naturelle constituée de glace cristallisée agglomérée en flocons contenant de l'air et pouvant être ramifiés de façons très variées. La neige apparaît naturellement dans l'atmosphère par condensation de la vapeur d'eau à saturation, lorsqu'il y a beaucoup de froid et des noyaux de congélation.

(Tellil et Katoum ,2016)

Elle constitue aussi un facteur écologique de toute première importance dans les milieux subpolaires et montagnards. Elle exerce des actions biologiques variées, de nature thermique et mécanique. (Ramade.; 2003)

Est un phénomène météorologique résultant de la formation par condensation de la vapeur d'eau atmosphérique de cristaux bidimensionnels à symétrie radiaire hexaxiale. Elle constitue, dans les régions boréales et dans l'étage alpin des montagnes (Ramade, 2002).

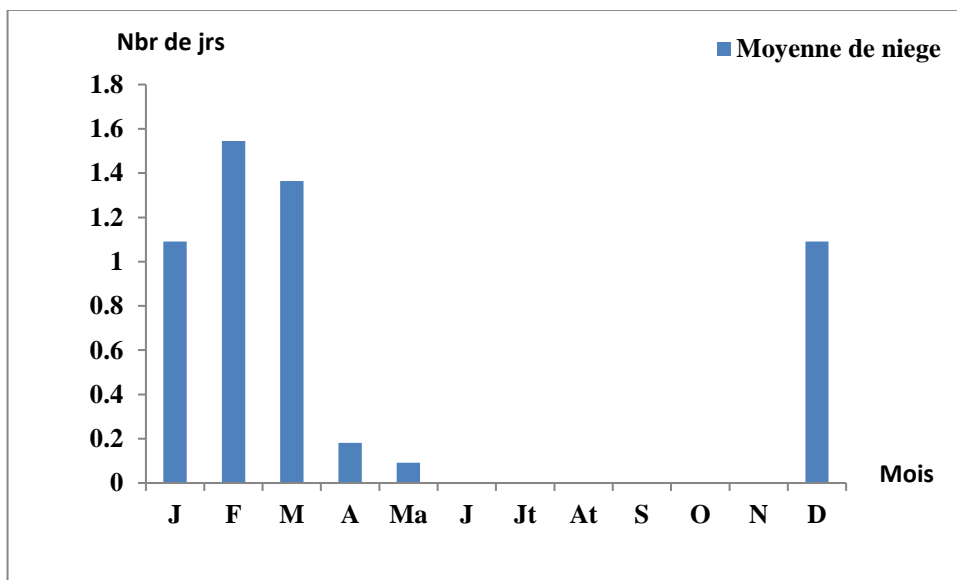


Figure 28 : Diagramme des moyennes des nombres de jours de neige de la période (2004-2014).

Le nombre de jours de tombée de neige est presque négligeable toute l'année à l'exception des cinq mois (Janvier, Février, Mars, Avril et Mai). Le maximum des jours est enregistré au mois de Février avec une moyenne de 1 jour (figure 28).

2.8. Le grêle

Est une précipitation constituée de globules ou de morceaux de glace les grêlons, de formes très diverses, mais souvent sphériques, dont le diamètre peut varier de quelques

millimètres à une dizaine de centimètres en général de 5 à 50 millimètres.

(Tellil et Katoum ,2016)

Elle se forme spécifiquement dans les cumulonimbus ; un nuage de forte extension verticale dû à l'instabilité de l'air où les puissants courants ascendants soulèvent rapidement en altitude de l'air très humide qui se condense puis gèle en montant à la suite du refroidissement rapide. Les grêlons redescendent ensuite en périphérie du cumulonimbus et commencent à fondre quand ils repassent sous l'altitude de l'isotherme zéro degré. (Ancy, 1998).

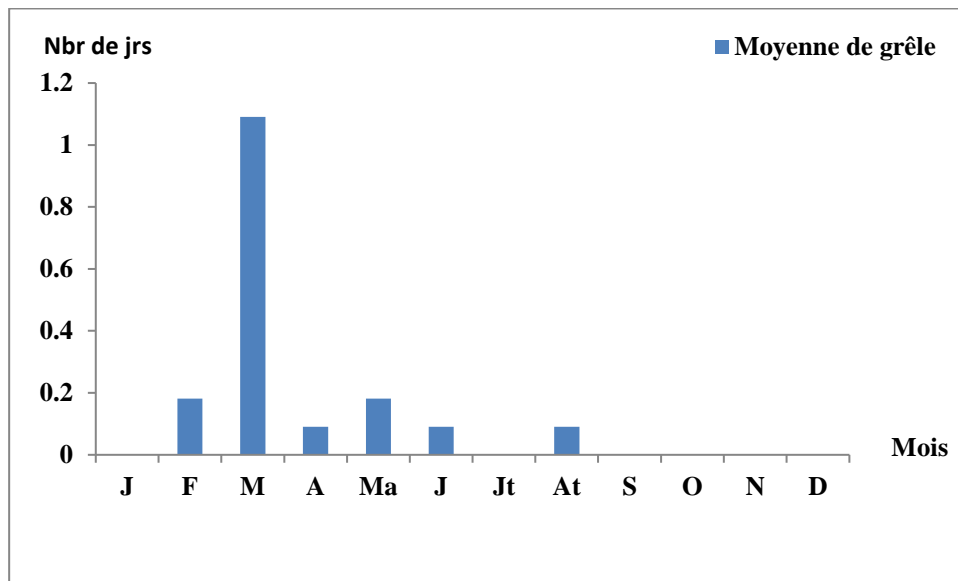


Figure 29 : Diagramme des moyennes des nombres de jours de Grêl de la période (2004-2014).

Cette figure montre que la grêle n'est pas fréquente dans la wilaya de Khenchela. Le maximum est enregistré au mois de mars avec une moyenne de 1 jour de grêle.

2.9.Orage

Un orage, est une perturbation atmosphérique d'origine convective associée à un type de nuage particulier : le cumulonimbus. Dans des cas extrêmes, l'orage peut produire des chutes de grêle, des vents très violents et, rarement des tornades. Les orages peuvent se produire en toute saison, en autant que les conditions d'instabilité et d'humidité de l'air sont présentes. .

(Tellil et Katoum ,2016)

Ce dernier est à forte extension verticale, il engendre des pluies fortes à diluviennes, des décharges électriques de foudre accompagnées de tonnerre. Dans des cas extrêmes, l'orage peut produire des chutes de grêle, des vents très violents et, rarement, des tornades.

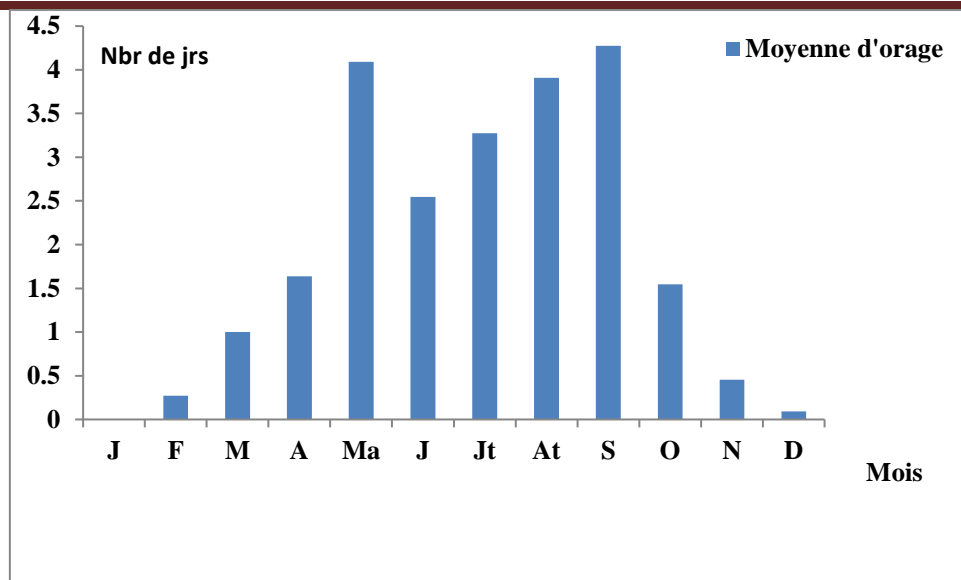


Figure 30 : Diagramme des moyennes des nombres de jours de l'orage de la période (2004-2014).

On remarque que la figure 29 montre que l'orage est fréquent pendant 8 mois (de mars à octobre), la valeur maximale est enregistrée aux mois de mai et septembre avec une moyenne de 4 jours d'orages.

3. Synthèse climatiques

3.1. 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 $^{\circ}\text{C}$ 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 :

$$I_a = P/T + 10$$

Avec :

I_a : indice d'aridité

P : précipitations moyennes annuelles (mm)

T : températures moyennes annuelles ($^{\circ}\text{C}$)

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

Quand

$I < 5$ le climat est hyperaride

$5 < I < 7.5$ le climat est désertique

$7.5 < I < 10$ le climat est steppique

$10 < I < 20$ le climat est semi-aride

$20 < I < 30$ le climat est tempéré

$I > 30$ le climat est humide.

Pour notre cas $P = 463.66$ mm et $T = 15.42$ °C donc cet indice est égale :

$$I_a = 463.66 / (15.42 + 10)$$

$$I_a = 18.23$$

Ce qui permet de dire que le climat région d'étude est semi-aride.

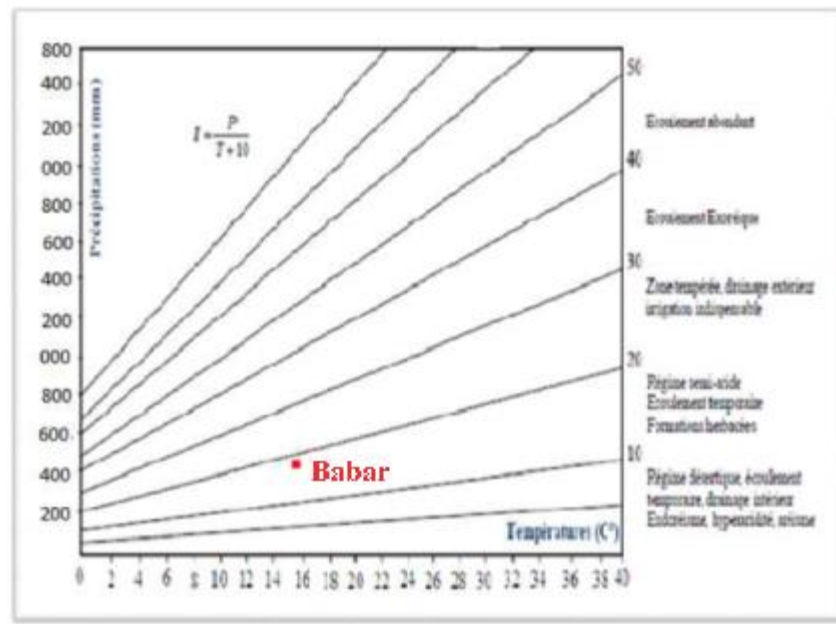


Figure 31 : l'indice d'aridité annuel de Martonn

3.2. Indice ombrothermique de Gausson 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 donnée 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 Gausson et Bagnouls, un mois sec est celui où le total des précipitations (mm) est inférieur ou égal au double de la température moyenne. (Bneder, 2008).

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

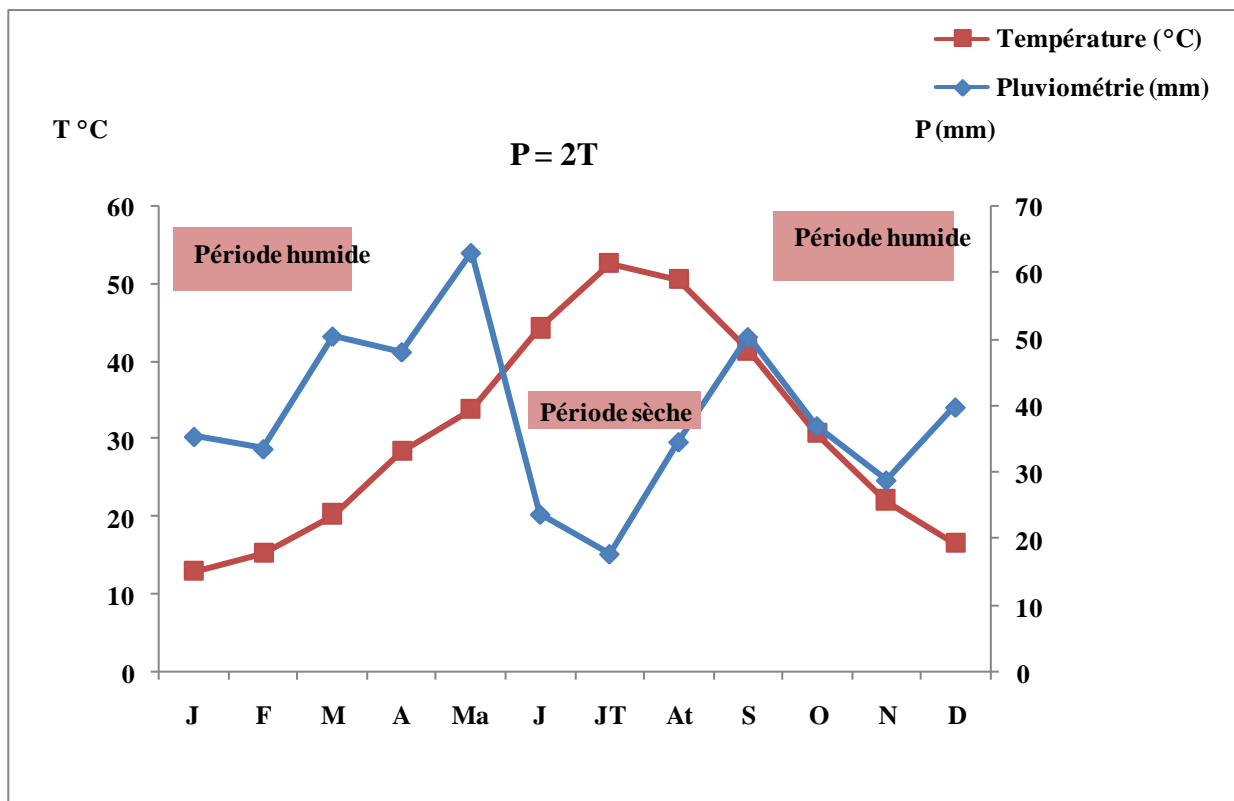


Figure 32 : Diagramme ombrothermique de Gaussen et de Bagnouls (2004-2020)

La superposition des deux courbes [P (mm) et T (°C)] permet ainsi de définir la période sèche. Donc le diagramme ombrothermique de la région de Babar montre que la période sèche s'étale du mi de mois de juin jusqu'au mi de mois de septembre et dure environ 120 jours. Alors que la période humide commence de mi de mois de septembre jusqu'à le mi de mois de juin.

3.3. 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 pluviothermique 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).

L'amplitude thermique étant un facteur important de la répartition de la végétation, Emberger a proposé l'indice suivant pour les climats de la région méditerranéenne: Ce

quotient est généralement le plus utilisé dans les régions de l'Afrique du Nord, Il est défini comme suit :

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

Avec :

- **Q** quotient pluviométrique 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

Dans notre zone d'étude :

$$P = 463.66 \text{ mm} ; M=34.90 \text{ } ^\circ\text{C} ; m=1.85 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Donc : } Q_2 = 48.08$$

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

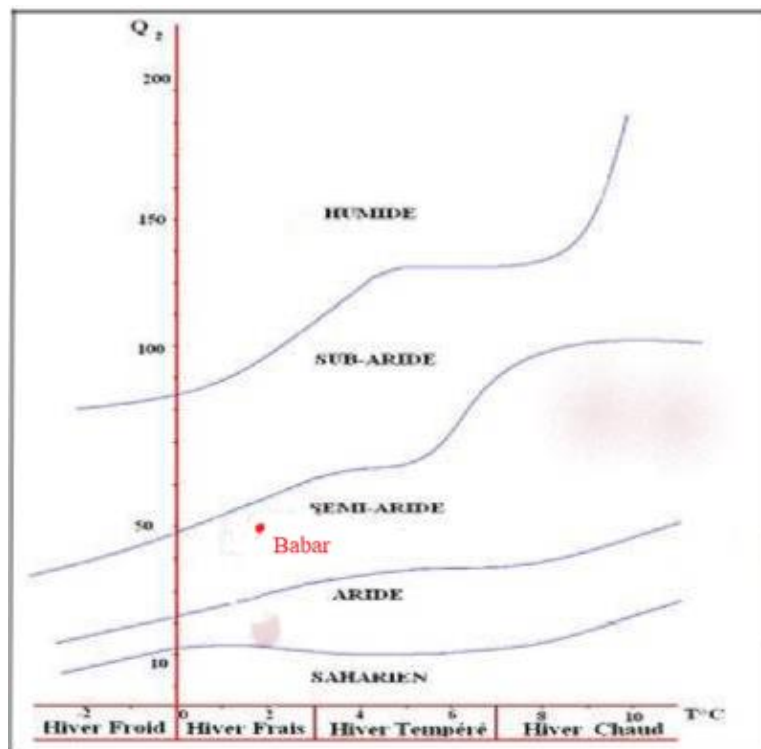


Figure 33 : le climagramme d'Embergie pour la zone d'étude

4. Le bilan hydrique

Le bilan hydrique est le suivi de l'ensemble des entrées et des sorties d'un système donné (lac, réservoir) (Anctil et al, 2012).

L'équation générale d'un tel bilan peut s'écrire : $P=ETR+R+I$

Avec :

P : Précipitation annuelle en mm ;

ETR : Evapotranspiration réelle annuelle en mm ;

R : Ruissellement en mm ;

I : Infiltration annuelle en mm (Kergreis et Claude, 1991).

4.1.Mesure de L'ETR

C'est la somme de la quantité de vapeur de l'eau évaporée par le sol et par la transpiration des plantes quand le sol a une certaine humidité et les plantes à un stade de développement physiologique.

4.1.1. ETR selon la formule de Tutc

Cette méthode est applicable à tous les climats et elle est fonction des précipitations et des températures moyennes mensuelles. La formule est la suivante :

Avec :

$$ETR = P / (0.9 + P^2 / L^2)^{1/2}. \quad L = 300 + 25 T + 0.05 T^3.$$

ETR : Evapotranspiration réelle (mm/an) ;

P : Précipitation moyenne annuelle (mm) ;

L : Paramètre arbitraire lié à la température (pouvoir évaporant de l'atmosphère);

T : Température moyenne annuelle (°C).

Tableau 05 : l'ETR selon la formule de turc.

station	P (mm)	L	T (°C)	ETR (mm/an)
El hamma	463.6	867.61	15.4	429.25

4.1.2. ETR selon la C, W, thornthwite

On obtient l'ETR pour l'un des cas suivants:

Si $P < ETP \rightarrow ETR=P$ et $RFU=0$ (déficit hydrique)

Si $P > ETP \rightarrow ETR=ETP$ et $RFU=P-ETP$ (excédent hydrique)

Tableau 06 : ETR selon la C.W Thornthwaite.

Station	ETR selon la formule de Turc (mm/an)	ETR selon C.W Thornthwaite (mm/an)
El hamma	429.25	463.6

4.2. Mesure de l'ETP

L'évapotranspiration potentielle est la consommation d'eau, sous l'action conjuguée de l'évaporation de l'eau du sol et de la transpiration de la plante. Il s'agit de la perte d'eau d'un couvert végétal en plein développement sous les conditions optimum d'alimentation en eau sans l'influence d'aucun facteur limitant.

C'est la quantité maximale d'eau susceptible d'être perdu en phase vapeur sous un climat donné et un type de couverture végétale bien déterminée et en pleine croissance donc elle comprend l'évaporation du sol et la transpiration des plantes.

Pour estimer l'évapotranspiration potentielle, on utilise des méthodes basées sur des variables climatiques. Cependant le choix dépend principalement du type de données climatiques disponibles et du type de climat de la région. Les formules empiriques qu'on utilisé est : THORNTHWAIT.

4.3. Mesure de la RFU

La réserve facilement utilisable(RFU) est la quantité d'eau emmagasinée dans la couche pédologique et qui est facilement utilisable par les plantes, pour son bon fonctionnement physiologique (Gaagai,2009).

Selon G. Gastanoy lorsque les quantités d'eau prévenant des pluies dépassent celles perdus par l'évapotranspiration, le surplus est stocké et constitue ce qu'on appelle réserve facilement utilisable.

Tableau 07 : bilan hydrique selon C.W.Thornthwaite à la station d'El Hamma

Période	T _p (°C)	i	K	ETP _C (mm)	Pr (mm)	BH (mm)	CH	VR (mm)	RFU (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
S	20,79	8,6	1,03	95,7	50,47	-45,2	-0,5	0,0	0,0	50,5	45,2	0,0
O	15,41	5,5	0,98	55,8	37,07	-18,7	-0,3	0,0	0,0	37,1	18,7	0,0
N	11,09	3,3	0,85	28,3	28,92	0,6	0,0	0,6	0,6	28,3	0,0	0,0
D	8,30	2,2	0,83	17,2	39,89	22,7	1,3	22,7	23,3	17,2	0,0	0,0
J	6,53	1,5	0,86	12,0	35,48	23,4	1,9	23,4	46,8	12,0	0,0	0,0
F	7,67	1,9	0,85	15,5	33,62	18,1	1,2	18,1	64,8	15,5	0,0	0,0
M	10,19	2,9	1,03	29,9	50,55	20,7	0,7	20,7	85,5	29,9	0,0	0,0
A	14,30	4,9	1,08	54,4	48,20	-6,2	-0,1	-6,2	79,3	54,4	0,0	0,0
M	16,93	6,3	1,21	80,6	63,10	-17,5	-0,2	-17,5	61,8	80,6	0,0	0,0
J	22,18	9,5	1,21	125,3	23,80	-101,5	-0,8	-61,8	0,0	85,6	39,7	0,0
J	26,36	12,4	1,23	168,8	17,84	-151,0	-0,9	0,0	0,0	17,8	151,0	0,0
A	25,34	11,7	1,16	149,3	34,68	-114,7	-0,8	0,0	0,0	34,7	114,7	0,0
Année	15,4	70,8		832,9	463,6	-369,3				463,6	369,3	0,0

DA : Le déficit agricole est le déficit entre ETP et ETR donc : **DEF = ETP - ETR**

EXC : L'excédent c'est la quantité d'eau pouvant s'écouler lorsque l'ETP et RFU sont satisfaits donc :

$$\mathbf{EXC = P - ETR}$$

BH : Le bilan hydrique : **BH = RFU - DEF**

4.4. Interprétation du bilan d'eau de Thornthwaite

- A l'échelle annuelle, l'ETP dépasse largement les précipitations. Les précipitations dominent dans la région d'étude avec un total de 463.6 mm/an.
- A l'échelle mensuelle nous constatons qu'à partir du mois d'Avril les précipitations sont inférieures à l'ETP jusqu'au mois novembre. Les autres mois de décembre jusqu'à Mars où les précipitations sont supérieures à l'ETP.
- En générale les précipitations couvrent les besoins de l'évapotranspiration potentielle et permettent la formation de la RFU.

Le déficit agricole (DEF) débute au mois de Mai et se poursuit jusqu'au mois de Novembre.

- La reconstitution du stock s'observe au mois novembre avec une RFU= 0.6 mm.
- La RFU atteint son maximum (85.5mm) au mois de mars, on assiste un épuisement du stock à partir de mois de juin jusqu'à le mois d'Octobre.

5. Estimation du ruissèlement et de l'infiltration

5.1. Ruissèlement

Le ruissellement désigne en hydrologie le phénomène d'écoulement des eaux à la surface des sols. Il s'oppose au phénomène d'infiltration. Ce phénomène se produit quand l'intensité des précipitations dépasse l'infiltration et la capacité de rétention de la surface du sol. Le ruissellement est calculé selon la formule suivante :

$$R = P^3/3. (ETP)^2$$

Avec:

R: ruissellement moyen annuel en mm;

P: hauteur des précipitations moyenne annuelle en mm;

ETP: évapotranspiration potentielle en mm/an.

Application numérique:

Tableau 08 : La lame d'eau ruisselée pour la station d'Elhamma.

P (mm)	463.6
ETP (mm)	832.9
R (mm)	47.87

5.2. Infiltration

Le phénomène d'infiltration se produit après reconstruction d'un certain niveau d'humidité du sol. C'est une propagation de l'eau vers les tranches de sols plus profonds et vers la nappe. L'arrivée de l'eau au niveau de la nappe se produit d'une manière différée par rapport à la pluie. Elle s'écrit de la manière suivante :

$$I = P - (ETR + R)$$

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

ETR : évaporation réelle en (mm/an)

I : infiltration en (mm/an)

R : ruissèlement an (mm)

Application numérique:

Tableau 09 : La lame d'eau infiltrée estimée à laide du bilan hydrologique.

P (mm)	463.6
ETR (mm)	463.6
I (mm)	-47.87

Chapitre III

Matériels et Méthodes



1. Sites de l'échantillonnage

L'échantillonnage a été choisi selon des méthodes standards universelles, et vis-à-vis l'accessibilité au terrain. Ce qui nous a permis de réaliser une couverture totale de cirque prélèvements représentatifs au niveau des eaux du barrage de Babar, les prélèvements ont été repérées à l'aide d'un GPS.

2. Flaconnage de prélèvements

Les prélèvements s'effectuent dans des flacons en plastique préalablement nettoyés et rincés abondamment à l'eau de l'échantillon.

3. Le prélèvement

Pour l'analyse physico-chimique des flacons en plastiques sont suffisant et le volume du prélèvement est d'un litre pour une analyse complète, les flacons seront rincés 3 fois avec de l'eau à analyser puis remplis jusqu' au bord.

4. La filtration et conditionnement définitif des échantillons

L'étiquetage doit être rigoureux pour éviter tout risque de confusion sur l'identité des échantillons (station et date de prélèvement). Avant filtration, chacun des échantillons est homogénéisé de façon à remettre toutes les particules en suspension. Les filtrations doivent être effectuées le plus rapidement possible après les prélèvements pour éviter tout processus de précipitation et modification de l'équilibre.

5. Conservation des échantillons

Les échantillons prélevés sont portés dans une glacière pour qu'il soit conservé de la haute température ou bien la lumière pour qu'il n'entraîne pas un d'équilibre dans leur composition Physico-chimique jusqu'à l'arriver au laboratoire là où on fait tous les dosages concernant notre étude.

6. Le transport des échantillons

Le prélèvement subira obligatoirement un certain temps de transport et une éventuelle attente au laboratoire avant la mise en route analytique. Ces temps devront être réduits au minimum. Pendant cette période, des phénomènes chimiques et bactériologiques peuvent conduire à plusieurs types de changement. D'une façon générale, le transport à la température

de 4 C° et à l'obscurité dans des emballages isothermes permet d'assurer une conservation satisfaisante.

7. Méthodes d'analyse de la qualité physico-chimique des eaux

Pour effectuer les analyses physico-chimiques des eaux prélevées nous avons utilisé un matériel représenté par les réactifs, les solutions, et l'appareillage suivants :

7.1. Test Chlore

Dans une solution faiblement acide, le chlore libre réagit avec le dipropyl-p-phénylènediamine (DPD) pour donner un colorant rouge violet qui est dosé par photométrie. En présence d'iodure de potassium le chlore combiné est aussi mis en évidence au cours de cette réaction.



Figure 34 : photométrie.



Figure 35 : test de chlore.

7.2. Mesure électrométrique du pH avec l'électrode de verre

- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser ;
- Mettre un agitateur avec une faible agitation ;
- Tremper l'électrode dans le bêcher ;
- Laisser stabiliser un moment avec ;
- Une faible vitesse d'agitation ;
- Puis noter le pH.



Figure 36 : pH Mètre.

7.3. Mesure de la conductivité électrique

- D'une façon générale, opérer avec de 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 distillée puis en plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner ; faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées ;



Figure 37 : conductivitémètre

- Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air 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 38 : Agitateur.

7.4. Mesure de la turbidité

Expression des résultats : La mesure est obtenue directement en NTU.

7.5. Détermination des nitrates

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser ;
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 % ;
- Ajouter 1 ml de Salicylate de Sodium ;
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve à une température de 75-88 °C ;
- Ne pas surchauffer ni surcharger très longtemps laisser refroidir ;
- Reprendre le résidu avec 2 ml de H₂SO₄ pur laissé reposer 10 mn ;

- Ajouter 15 ml d'eau distillée ;
- Ajouter 15 ml de Tartrate double de sodium et de potassium ;
- Lire le résultat a la spectrophotométrie.

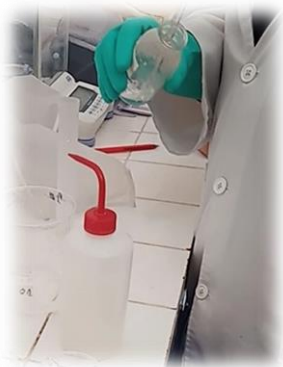


Figure 39 : Salicylate de Sodium.



Figure 40: la spectrophotométrie.

7.6.Détermination du calcium et magnésium

Prendre 50 ml d'eau à analyser. Ajouter 3 ml de NaOH puis 3 gouttes de Bleu d'Eriochrome. Verser la quantité nécessaire de solution d'EDTA pour obtenir le virage au violet. Noter V_1 . Ajouter à la même solution 3.2 ml d'HCl 1 N et agiter durant 1 mn jusqu'à parfaite dissolution du précipité magnésien. Verser 5 ml de la solution tampon et 1 goutte de solution de Noir d'Eriochrome. Bien mélanger. Introduire la quantité de solution d'EDTA nécessaire au virage au bleu. Noter V_2 .

7.6.1. Expression des résultats

Pour une prise d'essai de 50 ml

- La teneur en calcium est égale à
- $Ca \text{ (mg/l)} = (V_1 * 0.4008 * 1000) / 50$
- La teneur en magnésium est égale à
- $Mg \text{ (mg/l)} = (V_2 * 0.243 * 1000) / 50$
- La dureté totale est égale à
- $Ca \text{ CO}_3 \text{ (mg/l)} = [(V_1 + V_2) * 1000] / 50$

7.7.Détermination des chlorures

7.7.1. Le blanc : Prendre 100 ml d'eau distillée + 1 ml de K_2CrO_4 . Puis titrer avec le $l'AgNO_3$ à 0.02 mole/l.

7.7.2. Le titrer : Prendre 10 ml de NaCl à 0.02 mole/l +90 ml d'eau distillée + 1 ml de K_2CrO_4 . Puis titrer avec le $l'AgNO_3$ à 0.02 mole/l.

7.7.3. L'échantillon : Prendre 100 ml d'échantillon + 1 ml de K_2CrO_4 . Puis titrer avec le $AgNO_3$ à 0.02 mole/l.

Le tirage se fait jusqu'au virage rouge brique.

7.8.Détermination des sulfates

- 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.

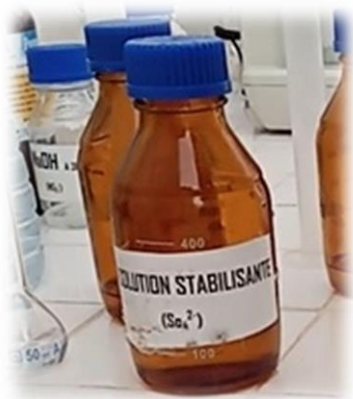


Figure 41 : la solution stabilisante.

1. Sites de l'échantillonnage

L'échantillonnage a été choisi selon des méthodes standards universelles, et vis-à-vis l'accessibilité au terrain. Ce qui nous a permis de réaliser une couverture totale de cirque prélèvements représentatifs au niveau des eaux du barrage de Babar, les prélèvements ont été repérées à l'aide d'un GPS.

2. Flaconnage de prélèvements

Les prélèvements s'effectuent dans des flacons en plastique préalablement nettoyés et rincés abondamment à l'eau de l'échantillon.

3. Le prélèvement

Pour l'analyse physico-chimique des flacons en plastiques sont suffisant et le volume du prélèvement est d'un litre pour une analyse complète, les flacons seront rincés 3 fois avec de l'eau à analyser puis remplis jusqu' au bord.

4. La filtration et conditionnement définitif des échantillons

L'étiquetage doit être rigoureux pour éviter tout risque de confusion sur l'identité des échantillons (station et date de prélèvement). Avant filtration, chacun des échantillons est homogénéisé de façon à remettre toutes les particules en suspension. Les filtrations doivent être effectuées le plus rapidement possible après les prélèvements pour éviter tout processus de précipitation et modification de l'équilibre.

5. Conservation des échantillons

Les échantillons prélevés sont portés dans une glacière pour qu'il soit conservé de la haute température ou bien la lumière pour qu'il n'entraîne pas un d'équilibre dans leur composition Physico-chimique jusqu'à l'arriver au laboratoire là où on fait tous les dosages concernant notre étude.

6. Le transport des échantillons

Le prélèvement subira obligatoirement un certain temps de transport et une éventuelle attente au laboratoire avant la mise en route analytique. Ces temps devront être réduits au minimum. Pendant cette période, des phénomènes chimiques et bactériologiques peuvent conduire à plusieurs types de changement. D'une façon générale, le transport à la température

de 4 C° et à l'obscurité dans des emballages isothermes permet d'assurer une conservation satisfaisante.

7. Méthodes d'analyse de la qualité physico-chimique des eaux

Pour effectuer les analyses physico-chimiques des eaux prélevées nous avons utilisé un matériel représenté par les réactifs, les solutions, et l'appareillage suivants :

7.1. Test Chlore

Dans une solution faiblement acide, le chlore libre réagit avec le dipropyl-pphénylènediamine (DPD) pour donner un colorant rouge violet qui est dosé par photométrie. En présence d'iodure de potassium le chlore combiné est aussi mis en évidence au cours de cette réaction.



Figure 34 : photométrie.



Figure 35 : test de chlore.

7.2. Mesure électrométrique du pH avec l'électrode de verre

- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser ;
- Mettre un agitateur avec une faible agitation ;
- Tremper l'électrode dans le bêcher ;
- Laisser stabiliser un moment avec ;
- Une faible vitesse d'agitation ;
- Puis noter le pH.



Figure 36 : pH Mètre.

7.3. Mesure de la conductivité électrique

- D'une façon générale, opérer avec de 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 distillée puis en plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner ; faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées ;



Figure 37 : conductivimètre

- Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air 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 38 : Agitateur.

7.4. Mesure de la turbidité

Expression des résultats : La mesure est obtenue directement en NTU.

7.5. Détermination des nitrates

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser ;
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 % ;
- Ajouter 1 ml de Salicylate de Sodium ;
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve à une température de 75-88 °C ;
- Ne pas surchauffer ni surcharger très longtemps laisser refroidir ;
- Reprendre le résidu avec 2 ml de H₂SO₄ pur laissé reposer 10 mn ;

- Ajouter 15 ml d'eau distillée ;
- Ajouter 15 ml de Tartrate double de sodium et de potassium ;
- Lire le résultat a la spectrophotométrie.

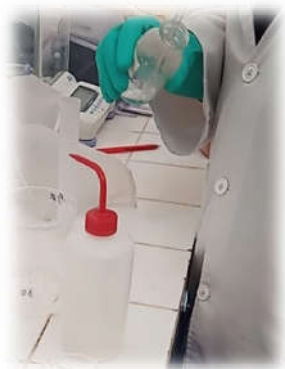


Figure 39 : Salicylate de Sodium.



Figure 40: la spectrophotométrie.

7.6.Détermination du calcium et magnésium

Prendre 50 ml d'eau à analyser. Ajouter 3 ml de NaOH puis 3 gouttes de Bleu d'Eriochrome. Verser la quantité nécessaire de solution d'EDTA pour obtenir le virage au violet. Noter V_1 . Ajouter à la même solution 3.2 ml d'HCl 1 N et agiter durant 1 mn jusqu'à parfaite dissolution du précipité magnésien. Verser 5 ml de la solution tampon et 1 goutte de solution de Noir d'Eriochrome. Bien mélanger. Introduire la quantité de solution d'EDTA nécessaire au virage au bleu. Noter V_2 .

7.6.1. Expression des résultats

Pour une prise d'essai de 50 ml

- La teneur en calcium est égale à
- $Ca \text{ (mg/l)} = (V_1 * 0.4008 * 1000) / 50$
- La teneur en magnésium est égale à
- $Mg \text{ (mg/l)} = (V_2 * 0.243 * 1000) / 50$
- La durezza totale est égale à
- $Ca \text{ CO}_3 \text{ (mg/l)} = [(V_1 + V_2) * 1000] / 50$

7.7.Détermination des chlorures

7.7.1. Le blanc : Prendre 100 ml d'eau distillée + 1 ml de K_2CrO_4 . Puis titrer avec le $l'AgNO_3$ à 0.02 mole/l.

7.7.2. Le titrer : Prendre 10 ml de NaCl à 0.02 mole/l +90 ml d'eau distillée + 1 ml de K_2CrO_4 . Puis titrer avec le $l'AgNO_3$ à 0.02 mole/l.

7.7.3. L'échantillon : Prendre 100 ml d'échantillon + 1 ml de K_2CrO_4 . Puis titrer avec le $AgNO_3$ à 0.02 mole/l.

Le tirage se fait jusqu'au virage rouge brique.

7.8.Détermination des sulfates

- 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.



Figure 41 : la solution stabilisante.

Chapitre IV

Etude hydro-chimique

Introduction

La qualité physico-chimique de l'eau informe sur la localisation et l'évaluation d'un niveau de pollution, en fonction d'un ensemble de paramètres. Basée sur des valeurs de référence, elle s'apprécie à l'aide de plusieurs paramètres : les paramètres physiques (matière en suspension, turbidité, transparence, température, conductivité et salinité) ; paramètres chimiques (pH, sels minéraux, matière organique, oxygène dissous, nutriments (nitrites, nitrates, ammonium, phosphate, silice), pesticides, etc.). Ces paramètres permettent d'acquérir des connaissances de base, de développer une surveillance pour détecter des perturbations et de mettre en place un suivi pour rétroagir sur la gestion. **(QPCE, 2015)**

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 de l'environnement pour la prévention vis-à-vis des polluants.

Au cours de ce chapitre, nous présenterons les résultats ainsi que leurs discussions concernant la qualité physico-chimique des eaux de barrage Babar (W. Khenchela). Sachant que nous avons fait des sorties de reconnaissance de sites, et nous avons réalisé plusieurs prélèvements d'eaux. Les paramètres physiques sont mesurés in situ immédiatement à l'aide d'un multi-paramètre alors que les paramètres chimiques sont mesurés au laboratoire ADE.W. Khenchela à l'aide d'un spectrophotomètre à flamme.

1. Les paramètres physiques

1.1. La température de l'eau

Les températures c'est une caractéristique physique importante. Elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, et aussi la détermination de pH. Sa mesure est effectuée par le thermomètre **(Bacchin, 2005)**

En effet la majorité des paramètres physico-chimiques et biochimiques sont dépendants de la température **(Nemoraw, 1985)**. Ainsi, un réchauffement entraîne l'apparition des algues flottantes et des organismes aquatiques indésirables **(Belanger et al, .2005)**.

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).

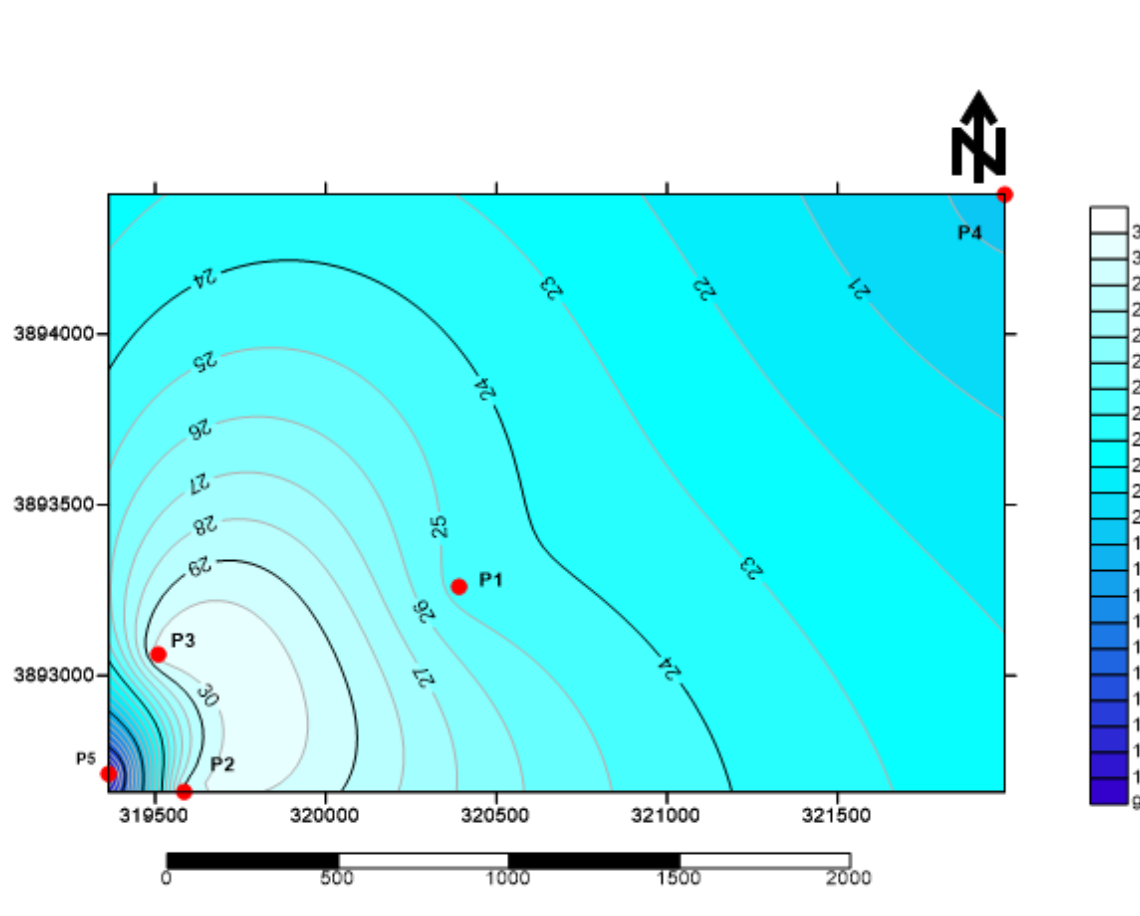


Figure 42 : Carte de la variation spatiale de la température des eaux de barrage de Babar.

Les valeurs de température observées dans la zone d'étude sont inférieures à la norme de potabilité fixée par l'OMS qui est de 25°C, elle varie entre 9°C et 31°C. À l'exception de deux points de prélèvement P1, P3 qui sont supérieurs à la norme de potabilité préconisée par l'OMS.

Notons que la température moyenne annuelle de l'air est de 15.43°C. Ces valeurs traduisent l'influence directe des eaux météoriques sur les eaux du barrage sachant que ces deux prélèvements sont effectués pendant les mois de juillet et août.

1.2.Le Potentiel d'Hydrogène

Par définition le pH est le logarithme décimal de l'inverse de la concentration H^+ (Djemal, 2009), 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 joue un rôle très important dans le développement de la vie aquatique. De plus, le pH influe sur le comportement de certains éléments comme les métaux dont il peut diminuer ou augmenter la mise en solution et donc la toxicité en rendant les métaux bio disponibles. Généralement, les valeurs de pH des eaux naturelles sont comprises entre 6 et 8,5 (Derwich ,2010). Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un PH-mètre.

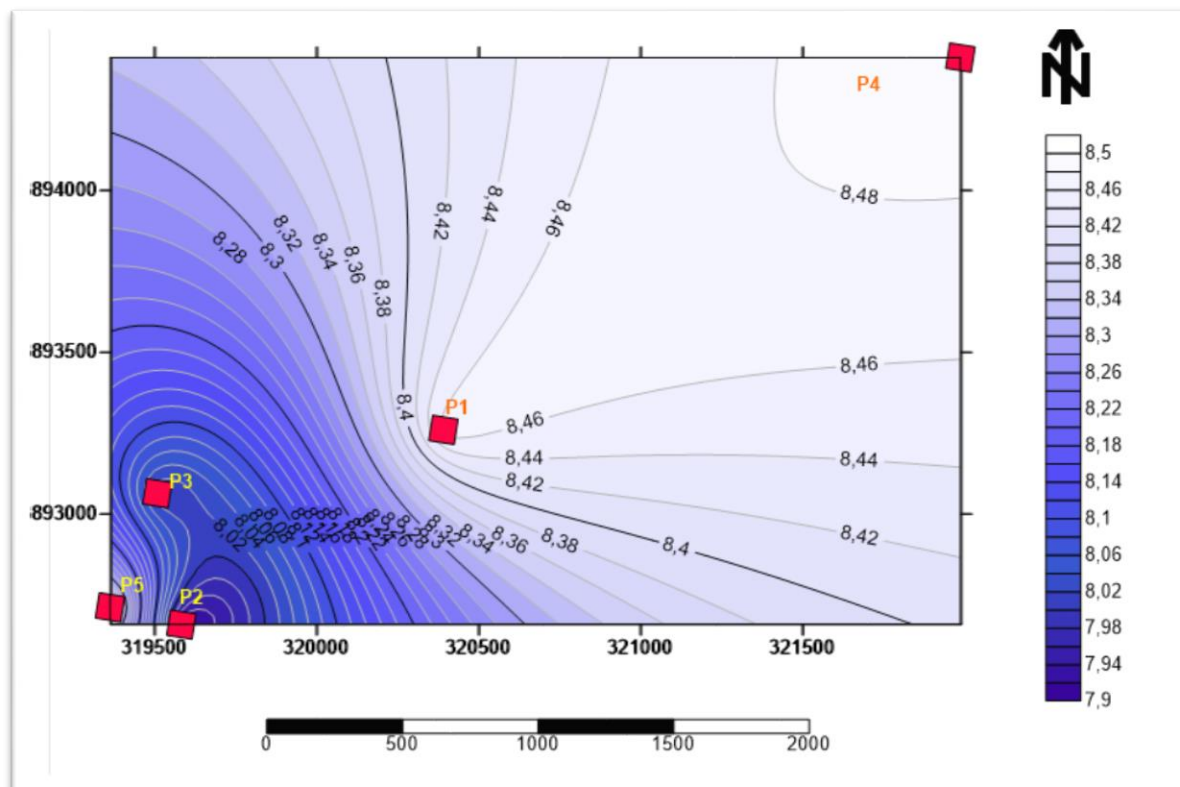


Figure 43 : Carte de la variation spatiale de pH des eaux de barrage de Babar.

Les valeurs du pH des eaux de surface du barrage de Babar ne montrent pas une variation notable, avec un minimum de 7.91 dans le forage P3 et un maximum de 8.49 dans le forage P8, la moyenne étant de 8.2. Ces valeurs témoignent d'un milieu neutre et bien équilibré.

1.3. Conductivité électrique

Est caractéristique physico-chimique de l'eau liée à la concentration des substances dissoutes et à leur nature. Les matières organiques et colloïdales ne présentent qu'une faible conductivité. Elle varie avec la température (Rodier, 2009 et Rejsek, 2002).

La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions (calcium, magnésium, sodium, nitrates, chlorures, sulfates, ...) et représente la salinité des eaux (**Lanteri, 2009**).

Elle s'exprime généralement en mS/cm, sa mesure indique le taux des sels dissous présents dans une eau et par conséquent son pouvoir conducteur. Elle est peut-être utilisée comme indicateur de pollution dans les études environnementales, pour montrer les apports importants en sels d'origine naturelle (basin versant) et/ou anthropique (rejets des usines de dessalement et rejets industriels).

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**).

La classification des eaux en fonction de la conductivité se présente de la manière suivante :

- Conductivité égale à 0.05 : eau déminéralisée
- Conductivité de 10 à 80 : eau de pluie
- Conductivité de 80 à 100 : eau peu minéralisée
- Conductivité de 300 à 500 : eau moyennement minéralisée
- Conductivité de 1000 à 3000 : eau saline
- Conductivité supérieure à 3000 : eau de mer.

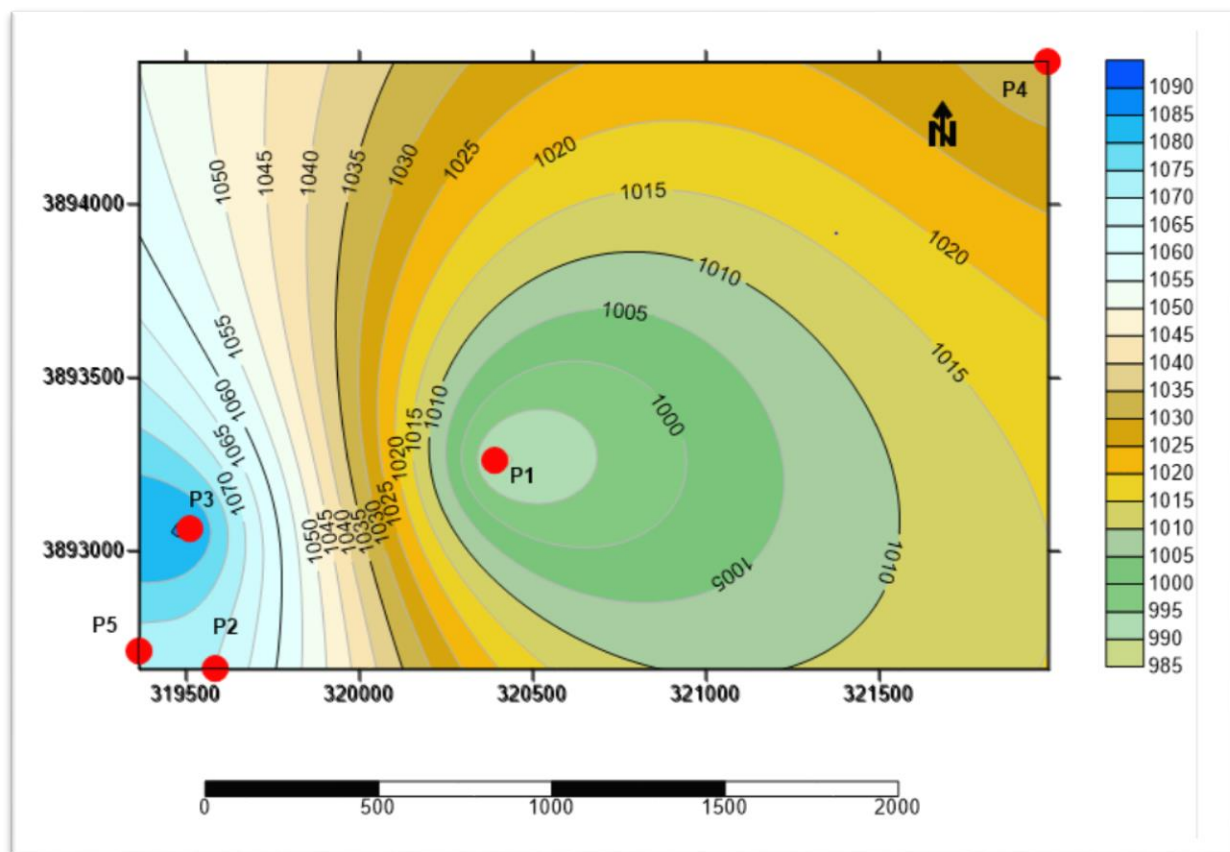


Figure 44: Carte de la variation spatiale de la conductivité électrique des eaux de barrage de Babar.

Les valeurs enregistrées durant la période d'étude varient de 989 à 1086 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dont la valeur minimale est enregistrée au forage P1, et la valeur maximale est enregistrée au forage P3, la moyenne est de 1299 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Et s'avèrent donc selon le classement ci-dessus, eau saline

D'après **C. Chevry et M. Robert(1998)** On peut lier les valeurs élevées à la dissolution des marnes et des calcaires de la formation géologique crétacée, et aussi à des conditions climatiques semi arides, ces dernières induisent une forte évapotranspiration qui concentre la solution du sol

1.4. Turbidité

La turbidité désigne la teneur d'une eau en particules suspendues qui la troublent le degré de la limpidité de l'eau. Elle représente l'un des principaux paramètres de détermination de la qualité de l'eau potable (**Juery, 2002**).

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).

Est la mesure de l'aspect trouble de l'eau, c'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matière en suspension. (Rejsek, 2002).

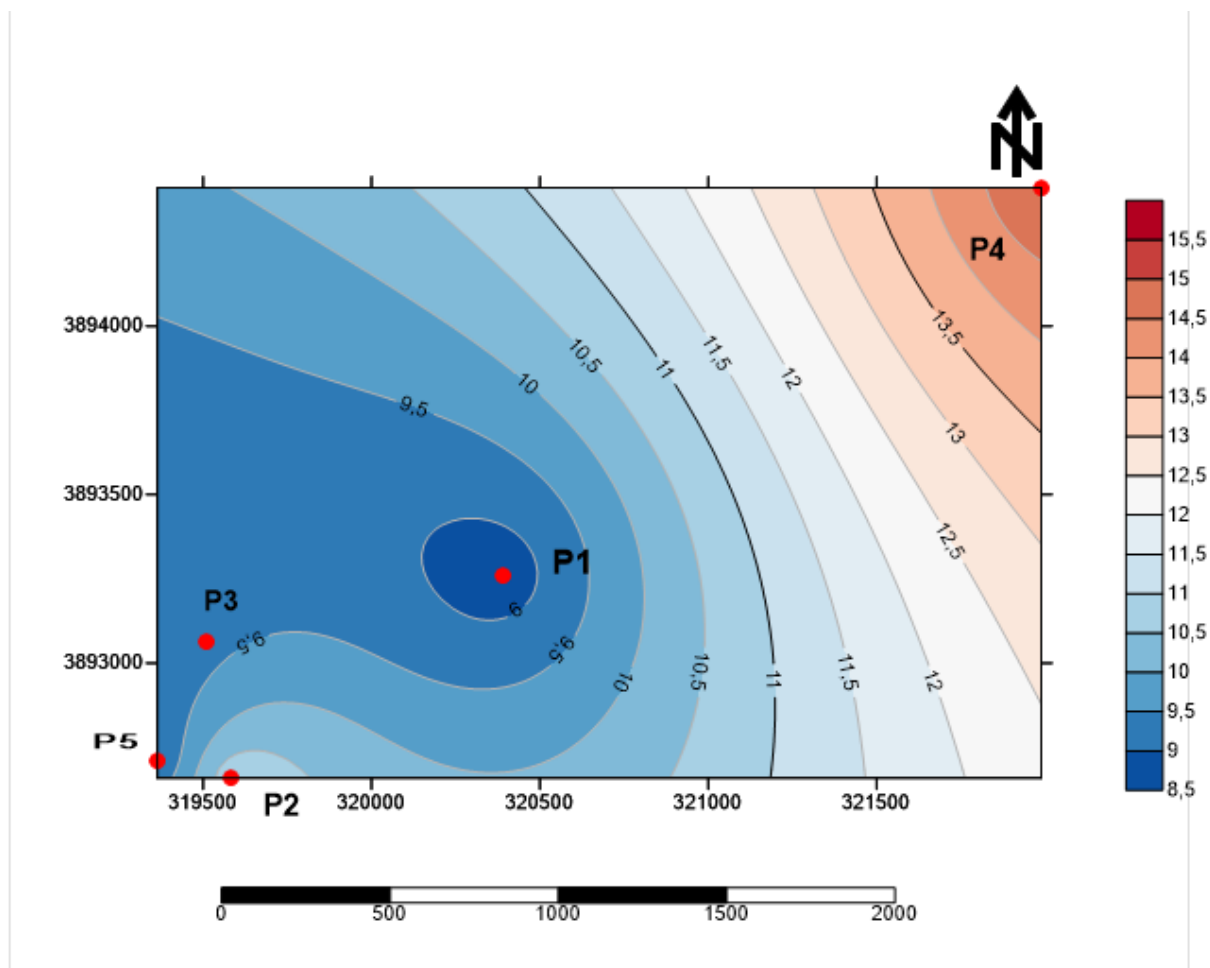


Figure 45 : Carte de la variation spatiale de la turbidité des eaux de barrage de Babar.

La turbidité de la zone d'étude varie entre 8.66 et 15 NTU. Généralement les valeurs trouvées lors de l'analyse des eaux de Barrage de Babar sont supérieures à la norme algérienne qui est de 05NTU, 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 au voisinage de la zone d'étude.

2. Etude analytique des éléments chimiques

2.1. Les bicarbonates

Une concentration trop élevée en bicarbonate dans l'eau est susceptible d'avoir une incidence négative mais réversible sur la potabilité de l'eau. Ces ions hydrogénocarbonates sont dosés pour connaître leur effet dans la canalisation et les risques de corrosion du réseau de distribution qu'ils peuvent provoquer. Les ions bicarbonates HCO_3^- constituent le tampon principal des systèmes d'eaux douces (Abdellaoui, 1990).

Ils permettent le rétablissement des conditions initiales en cas de pollution par des déversements acides (Pesson, 1976).

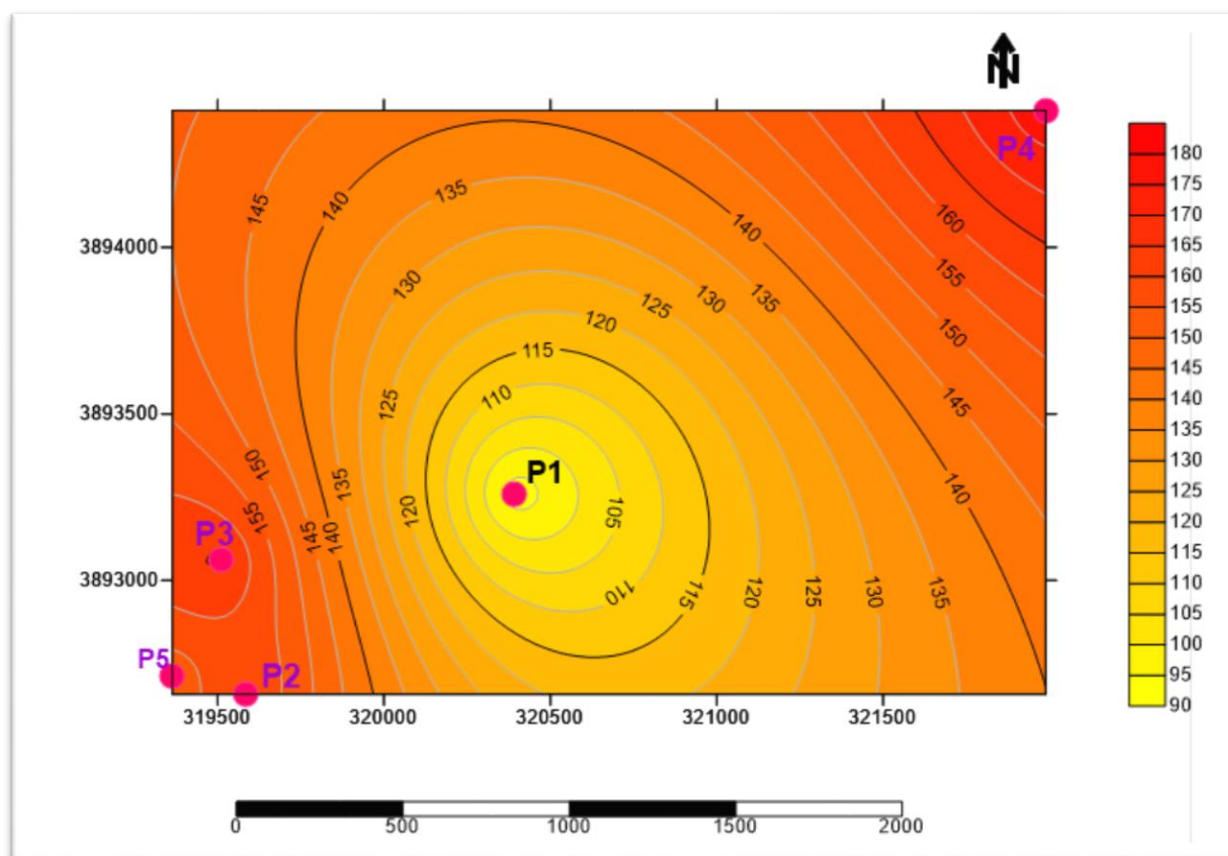


Figure 46: Carte de la variation spatiale de Bicarbonate des eaux de barrage de Babar.

Ce diagramme montre à l'aide de la carte une importante variation des teneurs en bicarbonate comprises entre 92 mg/l (P1) et 179 mg/l (P4), dont la moyenne est de 135.5mg/l.

La présence des bicarbonates dans notre eau étudiée est due à la dissolution des formations carbonatées tel que les calcaires et les dolomies de la formation lithologique dans

le remplissage quaternaire donc les teneurs élevées en bicarbonates par rapport aux ions considérés, confirme l'origine bicarbonatée des eaux du barrage.

2.2.Sulfates

Les sulfates (SO_4^{2-}) proviennent du ruissellement ou d'infiltration dans les terrains à gypse. Ils résultent également de l'activité de certaines bactéries (chlorothiobactéries, rhodothiobactéries, etc.). Cette activité peut oxyder l'hydrogène sulfuré (H_2S) toxique en sulfate (**Belghiti et al, .2013**).

Ils sont présents dans les eaux naturelles avec des teneurs très variables et ils peuvent provenir de la dissolution du gypse et à l'utilisation des engrais chimiques (**Gaagai, 2009**).

Ils proviennent de certains minéraux. En particulier du gypse. Dans les eaux dures à fortes concentration, ils peuvent provoquer des troubles gastro-intestinaux (**Charif, 2014**).

Les eaux naturelles contiennent, pratiquement, des ions sulfatés, dont les proportions très variables. Leurs présences résultent de la légère solubilité des sulfates de calcium dans les roches gypseuses et de l'oxydation des sulfures se trouvant dans les roches. Cependant, ils peuvent aussi provenir de l'oxydation dans l'atmosphère, de l'anhydrite sulfureuse par combustion des hydrocarbures (**Bakalowicz, 1979**). La variation de la concentration des sulfates varie d'une zone à une autre, généralement liée aux évaporites du Trias et aux crétacés et aux lits gypseux des argiles (**Khemmoudj, 2009**).

Ils résultent de la solubilité du gypse ($\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$), La présence du sulfate liée à la présence du trias et gypse, l'augmentation des sulfates peut provenir en grande partie de la dissolution des minéraux évaporitique, de l'oxydation du soufre des roches sédimentaires Sulfates (SO_4^{2-}) sont dosés par le principe néphélométrique (**Rodier, 2009**).

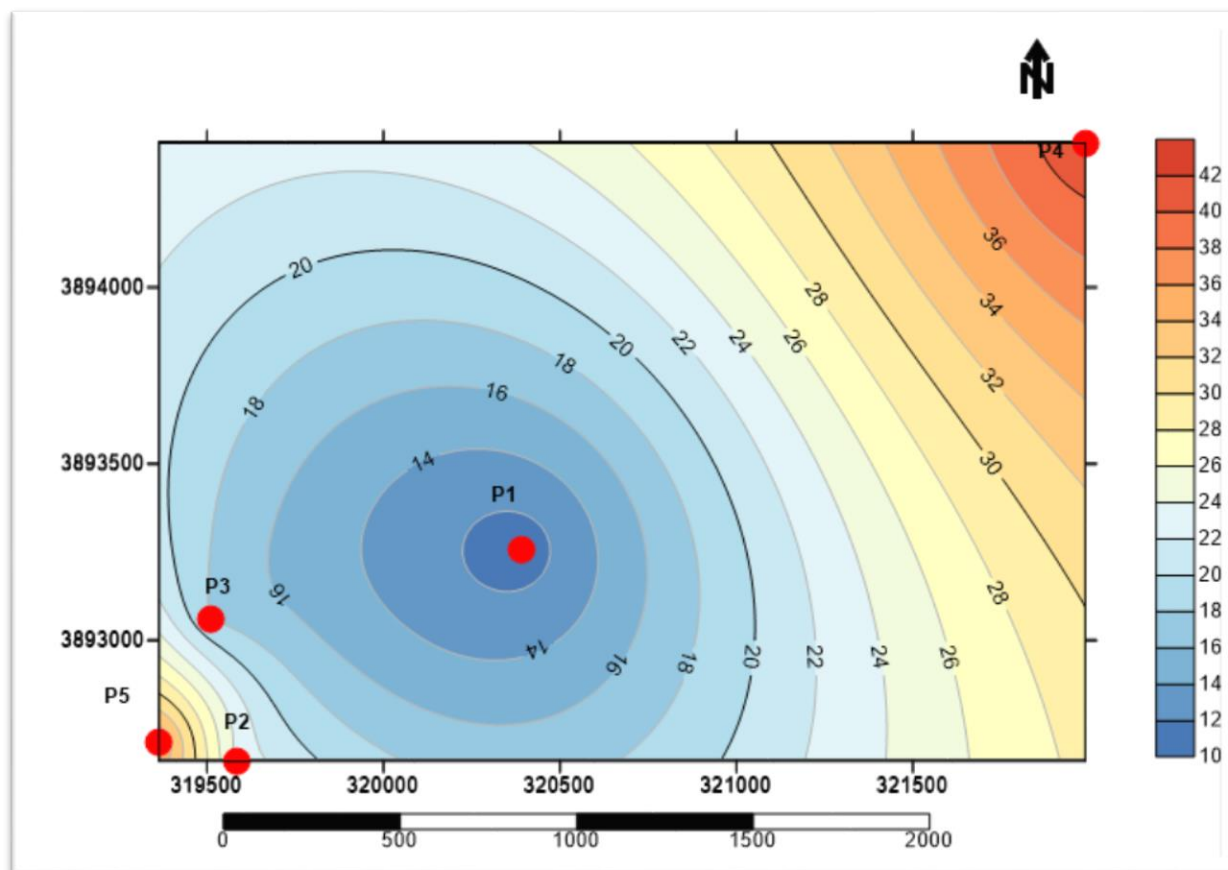


Figure 47: Carte de la variation spatiale du sulfate des eaux de barrage de Babar.

L'analyse de sulfate établit que toutes les concentrations en SO_4 sont inférieures à 42 mg/l et varient entre 10,805 dans le forage P1 et 41,974 mg/l dans le forage P4, la moyenne est prise de 26,38 mg/l.

Les résultats de mesure obtenus au laboratoire et la carte de distribution de sulfate montrent que la plupart des points d'eau de la région d'étude présentent des teneurs en ions de sulfate faibles, avec des concentrations variant entre 10,81 et 41,97 mg/l inférieures à la norme des eaux (250 mg/l), ce qui indique que ces eaux sont moins influencées par la dissolution des formations du gypse et à l'utilisation des engrais chimiques.

2.3. Les nitrates

Le taux de nitrates est très variable suivant la saison et selon l'origine des eaux ; l'activité humaine accélère le processus d'enrichissement des eaux en nitrates (l'utilisation des engrais et l'élevage) (Rodier, 2009).

Les nitrates présents dans le sol, dans les eaux superficielles et souterraines résultant de la décomposition naturelle, par des microorganismes, de matière organique azotée. La

présence de nitrates dans l'environnement est une conséquence naturelle du cycle de l'Azote (Paul, 1971).

Les nitrates 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).

Toutes les formes d'azote organique, ammoniacal ou nitrites sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique. Dans les eaux naturelles non polluées, le taux de nitrates est très variable suivant la saison et l'origine des eaux (Rodier et al, 2005).

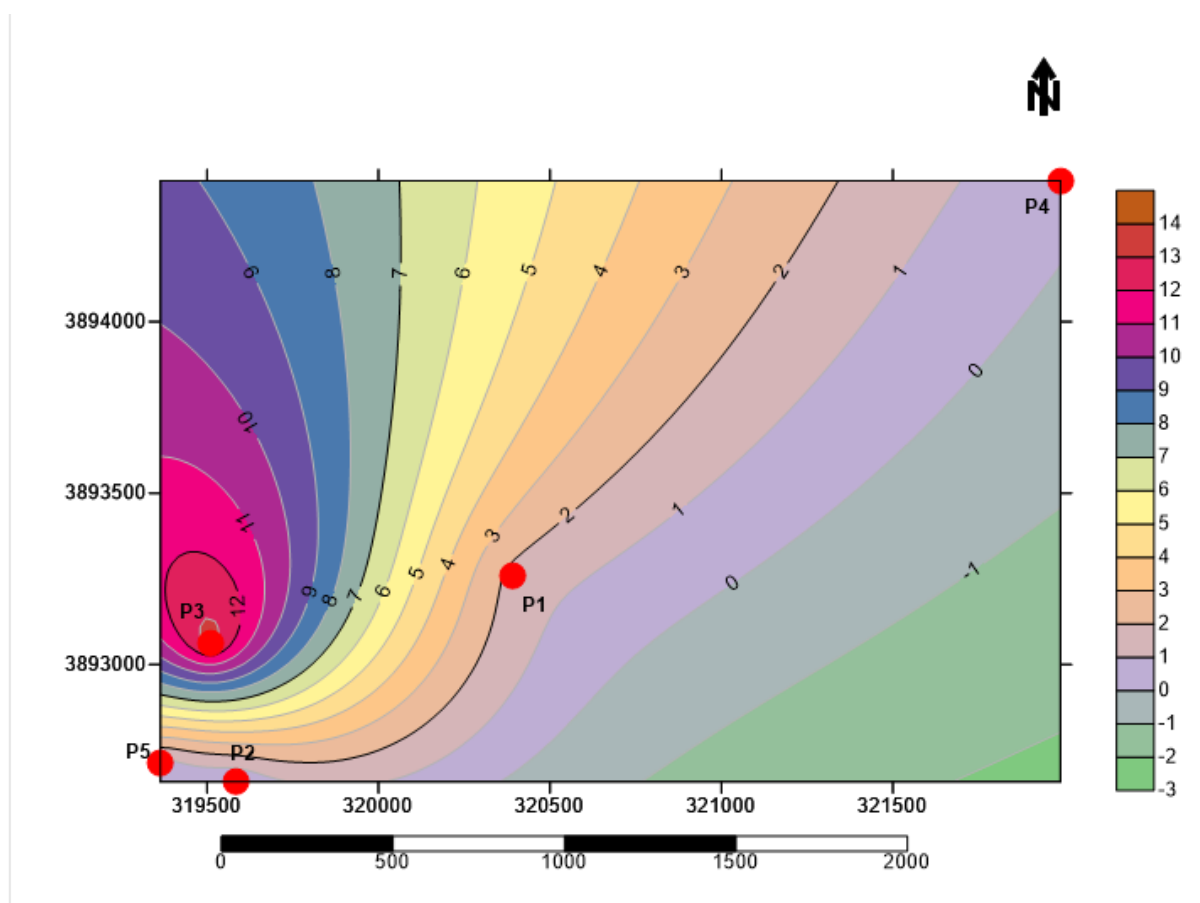


Figure 48 : Carte de la variation spatiale des Nitrates des eaux de barrage de Babar.

Les valeurs de nitrates dans notre zone d'étude varient entre 0 mg/l (P2) et 13,46 mg/l (P3), la moyenne étant de 6.73mg/l, donc toutes les valeurs sont inférieures à la norme préconisée par l'OMS qui est de 50 mg/l.

2.4. Les chlorures

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 chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent (AgNO_3), en présence de chromate de potassium (KCrO_4) jusqu'à apparition d'une coloration rouge brique, c'est le principe de la méthode de Mohr (**Rodier, 2009**).

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 (ClO^-), la réaction d'équilibre dépendant du pH et de la température (**Rodier et al., 2009**).

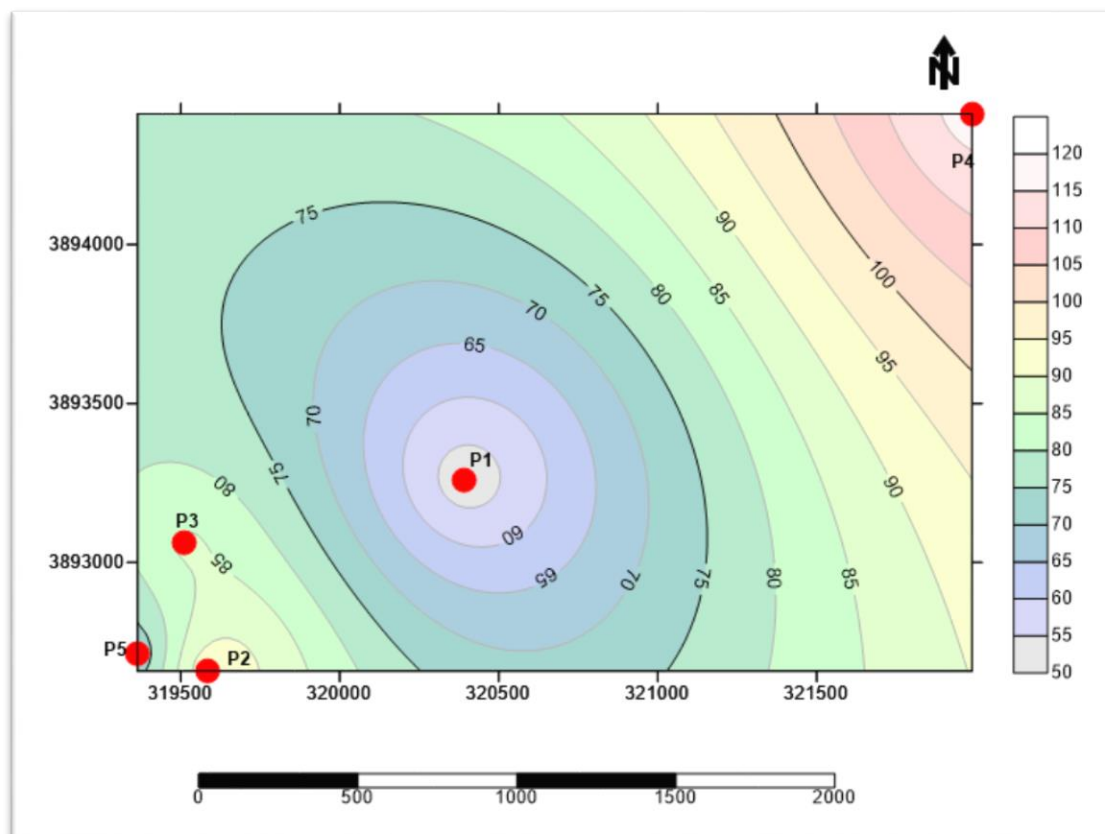


Figure 49 : Carte de la variation spatiale de chlorure des eaux de barrage de Babar.

D'après la carte on constate que les teneurs en Chlorure varient entre 51mg/l dans le forage P1 et 118 mg/l dans le forage P4, dont, la moyenne est de 84.5mg/l. les concentrations maximales ne dépassent pas les normes. Donc nous lions ces teneurs par l'effet de la percolation à travers les terrains salés dans le remplissage Plio-Quaternaire.

La région est de climat semi-aride donc nous lien les fortes concentrations au lessivage des concentrations salines superficielles en cas de forte pluie.

2.5.Le calcium

Le calcium est un des éléments les plus répandus dans la nature. Il existe dans de nombreux gisements de calcaire, de craie, de marbre, qui tous sont des variétés naturelles du carbonate de calcium CaCO_3 . on trouve également de grandes quantités de gypse (pierre à plâtres) (Les ions Ca^{2+} sont dosés par complexométrie dans un milieu alcalin à $\text{pH}=12$, en présence de la soude (NaOH) avec le Murexide comme indicateur coloré (Rodier, 2009).

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 (CaCO_3) 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. Dans l'eau, le calcium est un composant majeur de la dureté (**Besbes, 2000**).

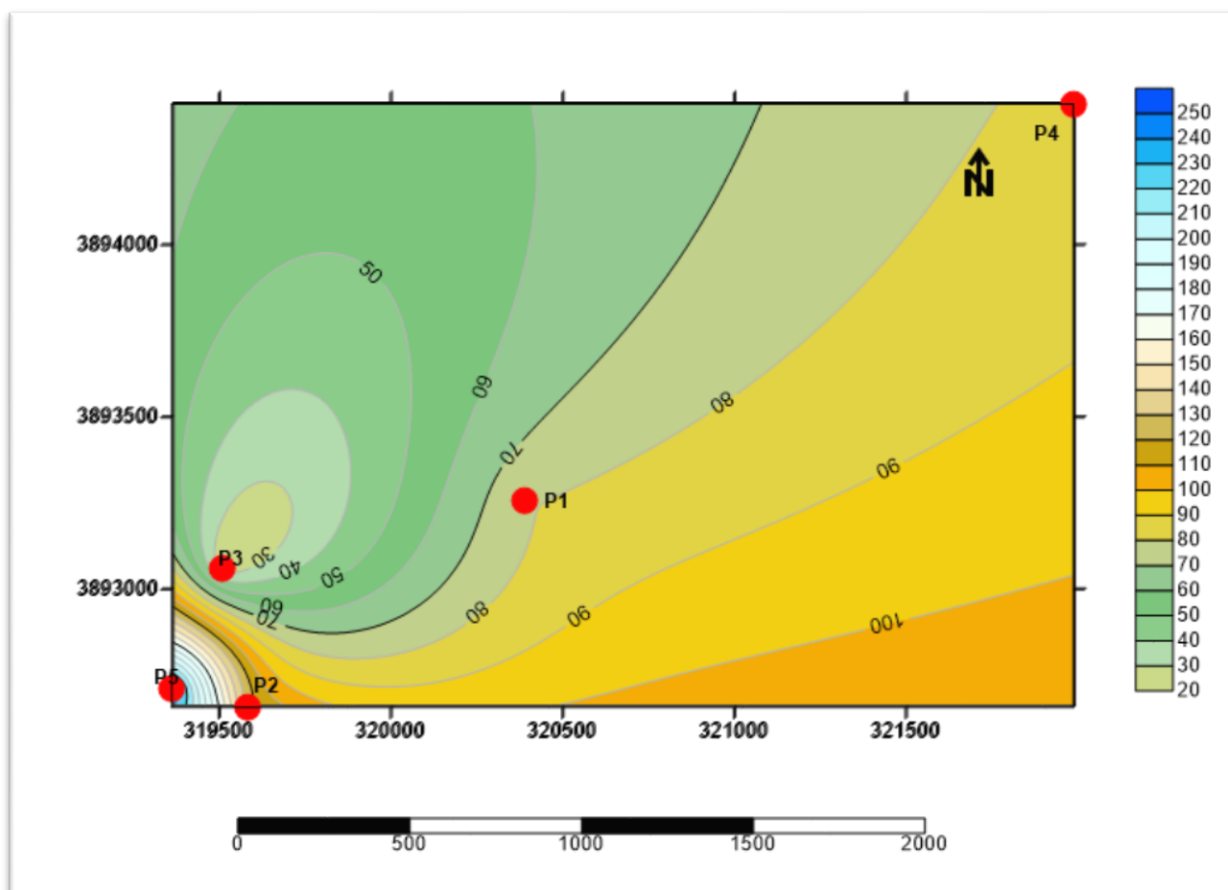


Figure 50 : Carte de la variation spatiale de calcium des eaux de barrage de Babar.

A partir de ce diagramme et la carte dessus on constate que la teneur en Calcium varie entre 21mg/l dans le forage P3 et 244 mg/l dans le forage P5, la moyenne étant de 132.5 mg/l. ces valeurs sont supérieur au nome qui est de 50 mg/l. les fortes teneurs en calcium sont dans la partie Sud-Ouest. Ce ci laisse supposer la présence d'une croute calcaire dans le remplissage plio-quadernaire.

2.6. Magnésium

Le magnésium (Mg^{++}) est un métal solide, de couleur blanc d'argent, qui brûle à l'air avec une flamme éblouissante : le sulfate de magnésium est employé comme purgatif sous le nom de sel (**Claude, 1905**).

Il constitue 2,1 % de l'écorce terrestre. Les ions Mg^{+2} mesuré par la différence entre la dureté totale et la dureté calcique donne directement la dureté magnésienne (la teneur en magnésium) (**Rodier, 2009**). En eaux douce, les concentrations de Mg^{+2} sont inférieures à celle du Ca^{+2} (**Gaujous, 1995**).

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 éléments plastique dans l'os, les concentration de magnésium ne sont pas tellement dépendants des activités humaines, donc le magnésium n'est pas utilisé comme indicateur de stress lié à la pollution (**Rodier, 1975**).

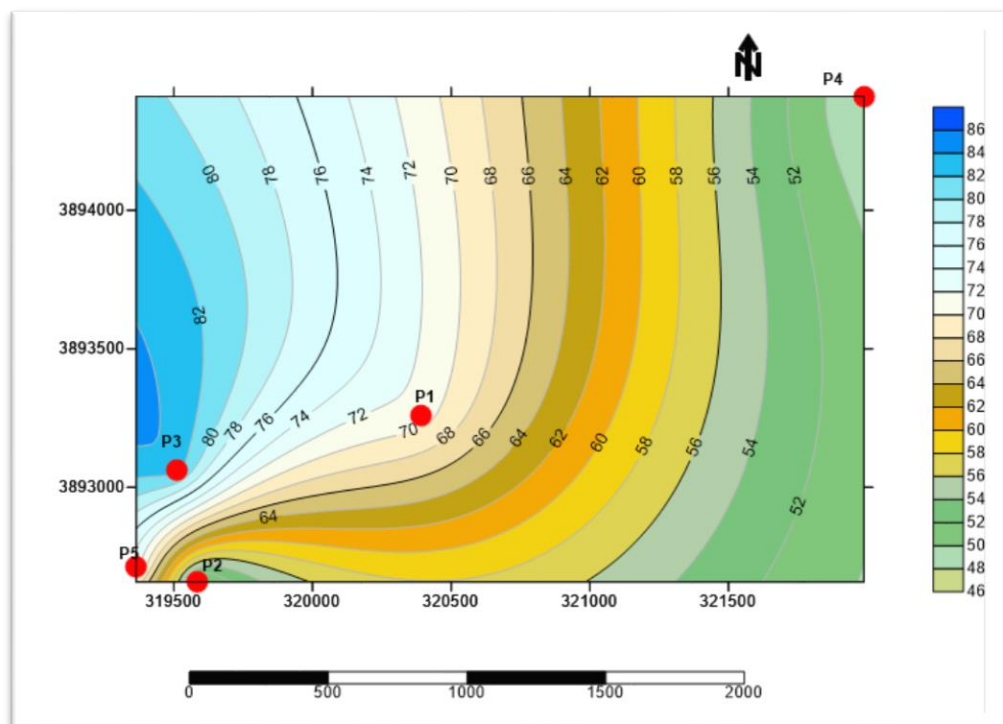


Figure 51: Carte de la variation spatiale magnésium des eaux de barrage de Babar.

La carte de magnésium montre que les valeurs dosées oscillent entre 49mg/l dans le Forage P2 à 83 mg/l dans le forage P3, la moyenne étant de 66 mg/l. La teneur en Mg^{+2} est élevée dans la quasi-totalité de la zone d'étude, Ce ci laisse supposer qu'il y a une dissolution des formations argileuses et gypseuses dans le remplissage Quaternaire, sauf dans la partie nord-Ouest de la zone d'étude (P4).

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce travail a intéressé l'étude de la qualité des eaux de barrage de Babar

Les données de divers paramètres (géologiques, hydro climatiques, et hydro chimiques) nous a permis d'apprécier la qualité physico-chimique d'eau de barrage de Babar de la zone d'étude.

L'étude géologique montre que les formations prédominantes sont d'âge Quaternaire avec une épaisseur assez limitée. et le plus précisée dans notre eaux étudiées est caractérisées par le Crétacé.

L'aperçu climatique de la région de barrage Babar montre que le climat est semi-aride (hiver froid et été chaud). La pluviométrie ne dépasse pas les 463.6 mm

Les relevés des paramètres physiques des eaux montrent que les eaux de barrage de Babar présentent des températures homogène ce qui implique celle-ci est influée par la température atmosphérique.

Pour le potentiel d'hydrogène on peut dire que les eaux des sites étudiés présentent des teneurs neutre et équilibré

Pour l'étude hydro chimique on remarque que la quasi-totalité des paramètres physico-chimiques des eaux étudié de barrage de Babar sont à la norme préconisé par l'OMS, à l'exception de calcium et de magnésium qui présentent des valeurs supérieur à la norme ce qui confirme l'origine marno-calcaires des eaux étudiées donc on a pu distinguer une liaison de cause à effet entre la géologie et le chimisme des eaux du barrage.

Résumé

La commune de Babar est située au Sud de la wilaya de Khenchela, distante de 30km. Le barrage de Babar prend son nom à celui de l'agglomération de Babar. L'ouvrage de prise d'eau du barrage est implanté sur la rive droite.

Le barrage de Babar joue un rôle essentiel dans l'alimentation en eau potable des populations des zones avoisinantes (Ouldja, Khirane, Djellal, Chechar), ainsi que pour l'irrigation des terres agricoles.

L'étude géologique de la zone d'étude montre que les formations prédominantes sont d'âge Quaternaire avec une épaisseur assez limitée, et le plus précisée dans notre eau étudiée est caractérisée par le Crétacé.

Pour l'étude hydro chimique on remarque que la quasi-totalité des paramètres physico-chimiques des eaux étudié de barrage de Babar sont à la norme préconisé par l'OMS, à l'exception de calcium et de magnésium qui présentent des valeurs supérieur à la norme ce qui confirme l'origine marno-calcaires des eaux étudiées donc on a pu distinguer une liaison de cause à effet entre la géologie et le chimisme des eaux du barrage.

Mots clés

Bassin versant, Oued El Arab, Barrage Babar, Paramètre physico-chimique, eau de surface.

ملخص

تقع بلدية بابار جنوب ولاية خنشلة على بعد 30 كم. يأخذ سد بابار اسمه من مستوطنة بابار حيث يقع الهيكل المائي للسد على الضفة اليمنى. ويؤدي سد بابار دورا رئيسيا في توفير مياه الشرب للسكان في المناطق المحيطة (الولجة ، خيران ، جلال ، ششار) ، فضلا عن ري الأراضي الزراعية وتبين الدراسة الجيولوجية للمنطقة أن التكوينات الغالبة هي من العمر الرباعي ولها سمك كبير جدا. محدودة ، وأكثر ما هو محدد في المياه المدروسة لدينا يتميز بالكلس وطين المارل وفيما يتعلق بالدراسة الكيميائية المائية ، يلاحظ أن جميع الخصائص الفيزيائية - الكيميائية للمياه تقريبا على مستوى المعايير التي أوصت بها منظمة الصحة العالمية ، باستثناء الكالسيوم والمغنيسيوم اللذان يقدمان قيم أعلى من المعايير المحددة وهذا ما يؤكد لنا العلاقة بين الجيولوجيا وكيمياء مياه السد.

الكلمات الرئيسية

مستجمعات المياه ، واد العرب ، سد بابار ، المعايير الفيزيوكيميائية، المياه السطحية

ABSTRACT

The commune of Babar is located south of the wilaya of Khenchela, 30km away. The Babar dam takes its name from that of the city of Babar. The dam's water intake is located on the right bank. The Babar dam plays an essential role in supplying drinking water to the populations of neighboring areas (Ouldja, Khirane, Djellal, Chechar), as well as for the irrigation of agricultural lands.

The geological study of the study area shows that the predominant formations are of Quaternary age with a rather limited thickness, and the most precise in our studied water is characterized by the Cretaceous.

For the hydro-chemical study, we note that almost all the physicochemical parameters of the waters studied from the Babar dam are at the standard recommended by the WHO, with the exception of calcium and magnesium which have values greater than the standard which confirms the marl-limestone origin of the water studied, so we could distinguish a cause-and-effect link between the geology and the chemistry of the dam water.

Keywords

Watershed, Oued El Arab, Bbar Dam, physico-chemical parameer, surface water

Références bibliographiques



Références bibliographiques

- Abdallaoui, A. (1990).** Contribution à l'étude de la pollution des cours d'eau marocains par les métaux lourds-Cas de l'Oued Boufekrane.
- Allam S., 2014.** Contribution à une étude écologique de genre Phillyrea Dans la région de Tlemcen mémoire master d'Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen –140p.
- Ancey, C. (1998).** *Guide Neige et avalanches. Connaissances, pratiques, sécurité.* Edisud.
- Anctil F., Rousselle J., Lauzon N., (2012).** Hydrogéologie. 2ème Ed. Presses internationales polytechnique. p : 1-24.
- Aouachria ,2008 :** Analyses morphodynamique et hydropluviométrique De la Vallée de Oued El Arab et leurs Impacts Sur la pérennité Du Barrage d'Oued El –Arab
- Arzate, A.,** *Procédés de séparation membranaire et leur application dans l'industrie alimentaire.* 2008, Centre ACER: Saint-Norbert d'Arthabaska, Québec
- B.N.E.D.E.R., 2008 :** étude d'aménagement et développement forestiers de la forêt domaniale de béni oudjana , wilaya de kenchela .Bureau National d'Etude pour le Développement Rural. Algérie,1-62pp.
- Bacchin., P.,** *Principes de base des Technologies a Membranes., in 2'eme Ecole d'Ete Franco Maghrebine.* 2005: Monastir, Tunisia.
- BAKALOWICZ., (1979) :** Contribution de la géochimie des eaux à la connaissance de l'aquifère karstique et de la karstification. Thèse Doctorat Es.Sciences
- 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.
- Belanger, M., Eljabi., Caisse, D., ashcar, F., et Ribi.j.M., 2005.** Estimation de la température de l'eau en rivière en utilisant les réseaux des nuerons et la régression linéaire multiple. Revue de science de l'eau, 18, 403-421.
- Belghiti, M. L., CHAHLAOUI, A., Bengoumi, D., & El Moustaine, R. (2013).** Etude de la qualité physico- chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de Meknès (Maroc). *LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782*, (14).
- Belhadj, S., ... & Kazdaghli, K. Jaballah, N. B., Bouziri, A., Kchaou, W., Hamdi, A., Mnif, K (2006).** Epidémiologie des infections bactériennes nosocomiales dans une unité de

Références bibliographiques

réanimation néonatale et pédiatrique tunisienne. *Médecine et maladies infectieuses*, 36(7), 379-385.

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.

Besbes, M. & Nazoumou, Y., (2000). Simulation de la recharge artificielle de nappe en oued par un modèle à réservoirs. *Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science*, 13(4), 379-404.

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).

Cadoret, J. P., & Bernard, O. (2008). La production de biocarburant lipidique avec des microalgues: promesses et défis. *Journal de la Société de Biologie*, 202(3), 201-211.

Chader, S., & Touzi, A. (2001). Biomasse Alguaie: Source Energétique et Alimentaire. *Laboratoire de Bioinasse, Centre de Développement des Energies Renouvelables*, 47-50.

Charif, A., Etude d'un procédé membranaire de traitement des eaux usées : effets des paramètres biotiques et abiotiques sur le colmatage de la membrane in l'école doctorale sciences et Technologies pour l'ingénieur 2014, Université de Carthage: Tunisie.

CHEVERRY C. et ROBERT M. (1998) : La dégradation des sols irrigués et de la ressource en eau : Une menace pour l'avenir de l'agriculture et pour l'environnement des pays au sud de la méditerranée. *Étude et Gestion des Sols*, vol. 5, n° 4, p. 217-226 ;

CLAUDE. A., (1905) : petit Larousse 1906 illustré de 1889.

CORENTIN, A., SAMBE, K. B., & LISHOU, C. (2011). TIC ET GOUVERNANCE LOCALE: STRATÉGIES D'INTÉGRATION DE SERVICES DANS LE PROCESSUS DE DÉCENTRALISATION AU SÉNÉGAL. *TIC et éducation en Afrique: Applications, recherche et perspectives*.

DAJOZ R. (1957). Précis d'écologie. Gautier. Villars, Paris, 23p.

Dajoz R., 2003. Précis d'écologie .Edition Dunod, Paris,

Références bibliographiques

- Dajoz, I.** Fontaine, C., Meriguet, J. & Loreau, M., (2006). La diversité des interactions plantes-pollinisateurs: un pré-requis indispensable à la stabilité des écosystèmes. *M/S: médecine sciences*, 22(10), 817-819.
- DAL, 2020.** DIRECTION DE L'ADMINISTRATION LOCALE, étude de faisabilité technico-économique et environnementale du projet de mise en valeur du périmètre de Bouzouak.
- Derwich E,** Benaabidate L, Zian A, et al. Caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du haut Sebou en aval de sa confluence avec Oued Fes. *Larhyss Journal*.2010 Jun;101–112.
- Djamal, T. D. L.,** & Amine, G. MéMOIRE dE fIn d'étudEs.
- 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 H., 2006.** Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Mémoire magister, Université Mentouri Constantine .144p.
- Djemmal** 2008, 2009 : Les ressources en eau et l'environnement , l'effet de la sebkha sur la qualité des eaux souterraines dans la partie de sud-est de sétif cas du Guidjal , université de constantin, Algérie
- Dreux P. (1974).** Précis d'écologie. Ed. Presses Univ. France, Coll.<<le biologiste>>
- El Khatri S., (2003).** Manuel du cours de Climatologie. Ecole Hassania des Travaux Publics Direction de la Météorologie Nationale, Maroc. Pp : 5.
- EMBERGER L. (1971)** – Travaux de botanique et d'écologie. Éd. Masson et Cie, France. 520p.
- 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.
- Fiche d'information de la collection, saint laurent, ISBN 0-662-88163-X, En4-20/2002F,6p
- 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.

Références bibliographiques

Gaujous D., 1995. *La pollution des milieux aquatiques : aide mémoire.* Technique et documentation. Lavoisier. Paris,

Guyot G., (1999). Climatologie de l'environnement. Edition : DUNOD Pp : 287- 291.

Haichour R. (2009). Stress thermique et limite écologique du Chêne vert en Algérie. Mémoire de magister Université mentouri – Constantine. P. 20-30

Halimi, A. (1981). Les mathématiques chez les Arabes. *al-Asala*, 89, 90.

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 p

Houbib H. (Analyse Multicritères des composantes du Milieu à l'aide des techniques de la géomantique pour un aménagement intégré de la vallée d'Oued Mellagou- Bouhmama W. KHENCHELA. Mémoire de Magister en Aménagement de Territoire. Université de Batna. P ::30

Huft, A. (2001). *Introduction à la climatologie: le rayonnement et la température, l'atmosphère, l'eau, le climat et l'activité humaine.* Presses Université Laval.

Jeane-Pierre, P., Shet, A., Mathema, B., Mediavilla, J. R., Kishii, K., Mehandru, S., ... & Kreiswirth, B. N. (2009). Colonization and Subsequent Skin and Soft Tissue Infection Due to Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus in a Cohort of Otherwise Healthy Adults Infected with HIV Type 1. *The Journal of infectious diseases*, 200(1), 88-93.

JUERY, j.-M.B.e.C., les procédés membranaires pour le traitement de l'eau .2002 , Direction de l'Espace Rural et de la Forêt : France .

Kergreis, A., & Claude, J. (1991). *Utilisation rationnelle de l'eau des petits bassins versants en zone aride.* John Libbey Eurotext.

Khatri, V. N. Dutta, R. K., & Gayathri, V. (2012). Effect of addition of treated coir fibres on the compression behaviour of clay. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 159(700), 1-13.

KHEMOUDJ. K., (2009) : Dynamique des systèmes et stratégie d'aménagement et gestion de la ressource en eau en zone semi-aride : cas de la région d'El Eulma. Wilaya de Sétif 90p

Références bibliographiques

- Laffitte, R.,** 1939. Etude géologique de l'Aurès. Bull. Serv. Carte géol. Algérie, 2ème sér., Stratigr.Descript. Région. N°15, 451p.
- Lanteri, Y.,** Transport à travers des membranes de nanofiltration: caractérisation des propriétés électrique et diélectrique .2009, UNIVERSITÉ DE FRANCHE -COMTE :france .
- Le Delliou, P. (2003).** *Les barrages: conception et maintenance.* Presses Universitaires Lyon.
- Legube, B.,** *Production d'eau potable: Filières et procédés de traitement.* 2015: Dunod.
- Maazi, M. C., Seddik, S., Bouaguel, L., Bougoudjil, S., & Houhamdi, M., Saheb, M. (2009).** Statut et écologie de l'Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) dans les hauts plateaux de l'Est de l'Algérie. *Aves*, 46(1), 129-148p.
- Melghit M. (2010).** Qualité physico-chimique, pollution organique et métallique des compartiments eau Sédiments de l'oued rhumel, et des barrages hammam grouz et beni Haroun. Université mentouri de Constantine .Mémoire. P .22
- 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.
- Nedjar R. (2016).** Dosage des métaux lourds Cd, Cr, Pb dans les rejets liquides de trois industries de la wilaya de Constantine. Université des Frères mentouri Constantine .Mémoire.
- Nemoraw, N.L., 1985.** Stream lake estuary and ocean pollution van nostrand reihold company incnetwork.
- O.M.M, 2014.** Guide des pratiques climatologiques. © Organisation météorologique mondiale, 2011. Edition OMM-N° 100. 152 p.
- O.M.S., 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.
- Paul. R** De-icing salts as a source of water pollution. Ministère de l'Environnement de l'Ontario, Toronto 1971
- Pesson, P., 1976.** La pollution des eaux continentales. Indice sur les biocénoses aquatiques Gauthier-Villars, Bordas, Paris.

Références bibliographiques

QPCE, 2015 : étude la protection des bassins-versants des barrage Foug El Gherza, Fontaine des Gazelles Foug El Gueiss, Babar, Kouliat Medouar, K'sob et Ain Zada.

Qualité physico-chimique de l'eau, 2015.

Ramade, F. (2005). Eléments d'écologie: écologie appliquée.

RAMADE, F. ROCHEZ, H., BUET, A., & TIDOU, A., (2003). Contamination du peuplement de poissons d'un étang de la Réserve Naturelle Nationale de Camargue, le Vaccarès, par des polluants organiques persistants. *Revue d'écologie*.

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.

Rejsek 2002 L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 9ème édition, Dunod, Paris, 1600p .

Rodier J. (1975). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer . Coll. Dunod technique, tome 2. Paris, pp123 – 167

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 J., 1996. *Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires*. 8ème édition, Dunod, Paris

Rodier, C. & Blanchard, E., (2005). Les étrangers dans la constitution européenne: faire sortir l'Union européenne du non-droit?. *Mouvements*, (1), 131-136.

Roger-Estrade, J & Doré, T., Martin, P., Le Bail, M., Ney, B., (2006). *L'agronomie aujourd'hui*. Editions Quae.

Seltzer, P. (1946). Le climat de l'Algérie, Recueil de données météo. *Institut de Technologie Agricole, Mostaganem (Algérie)*.

Soltner D., 1999. *Les bases de la production végétale*. Édition science et techniques agricole tome I le climat.

TELLIL et KATOUM ,2016 analyse physico-chimique de la qualité des eaux du barrage de Babar

Références bibliographiques

UNEP., 2009. Water Security and Ecosystem Services. The Critical Connection. A Contribution to the United Nations World Water Assessment Programme (WWAP). Country done this study (Unit Nation Environmental Programme (UNEP)).

Wheal, C., 1991. Freshwater pollution. Nairobi . United Nations Environnement Programme. UNEP/GEMS Environment Library No 6, Montréal, Canada, 36 p

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).