

Popular Democratic Republic of Algeria  
Ministry of high Education and Scientific  
Research  
Abbes Laghrour University. Khenchela  
Faculty of Natural and life sciences  
Departement of Ecologie and environment



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة عباس لغرور خنشلة  
كلية علوم الطبيعة والحياة  
قسم البيئة و المحيط

## Mémoire Master Académique

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département : Ecologie et environnement

Filière : Ecologie fondamentale et appliquée

### Présenté et soutenu par

- Chitour Rania
- Kellil Chahira

## Thème

***Etude de la qualité physico-chimique des eaux  
provenant de Barrage de Koudiat Lamdaouar  
(w.Batna)***

Devant le jury :

Présidente : *Mme.Mezhoud Amel*

MAA Univ.Khenchela

Encadrante : *Mme .Ouanes Miyada*

MCB Univ.Khenchela

Examineur : *Mr.Larbaa Rabeh*

MCB Univ.Khenchela

*Année Universitaire : 2021/2022*

# Remerciement

*Nos remerciements avant tout au Dieu le tout puissant pour la volonté, la santé, le courage et la patience qu'il nous a donnés pour pouvoir arriver à ce niveau afin de réaliser ce modeste travail.*

*Notre encadrante, Mme OUANES MIYADA, pour son entière disposition, sa patience et sa gentillesse, de nous avoir orienté, aidé et conseillé. Nous sommes en sincèrement son très reconnaissants.*

*Aux différents membres de jury qui nous ont fait honneur et on bien voulu examiner ce modeste travail.*

*Nous remercions aussi adressés à toute le personnel de la laboratoire de L'ADE Khenchela et précisément Mme KOBAMEL qui est participée étroitement à l'avancée de nos recherches et à la réalisation des études expérimentales.*

*Grand merci a tous les enseignants (es) du département de Biologie de l'université Abbes Laghrour Khenchla qui ont contribué à Notre formation.*

*Sans oublier tous les agents et les travailleurs du département de biologie.*

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

*RANIA ET CHAHIRA*

## *Dédicace*

Avant tout c'est grâce à Dieu que je suis arrivé là.

Je dédie ce modeste travail à :

A Ma tendre Mère :

A la plus douce des mamans, J'apprécie Tes prières, tes bénédictions qui m'ont été d'une grande aide, force, pousses pour mener à bien mes études. Je ne vais pas oublier votre patience, vos aides, pendant toutes mes années d'études.

A Mon très cher père :

Je ne vais pas oublier toutes les peines et tous les sacrifices que t'as consentis pour mon éducation, tu m'as appris à me battre jusqu'au bout pour réussir et j'ai fait ça sincèrement, aucun compléments peut exprimer Mon amour, mes gratitudes, mon profond respect.

Puisse Allah vous accorder santé et longue vie.

A mon cher frère : \* **AYMEN** \*

Que Dieu gardé pour moi.

A Ceux qui n'ont jamais cessé de me chérir et me soutenir :

Mes adorables sœurs **Sara, Houda, Farida, Dounia.**

Tous ceux qui m'aiment et ceux qui j'aime surtout mes amies :

**Neserine, Kaouther, Chahira, Kaouther, Ismahane, Inés et Laila.**

A mon binôme Chahira qui a partagé avec moi, les bons et les durs moments.  
Toute personne qui a contribué à la réalisation de ce manuscrit de près ou de loin.

RANIA CHITOUR

## *Dédicace*

Avant tout c'est grâce à Dieu que je suis arrivé là.

Je dédie ce modeste travail à :

A mon cher père :

je ne vais pas oublier toutes les peines et tous les sacrifices que t'as consentis pour mon éducation, tu m'as appris à me battre jusqu'au bout pour réussir et j'ai fait ça sincèrement, aucun compléments peut exprimer Mon amour, mes gratitudes, mon profond respect.

A Ma tendre Mère :

A la plus douce des mamans, J'apprécier Tes prières, tes bénédictions qui m'ont été d'une grande aide, force, pousses pour mener à bien mes études.

Je ne vais pas oublier votre patience, vos aides, pendant toutes mes années d'études.

Puisse Allah vous accorder santé et longue vie.

A mes sœurs, **Hakima, Majda, et Karima et ses petits anges**

A mes frères, **Mohamed et Bilal**

A toute ma famille Kellil

A toutes mes chères amies, tout particulièrement : Rania, Hiba, Aya, Ismahane, kaouther

A mon binôme **RANIA** qui a partagé avec moi, les bons et les durs moments. Toute personne qui a contribué à la réalisation de ce manuscrit de près ou de loin.

Chahira Kellil

## Résumé

Cette étude concerne l'un des barrages de l'Algérie qui est le barrage de Koudiet L'Amadouer, qui se situe à Timgad dans la wilaya de Batna, elle nous a permis d'avoir un aperçu sur les caractéristiques physiques, chimiques et bactériologiques des eaux provenant de ce barrage destinées à la potabilisation des populations de cette région et des autres voisines. Le but de ce travail est un diagnostic de la qualité des eaux superficielles de ce barrage et pour examiner les différents paramètres. Les analyses physiques, chimiques et bactériologiques de ces eaux sont apportées sur des échantillons prélevés de ce barrage et analysés dans le laboratoire de Khenchela, qui est exploité dans cette région, et destiné à la potabilité humaine des individus de cette région et quelques régions voisines. Les résultats obtenus confirment que les paramètres physico-chimiques, bactériologiques et les paramètres de pollution, des eaux de ce barrage sont conformes aux normes mondiales, algériennes de potabilisation.

**Mots clés :** barrage, qualité, eaux de surface, paramètres physico-chimique.

### ملخص

تتعلق هذه الدراسة بأحد السدود الجزائرية وهو سد كوديت مادور الواقع في تيمقاد بولاية باتنة، وقد أتاح لنا الحصول على لمحة عامة عن الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية للمياه من هذا السد مخصص لمياه الشرب لسكان هذه المنطقة والمناطق المجاورة الأخرى. الغرض من هذا العمل هو تشخيص جودة المياه السطحية لهذا السد وفحص المعايير المختلفة، ويتم إجراء التحليلات الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية لهذه المياه على عينات مأخوذة من هذا السد وتحليلها في مختبر خنشلة التي يتم استغلالها في هذه المنطقة، والمخصصة لشرب البشر للأفراد في هذه المنطقة وبعض المناطق المجاورة. تؤكد النتائج التي تم الحصول عليها أن المعايير الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية ومعايير التلوث لمياه هذا السد تتوافق مع المعايير العالمية لمياه الشرب الجزائرية.

**الكلمات المفتاحية:** السد، الجودة، المياه السطحية، المعايير الفيزيائية والكيميائية

### Abstract

This study concerns one of the dams of Algeria which is the dam of Koudiet L'Amadouer, which is located in Timgad in the wilaya of Batna, it allowed us to have an overview of the physical, chemical and bacteriological characteristics water from this dam is intended for drinking water for the populations of this region and other neighboring ones. The purpose of this work is a diagnosis of the quality of the surface waters of this dam and to examine the various parameters. The physical, chemical and bacteriological analyzes of these waters are

made on samples taken from this dam and analyzed in the laboratory of Khenchela , which is exploited in this region, and intended for human drinking of individuals in this region and some neighboring regions. The results obtained confirm that the physico-chemical and bacteriological parameters and the pollution parameters of the waters of this dam meet world, Algerian drinking water standards.

**Keywords:** dam, quality, surface water, physic-chemical parameters.

# *Table des matières*

# Table des matières

Remerciement		
Dédicace		
Table des matières		
Résumé		
ملخص		
Abstract		
Liste des figures		
Liste des tableaux		
Liste d'abréviation		
Introduction générale		02
<b>Chapitre I : Généralités sur les eaux</b>		
	Introduction	05
1.	Les eaux de surface	06
1.1	L'origine	06
1.2	Les caractéristiques générales des eaux de surfaces	06
1.3	La potabilité des eaux de surface	07
2.	Les barrages	08
2.1	La définition d'un barrage	08
2.2	Les Types des barrages	08
2.2.1	Les barrages en béton	08

## Table des matières

2.2.1.1	Les barrages en voûte	08
2.2.1.2	Les barrages à contreforts	08
2.2.1.3	Les barrages poids	09
2.2.2	Les barrages en remblai	09
2.3	Utilisation des barrages	10
2.4	Caractéristiques physico-chimiques des eaux des barrages	11
2.5	Caractéristiques bactériologiques des eaux des barrages	11
2.6	Les barrages en Algérie	11
<b>CHAPITRE II : Description de la zone d'étude</b>		
1.	Présentation de la zone d'étude	14
1.1	Situation géographique	14
2.	Généralité sur le barrage de Koudiat Medaouar	14
2.1	Historique sur le déroulement des travaux du barrage	16
2.2	Situation géographique	16
2.3	Pédologie	17
2.4	Hydrologie	17
2.5	Géologie	18
3.6	Description du barrage	19
3.7	Equipements de barrage	20
2.7.1	Evacuateur de crue	20
2.7.2	Galerie de dérivation	20

## Table des matières

2.7.3	La digue	21
3.	Présentation de la station de traitement de Koudiat Medaouar	21
3.1	Les étapes de traitement dans la station	23
4.1.1	Station de pompage	23
3.1.2	Cascade d'aération	24
3.1.3	Coagulation / floculation	25
3.1.3.1	Coagulation	25
3.1.3.2	Floculation	26
3.1.4	Décantation lamellaire	26
3.1.5	Clarification	27
3.1.6	Filtration	28
3.1.7	Réservoir d'eau traitée	29
3.1.8	Désinfection/ chloration	29
3.1.9	Dosage de l'eau de javel	29
3.1.10	Dosage de sulfate d'aluminium	30
3.1.11	Dosage de lait de chaux	30
3.1.12	Dosage de permanganate de potassium	31
3.1.13	Dosage de polymère	31
3.1.14	Dosage d'acide sulfurique	32
4.	Présentation de laboratoire	32
	Conclusion	33

## Table des matières

CHAPITRE III : Matériel et méthodes		
1	Echantillons de l'eau	35
1.1	choix de prélèvement	35
1.2	Mode d'échantillonnage	35
1.3	Le transport et la conservation des échantillons	36
2	Matériels	36
3.	Méthodes d'analyses	37
3.1	Analyses physiques	38
3.1.1	Test de chlore	38
3.1.2	Le Ph	39
3.1.3	La température	40
3.1.4	La conductivité électrique	40
3.1.5	La turbidité	41
3.1.6	L'oxygène dissous	41
3.1.7	Résidu sec	42
3.1.8	Matières en suspension	43
3.2	Les Analyses chimiques	43
3.2.1	Le calcium	43
3.2.2	Le potassium	44
3.2.3	Les Chlorures	44

## Table des matières

3.2.4	Les Sulfates	45
3.3	Paramètre de pollution	45
3.3.1	Phosphates	45
3.3.2	Nitrites	46
3.3.3	Nitrates	47
3.3.4	L'ammonium	47
3.4	Les analyses bactériologiques	48
3.4.1	Dénombrement des germes totaux	48
3.4.2	Dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux	49
3.4.3	Dénombrement des Streptocoques fécaux	50
3.4.4	Dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs	52
<b>CHAPITRE IV : Etude hydro-climatique</b>		
	Introduction	55
1.	Caractéristique climatologique	56
1.1	Températures	56
1.2	Précipitation	57
1.3	Les vents	59
1.4	L'humidité relative	60
1.5	La neige	61
1.6	Tempête	61
1.7	Nuage	62

## Table des matières

2.	Synthèse climatique	62
2.1	Indice d'aridité	62
2.2	Indice ombrothermique de Gaussen	63
2.3	Le quotient pluviothermique d'EMBERGER	64
2.4	Le bilan hydrique	66
2.4.1	Définition	66
2.4.1.1	L'analyse des différents éléments du bilan	67
2.4.1.1.1	L'évaporation	67
2.4.1.1.2	Evapotranspiration	67
2.4.1.1.3	L'évapotranspiration potentielle (ETP)	67
2.4.1.1.4	Evapotranspiration réelle (ETR)	67
2.4.1.2	Interprétation du bilan d'eau	68
	Conclusion	69
<b>CHAPITRE V : Résultats et discussion</b>		
	Introduction	71
1.1	Les paramètres physico-chimiques	71
1.1.1	Les paramètres physiques	71
1.1.1.1	Le Ph	71
1.1.1.2	La température	72
1.1.1.3	La conductivité électrique	73
1.1.1.4	La turbidité	74

## Table des matières

1.1.2	Les paramètres chimiques	75
1.1.2.1	Le Calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ )	75
1.1.2.2	Le Magnésium ( $\text{Mg}^{+2}$ )	76
1.1.2.3	Le Chlorure ( $\text{Cl}^-$ )	77
1.1.2.4	Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )	78
1.1.2.5	Les Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )	79
1.1.2.6	L'Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )	80
1.1.2.7	Sulfate ( $\text{SO}_4^{-2}$ )	81
1.1.2.8	Le Sodium ( $\text{Na}^+$ )	81
1.1.2.9	Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ )	82
1.2	Les paramètres Bactériologiques	83
1.3	Les facies chimiques	83
1.3.1	Diagramme de piper	84
1.3.2	Diagramme Schoeler Berkaloff	84
	Conclusion générale	87
	Référence bibliographiques	90

## Liste des Figures

N° de figure	Titre de figure	Page
<b>CHAPIRE I : Généralités</b>		
<b>Figure N°01</b>	La distribution de l'eau de la Terre	05
<b>Figure N°02</b>	Coupe d'un barrage en voute	08
<b>Figure N°03</b>	Coupe d'un barrage en contrefort	08
<b>Figure N°04</b>	Coupe d'un barrage poids	09
<b>Figure N°05</b>	Coupe d'un barrage en terre homogène	09
<b>Figure N°06</b>	Coupe d'un barrage à masque étanche	09
<b>Figure N°07</b>	Coupe d'un barrage zoné	10
<b>CHAPITRE II : Description de la zone d'étude</b>		
<b>Figure N°01</b>	Les limites administratives de la wilaya de Batna	14
<b>Figure N°02</b>	Barrage de Koudiat Lamdaouar Vue panoramique du barrage de Koudiet Lamdaouar « Timgad, Batna »	15
<b>Figure N°03</b>	Localisation du Barrage de Koudiet M'douar (Timgad, Batna).	17
<b>Figure N°04</b>	Carte pédologique du barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna)	18
<b>Figure N°05</b>	Hydrologie du bassin versant de l'Oued Chemora avec le barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna)	18
<b>Figure N°06</b>	Représentation de la coupe géologique longitudinale du Barrage de Koudiet lamdaouar	19
<b>Figure N°07</b>	Evacuateur de crue	20
<b>Figure N°08</b>	la digue du barrage	21
<b>Figure N°09</b>	Schéma de la station de Koudiat lamdaouar	22

## Liste des Figures

<b>Figure N°10</b>	station de pompage	24
<b>Figure N°11</b>	Cascade d'aération	25
<b>Figure N°12</b>	bassin de coagulation	26
<b>Figure N°13</b>	Bassin de floculation	26
<b>Figure N°14</b>	bassin de décantation	27
<b>Figure N°15</b>	Décanteur lamellaire	27
<b>Figure N°16</b>	Bassins de Filtration	28
<b>Figure N°17</b>	Dosage de l'eau de javel	30
<b>Figure N°18</b>	Dosage de sulfate d'alumine	30
<b>Figure N°19</b>	Dosage de lait de chaux	31
<b>Figure N°20</b>	Dosage de polymère	31
<b>Figure N°21</b>	Dosage d'acide sulfurique	32
<b>CHAPITRE III : Matériel et Méthodes</b>		
<b>Figure N°01</b>	Echantillonnage d'eau du barrage	35
<b>Figure N°02</b>	La glacière utilisée pour le transport des échantillons au laboratoire	36
<b>Figure N°03</b>	Appareil et matériel pour le test de Chlore	38
<b>Figure N°04</b>	Comprimés DPD 1, DPD4	39
<b>Figure N°05</b>	Appareil de pH Mètre	39
<b>Figure N°06</b>	Les étapes de mesure le PH	40
<b>Figure N°07</b>	Appareil de conductimètre	41

## Liste des Figures

<b>Figure N°08</b>	Turbidimètre et la Cuve	41
<b>Figure N°09</b>	Expression des résultats de Résidu sec	42
<b>Figure N°10</b>	Expression des résultats de calcium	44
<b>Figure N°11</b>	Expression des résultats de chlorure	45
<b>Figure N°12</b>	Expression des résultats de sulfate	45
<b>Figure N°13</b>	Expression des résultats de Phosphate	46
<b>Figure N°14</b>	Expression des résultats de nitrite	46
<b>Figure N°15</b>	Expression des résultats de Nitrate	47
<b>Figure N°16</b>	Expression des résultats d'azote Ammoniacal	48
<b>Figure N°17</b>	Résultats d'apparitions des germes à 22 °C	49
<b>Figure N°18</b>	Résultats d'apparition des germes à 37 °C	49
<b>Figure N°19</b>	Résultats d'analyse sur les Coliformes totaux (absence et présence)	50
<b>Figure N°20</b>	Résultats d'analyse sur les streptocoques (absence et présence)	51
<b>Figure N°21</b>	Protocole expérimental de recherche et de dénombrement des Streptocoques fécaux	52
<b>Figure N°22</b>	Résultats d'analyse sur les Clostridium (Exemple de la présence et d'absence)	53
<b>CHAPITRE IV : Etude hydro-climatique</b>		
<b>Figure N°01</b>	Variation moyenne mensuelle de la température de la zone de Batna, Timgad, Koudiat L'Medaouar (2010-2021)	57
<b>Figure N°02</b>	La répartition de la température saisonnière en pourcentage %	57

## Liste des Figures

	(2010-2021)de la région de Batna	
<b>Figure N°03</b>	Diagramme des précipitations moyennes mensuelles de la période (2010-2021) de la région de Koudiet L'amdouer	58
<b>Figure N°04</b>	La répartition de la précipitation saisonnière en pourcentage% (2010-2021)de la région de Koudiet L'amdouer	59
<b>Figure N°05</b>	Diagramme des moyennes des vitesses maximales instantanées des vents dela période (2010-2021) de la région de Koudiet L'amdouer	59
<b>Figure N°06</b>	Diagramme des moyennes mensuelles d'humidité de la période(2010-2021) de Koudiet L'amdouer	60
<b>Figure N°07</b>	Diagramme des moyennes annuelles des nombres de jours deneige de la période (2008 -2021) de la région de Koudiet L'amdouer	61
<b>Figure N°08</b>	moyenne annuelle de tempête de la période (2010-2021) de la régionde Koudiet L'amdouer	61
<b>Figure N°09</b>	Diagramme des moyennes mensuelles des quantités des nuages en % de la période (2010-2021) de la région Koudiet L'amdouer	62
<b>Figure N°10</b>	L'indice d'aridité annuel de Martonne	63
<b>Figure N°11</b>	Diagramme ombrothermique de Gaussen et de Bagnols e barrage deKoudiet l'amadouer de la période (2010-2021) de Koudiet L'amdouer	64
<b>Figure N°12</b>	L'abaque de climmagramme d'EMBERGER pour la zone d'étude périodes (2010-2021)	66
<b>CHAPITRE V : Résultats et discussion</b>		
<b>Figure N°01</b>	Teneurs en pH des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad,	72

## Liste des Figures

	Batna) entre Décembre - mars 2022	
<b>Figure N°02</b>	Teneurs en température (°C) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre Décembre - mars 2022	73
<b>Figure N°03</b>	Teneurs en conductivité ( $\mu\text{s.cm}^{-1}$ ) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre Décembre - mars 2022	74
<b>Figure N°04</b>	Teneurs en turbidité (NTU) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre Décembre - mars 2022	75
<b>Figure N°05</b>	Teneurs en calcium (mg/l) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre Décembre - mars 2022	76
<b>Figure N°06</b>	Teneurs en magnésium (mg/l) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre Décembre - mars 2022	77
<b>Figure N°07</b>	Teneurs en chlorure (mg/l) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre Décembre - mars 2022	78
<b>Figure N°08</b>	Teneurs en nitrites (mg/l) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre (janvier - mars 2022)	79
<b>Figure N°09</b>	Teneurs en nitrates (mg/l) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre janvier - mars 2022	80
<b>Figure N°10</b>	Teneurs en ammoniacque (mg/l) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre janvier - mars 2022	80
<b>Figure N°11</b>	Teneurs en sulfates (mg/l) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre janvier - mars 2022	81
<b>Figure N°12</b>	Teneurs en sodium (mg/l) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre janvier - mars 2022	82
<b>Figure N°13</b>	Teneurs en bicarbonates (mg/l) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre (janvier - mars 2022)	82

## Liste des Figures

---

<b>Figure N°14</b>	Diagramme de Piper des analyses des eaux du barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna)	84
<b>Figure N°15</b>	Diagramme de Schoeler Berkaloff	85

## Liste des tableaux

<b>N° de tableau</b>	<b>Titre de tableau</b>	<b>Page</b>
<b>CHAPITRE I : Généralités</b>		
<b>Tableau N°01</b>	Caractéristiques essentielles de l'eau	05
<b>Tableau N°02</b>	Les caractéristiques physico-chimiques des eaux de surfaces d'après	07
<b>CHAPITRE II : Description de la zone d'étude</b>		
<b>Tableau N°01</b>	Les caractéristiques générales de barrage	16
<b>Tableau N°02</b>	Les étapes de traitement	23
<b>Tableau N°03</b>	Les caractéristiques du décanteur de la station de traitement - Koudiat l'Medouar	28
<b>Tableau N°04</b>	Les dimensions des filtres utilisés	29
<b>Tableau N°05</b>	Les appareils et leurs utilisations	32
<b>CHAPITRE III : Matériel et Méthodes</b>		
<b>Tableau N°01</b>	Les matériels et les réactifs utilisés	37
<b>CHAPITRE IV : Etude hydro-climatique</b>		
<b>Tableau N°01</b>	Les cordonnés de la région de Batna	56
<b>Tableau N°02</b>	Variations annuelles des éléments climatiques	68
<b>CHAPITRE V : Résultats et discussion</b>		
<b>Tableau N°01</b>	Résultat d'analyse bactériologique	83

## Liste des Abréviations

---

### Liste des abréviations (acronymes)

**ADE** : Algériennes Des Eaux

**%** : Pour cent

**(-)** : Négatif

**(+)** : Positif

**C°** : Degré Celsius

**g/l** : Gramme par litre

**mg/l** : Milligramme par litre

**µs/cm** : Micro-siémens par centimètre

**OMS** : Organisation Mondial de la Santé

**NA** : Normes Algériennes

**SP** : Station de Pompage

**STEP** : Station d'épuration

**NTU** : Unité de turbidité Néphélométrique

**UFC** : Unité Formant des Colonies

**DCPL** : Bouillons Lactose au Pourpre de Bromocrésol

**ASR** : Anaérobie sulfite réducteur

**Ech** : Echantillons

**D** : Décembre

**J** : Janvier

**F** : Février

**M** : Mars

**A** : Avril

**M** : Mai

**J** : Juin

**J** : Juillet

**A** : Aout

**S** : Septembre

**O** : Octobre

**N** : Novembre

**EDTA** : Acide éthylène-diamine-tétracétique

**PH** : Potentiel hydrogène

**CE** : Conductivité électrique

## Liste des Abréviations

---

**T** : Température

**RS** : Le Résidu Sec

**MES** : Matières En Suspension

**Ca<sup>+2</sup>** : ions Calcium

**K<sup>+</sup>** : ions Potassium

**SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** : ions Sulfate

**HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Bicarbonate

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : ion Nitrates

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : ion Nitrates

**Mg<sup>2+</sup>** : ion magnésium

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** : L'azote ammoniacal

**E .coli** : Escherichia coli

**CT** : Coliforme totaux

**CF** : Coliforme Fécaux

**SF** : Streptocoque Fécaux

**CARC** : Conseil National de la Recherche de Canada

**MSNC** : Ministère de la Santé Nationale et du Bien-être social, Canada, 1983

# *Introduction Générale*

# Introduction Générale

---

## Introduction

L'eau est très présente sur notre planète, ainsi vue de l'espace, la terre apparaît bleue car les océans recouvrant près des trois quarts de la surface terrestre **(70%)**.

La totalité de l'eau sur terre représente un volume de 1,4 milliard de km<sup>3</sup> sous forme liquide, solide ou gazeuse.

Cependant, la majeure partie de l'eau **(97 %)** est contenue dans les océans et est salée, ce qui la rend inutilisable pour l'homme **(CIE, 2013)**.

Selon l'OMS **(2005)**, chaque année 1,8 millions de personnes dont 90% d'enfants de moins de cinq ans, vivant pour la plupart dans les pays en développement meurent de maladies diarrhéiques (y compris du choléra); 88% des maladies diarrhéiques sont imputables à la mauvaise qualité de l'eau, à un assainissement insuffisant et à une hygiène défectueuse.

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

En Algérie, les eaux de surface sont les principales sources pour notre Approvisionnement en eau potable, mais de plus en plus l'individu et la municipalité se tournent vers les nappes phréatiques qui renferment un volume énorme d'eau exploitable **(CHEKROUD, 2007)**

Une eau destinée à la consommation humaine est potable lorsqu'elle est exemptée d'éléments chimiques et biologiques susceptibles à plus ou moins long terme à la santé des individus **(JOHN et DONAL, 2010)**

Parmi les eaux destinées à la potabilisation après le traitement, les eaux des barrages, ou on peut définir les barrages comme suit : 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)**.

En Algérie, Il existe **68**barrages avec une capacité de **6767** de Hm<sup>3</sup>, malgré leurs importances, l'étude des aspects biologiques et écologiques des barrages reste insuffisante malgré les richesses bioécologiques qu'ils recèlent **(LABED., 2014)**.

Les eaux des barrages qui sont des eaux de surfaces contiennent des composés organiques (matière organiques), et inorganiques, matières indésirables, des matières polluantes, substances chimiques, métaux...

# Introduction Générale

---

Leurs présence peuvent être proviennent de l'activité agricole, des rejets urbains et industriels peuvent traverser les filières de production d'eau potable qui peuvent présenter dans les eaux destinées à la potabilisation humaine, ce qu'il provoque une toxicité éventuelle constitue un risque potentiel pour la population

Les eaux brutes qu'elles soient souterraines ou superficielles peuvent pas atteindre une qualité totalement saine et ne présentent pas les critères requis en termes de qualité chimique et microbiologique, ce qui oblige et nécessite un traitement adéquat avant la consommation.

Par rapport à l'eau souterraine, l'eau de surface présente habituellement une plus grande variabilité en ce qui concerne la qualité. Elle est également plus vulnérable à la contamination, autant biologique que chimique. (MASSOUDI, 2016)

Dans ce travail, nous allons présenter successivement les caractéristiques globales, générales des eaux des barrages de Koudiet L'Amadou qui se localise à Batna exactement dans la région de Timgad, ainsi que les paramètres de pollutions, **afin** d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique de ce barrage.

Ce manuscrit est divisé en trois parties :

- ❖ **Le premier chapitre** : est intitulé : généralité, divisé en deux parties, la première présente des généralités sur l'eau et la deuxième porte sur les barrages et leur importance en Algérie.
- ❖ **Le deuxième chapitre** : qui est la partie de la présentation du site, cette partie consacrée essentiellement description de la zone, les caractéristiques générales de la région, et les différentes étapes de traitement des eaux de ce barrage.
- ❖ **Le troisième chapitre** : intitulé matériel et méthodes, est faite pour montrer le matériel utilisé dans le laboratoire et les différentes méthodes pour évaluer la qualité de l'eau.
- ❖ **Le quatrième chapitre** : sous le titre de l'étude climatologique, pour montrer les caractéristiques climatiques, pour distinguer l'état climatique de la zone d'étude.
- ❖ **Le cinquième chapitre** : sous le titre de résultats est discussion, faite pour évaluer les composants essentiels, et leurs teneurs de cette eau.
- ❖ **Conclusion générale** : Enfin, nous tirons une conclusion pour donner une récapitulation sur le thème.

***Chapitre I***  
***Généralités sur les eaux***

# Chapitre I Généralités sur les eaux

## Introduction

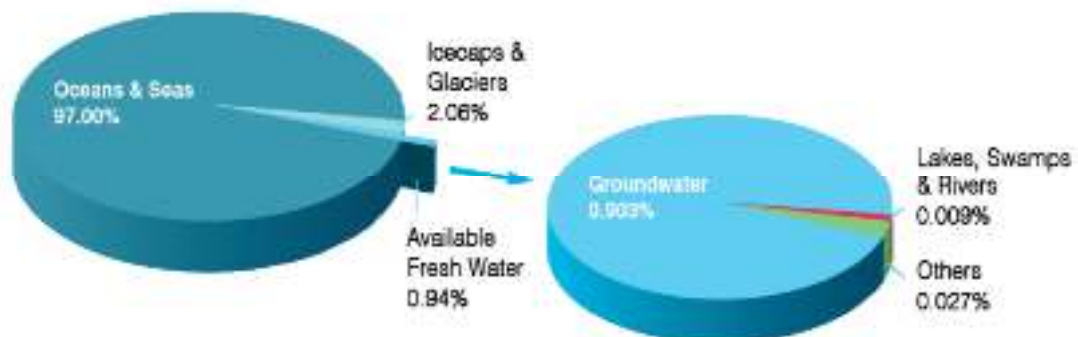
L'eau est partout présente dans la nature. C'est un liquide incolore, inodore, sans saveur, et c'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (SEGHIRI et DJELLAL., 2020). Donc l'eau c'est la vie (THIELBORGER., 2014).

Ceux liées à l'eau entourent la création des formes terrestres, la vie, le renouveau et la mort. Les sciences, l'art et les civilisations même ne sont pas pensables sans la présence de l'eau (OLIVAUX, 2007). Dans la figure 01 un aperçu est donné de la distribution de l'eau de la Terre. (BENHACENE et BENKOUHA., 2020)

**Tableau01 : Caractéristiques essentielles de l'eau**

Paramètre	Valeur numérique
Masse molaire	18,0153 g/mole
Volume molaire	18,0182 cm <sup>3</sup>
Masse volumique solide	917 kg/m <sup>3</sup>
Masse volumique liquide	998 kg/m <sup>3</sup>
Température de fusion	0 °C
Température d'ébullition	100 °C
Chaleur latente de fusion	3,30.105 j /kg
Chaleur latente de vaporisation	23.105 j /kg
Chaleur massique solide (à 0°C)	2,6.103 j /kg/K
Chaleur massique liquide	4,18.103 j /kg/K

Source : SEGHIRI et DJELLAL., 2020.



**Figure 01.** La distribution de l'eau de la Terre (BENHACENE et BENKOUHA., 2020)

# Chapitre I Généralités sur les eaux

---

## 1. Les eaux de surface

L'eau de surface désigne une eau, telle que le ruissellement, qui reste à la surface du sol et qui peut être stockée en étangs ou autres ouvrages de retenue. Elle résume la collecte de l'eau souterraine ou d'eau atmosphérique. **(DEBBIH et NAILI., 2015)**

### 1.1.L'origine

Elles sont pour origine, soit des nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseau, de rivière, soit de ruissellement. Ces eaux se rassemblent en cours d'eau, caractérisées par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable. Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (Lacs) ou artificielles (retenues, barrages), caractérisées par une surface d'échange eau-atmosphère quasiment immobile, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjours appréciable. **(BOUALI., 2019)**

### 1.2. Les caractéristiques générales des eaux de surfaces

Ce type des eaux englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents (rivières, lacs, étangs, barrages...). La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par ces eaux durant leurs parcours dans l'ensemble des bassins Versants. Ces eaux sont le siège, dans la plupart des cas, d'un développement d'une vie microbienne à cause des déchets rejetés dedans et de l'importance surface de contact avec le milieu extérieur. C'est à cause de ça que ces eaux sont rarement potables sans aucun traitement.

- ✓ Par échange à la surface eau-atmosphère, ces eaux se charge en gaz dissous (oxygène, azote, gaz carbonique).
- ✓ La présence de plancton : les eaux de surfaces sont le siège d'un développement important de phytoplanctons.
- ✓ La variation journalières (différence de température, d'ensoleillement) aux saisonnières : variation climatique (température, fonte des neiges) de végétation (chute de feuilles). Dans les retenues d'eau de surface, la qualité de l'eau varie de la surface de l'eau jusqu'au fond de la retenue (O<sub>2</sub>, Fe, Mn, Oxydabilité et plancton).
- ✓ La pollution organique conduisant souvent à l'eutrophisation des eaux. **(MECHERI et HASNAOUI., 2021)**

# Chapitre I Généralités sur les eaux

**Tableau 02 :** Les caractéristiques physico-chimiques des eaux de surfaces d'après.

Caractéristique	Eaux de surface
Température	Variable suivant les saisons
Turbidité, matières en suspension (MES)	Variable, parfois élevée
Couleur	Liée surtout aux MES (argile, algues) sauf dans les très douces et acides (acides humiques)
Minéralisation totale	Variable en fonction des terrains, des précipitations, des rejets liquides
Oxygène dissous (O <sub>2</sub> )	Le plus souvent au voisinage de la saturation. Absent dans le cas d'eaux très polluées
Azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Présent seulement dans les eaux polluées
Azote nitrique « Nitrates » (NO <sub>3</sub> )	Peu abondante en général
Silice (SiO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	Teneurs en général modérées
Organismes vivants	Bactérie (dont certaines pathogènes), virus, Plancton (animal et végétal)
Le fer (Fe) et le manganèse (Mn) Divalent (à l'état dissous)	Généralement absent, sauf en profondeur des plans d'eau en état d'eutrophisation

**Source : Monde., 1989**

### 1.3. La potabilité des eaux de surface

Les eaux de surfaces sont rarement potables sans aucun traitement et sont toujours plus ou moins polluées par divers rejets

- ✓ D'origine urbaine : les rejets provenant de la collecte des ERU, même après leur traitement en station d'épuration
- ✓ D'origine industrielle : polluants et micropolluants organiques (hydrocarbures, solvants, produits de synthèse, phénols) ou inorganiques (métaux lourds, ammoniac, produits toxiques)
- ✓ D'origine agricole : engrais et produits pesticides (herbicides, insecticides, fongicides), entraînés par les eaux de pluies et le ruissellement dans les zones d'élevage intensif, rejets riches en composés de l'azote et du phosphore ainsi qu'en
- ✓ pollution organique

# Chapitre I Généralités sur les eaux

---

- ✓ Pollution bactériologique d'origines humaine et animale (01)

## 2. Les barrages

### 2.1. La définition d'un barrage

Les barrages et lacs collinaires sont des aménagements de moyenne et petite hydraulique sur les cours d'eau secondaires dans les parties amont de grands bassins versants. Il s'agit de digues en terre compactée avec un déversoir latéral donnant lieu à des retenues d'eau de quelques dizaines de milliers de m<sup>3</sup> à quelques millions de m<sup>3</sup>, inondant des surfaces de tailles modérée (Alergel et *al.*, 2006).

### 2.2. Les Types des barrages

#### 2.2.1 Les barrages en béton

##### 2.2.1.1 Les barrages en voûte

De forme arquée, profitent de leur forme pour reporter la poussée de l'eau vers le rocher des rives (DELLIOU., 2008).

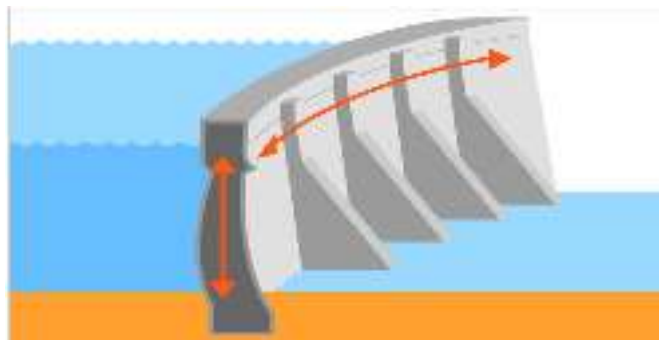


Figure 02 : Coupe d'un barrage en voûte. (02)

##### 2.2.1.2 Les barrages à contreforts

Sont constitués d'une série de murs (les contreforts) construits dans la vallée parallèlement à l'axe de la rivière, l'espace entre les contreforts étant bouché par une dalle en béton, une voûte (DELLIOU., 2008).



Figure 03 : Coupe d'un barrage en contrefort. (03)

### 2.2.1.3 Les barrages poids

De forme massive et triangulaire, résistent à la poussée de l'eau grâce à leur poids (DELLIOU, 2008)



Figure 04 : Coupe d'un barrage poids. (04)

### 2.2.2 Les barrages en remblai peuvent être

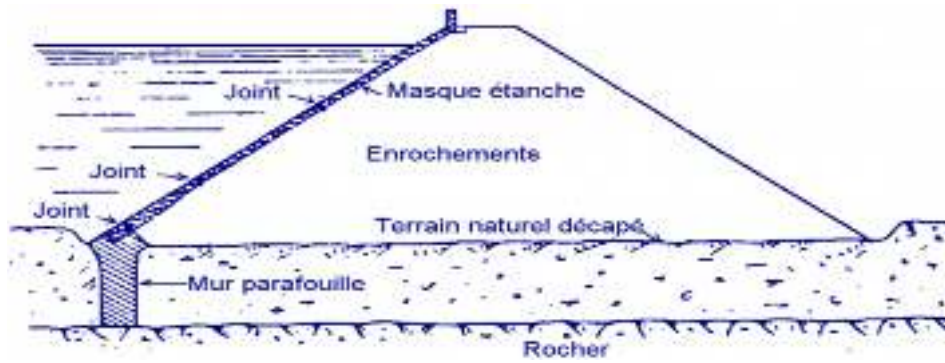
- **en terre homogène** : le barrage est réalisé en terre compactée suffisamment imperméable en elle même, parfois complété par des tapis, des cheminées ou de cordons drainants. De nombreux petits barrages retenant un étang sont construits en terre imperméable (DELLIOU., 2008)



Figure 05 : Coupe d'un barrage en terre homogène. (05)

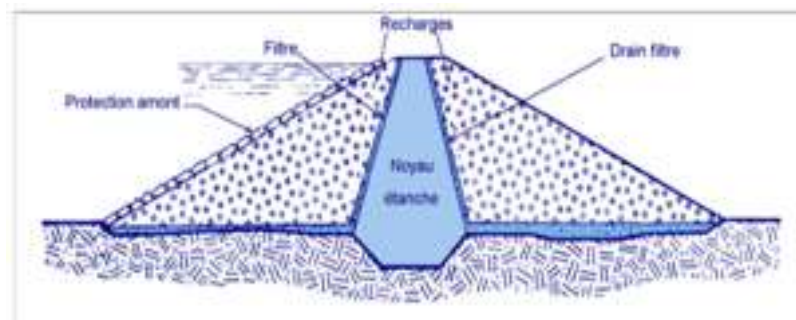
- **à masque amont étanche** : le barrage, souvent en enrochement, est étanché à l'amont par un masque étanche réalisé en béton armé ou en béton bitumineux (DELLIOU, 2008)

# Chapitre I Généralités sur les eaux



**Figure 06 :** coupe d'un barrage à masque étanche. (06)

- **zonés** : avec un noyau central étanche réalisé en terre argileuse et encadré par des remblais plus perméables en enrochements (DELLIOU., 2008)



**Figure 07 :** coupe d'un barrage zoné. (07)

Les organes d'évacuation des crues qui sont des organes de sécurité essentiels permettent enfin de préciser le type de barrages (DELLIOU., 2008).

## 2.3 Utilisation des barrages

Les Barrages peuvent être construits pour plusieurs objectifs (DELLIOU., 2003).

- Produire de l'électricité à partir d'une énergie renouvelable, celle de l'eau, avec des usines hydroélectriques accolées au barrage ou situées plus bas dans la vallée et alimentées par des conduites forcées.
- Créer des réserves d'eau pour l'alimentation en eau potable des villes.
- L'eau peut également être nécessaire pour des besoins industriels.
- Irriguer des zones agricoles ayant de gros besoins en eau lors des périodes sèches.
- Alimenter en eau les canaux.
- Maintenir dans les rivières un débit minimum suffisant lors des étiages, pour assurer à la fois une qualité écologique satisfaisante des rivières et permettre les prélèvements par pompage à l'aval (pour des besoins d'alimentation en eau, d'irrigation...).
- Réduire l'effet des crues en retardant l'eau grâce au stockage dans la retenue qui se remplit pour la relâcher après le passage de la crue.

# Chapitre I Généralités sur les eaux

---

- Certains de ces objectifs peuvent être complémentaires sur un même ouvrage. D'autres sont, a priori, opposés :
  - Il est, par exemple, impossible d'avoir en même temps une retenue pleine pour fournir une réserve d'eau potable mais aussi une retenue vide pour limiter au maximum l'impact des crues.
  - C'est le cas notamment des barrages érecteurs de crue qui sont des ouvrages conçus spécialement à cette fin avec des dispositions particulières de conception et d'exploitation.

## 2.4 Caractéristiques physico-chimiques des eaux des barrages

Il existe de nombreux paramètres qui permettent de quantifier les éléments physiques ou chimiques (température, PH, CE, turbidité, Chlorure, Sulfates, Nitrites, Nitrates, Ammonium, Potassium, Bicarbonate).

Plusieurs indicateurs de la charge polluante, résultant des activités humaines rejetés dans les milieux aquatiques (GAUJOU., 1989).

## 2.5 Caractéristiques bactériologiques des eaux des barrages

C'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau potable. Elle se mesure par la présence d'organismes indicateurs de pollution : les Germes totaux et les Coliformes qui vivent normalement dans les intestins humains et animaux. Les bactéries indicatrices de contamination fécale sont les Coliformes connus sous le nom d'Escherichia coli (E.coli), les Streptocoques fécaux et les Clostridium sulfito-réducteurs. Elles se multiplient très facilement et sont utilisées généralement comme germes tests de contamination fécale (AHONON., 2011).

## 2.6 Les barrages en Algérie

La nouvelle politique de restructuration et de réorganisation du secteur de l'eau en Algérie a introduit des changements au niveau du ministère des ressources en eau, où les services sont passés d'un statut d'administration publique à un statut d'établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC). C'est ainsi, que l'Agence Nationale des Barrages (ANB) est devenue l'Agence Nationale des Barrages et des Transferts (ANBT), l'agence de gestion des infrastructures d'irrigation et de drainage (AGID) est devenue l'office national d'irrigation et de drainage (ONID) et devra regrouper l'ensemble des Offices des Périmètres

## Chapitre I Généralités sur les eaux

---

Irrigués (OPI), quant à l'Algérienne Des Eaux (ADE), elle devra créer de petites sociétés par actions (SPA) qui vont gérer les eaux des grandes villes (**TOUATI., 2010 In AZIZ et al.,2021**)

A titre d'exemple, le barrage Koudiet Lamdaouar de Timgad (Batna) suit un contrôle technique géré par l'Agence Nationale des Barrages et des Transferts (ANBT) et repartis en deux phases : La première, phase d'exploitation, représentée par une station météo composée d'un bac Colorado d'une surface de 11304 mm, un pluviomètre et un thermomètre. Pour la lecture des cotes du plan d'eau une mire graduée placée verticalement sur la tour de prise.

La deuxième phase, l'auscultation est représentée par :

- Des piézomètres; des techniciens veillent au contrôle des deux digues (digue principale et digue de col) durant toute l'année avec une prospection visuelle et des mesures de pression dans tous les piézomètres incorporés dans le corps du barrage, ces mesures de niveau piézométrique sont réalisées hebdomadairement.
- Mesures tridimensionnelles (barre vanchon): des mesures prises mensuellement à l'aide d'un pied à coulisses dans les trois dimensions X, Y et Z afin de contrôler les anneaux de la galerie de dérivation.
- Cellules de pression : dispositif d'auscultation consiste à mesurer la pression interstitielle. Forages drainants : des puits a faible profondeur varie entre 7 et 10 mètres.
- Tassement et gonflement sur la digue principale : des mesures sont prisent chaque mois pour Vérifier le déplacement du corps du barrage.
- Fuites et drains L/S : la mesure des fuites et des drains se fait manuellement avec une éprouvette graduée et un chronomètre, durant les jours normaux et les événements exceptionnels. Le but de cette mesure et de contrôler et de voir l'étanchéité et le comportement du barrage au cours des années d'exploitation vis-à-vis des charges supportées (**LABED., 2014**)

## *Chapitre II*

### *Description de la zone d'étude*

## 1. Présentation de la zone d'étude

### 1.1 Situation géographique

La wilaya de Batna de son vraie nom BATHNA à vue le jour selon décret du 12 septembre 1848 signé par NAPOLEON, ceci est venu après la commission consultative siégeant à Constantine a décidé de faire de Batna une future ville de faite de sa position stratégique à la croisée des axes : Biskra, Tébessa, Sétif et Constantine. (RAHLAOUI., 2020)

La ville de Batna capitale des Aurès, chef de la wilaya, situé à 425 Km au Sud-est de la capitale et à 113 Km de Constantine, culmine à 980 m d'altitude. Les wilayas limitrophes sont :

- Au Nord par les wilayas d'Oum El Bouaghi, Mila et Sétif,
- A l'Est par la wilaya de Khenchela,
- Au Sud par la wilaya de Biskra,
- A l'Ouest par la wilaya de M'Si



**Figure 01** : Les limites administratives de la wilaya de Batna (Monographie de la Wilaya de Batna, 2014 ., In RAHLAOUI.,2019)

## 2.Généralité sur le barrage de Koudiat Medaouar

Le barrage de Koudiat Medaouar, situé au nord Est (NE) de la commune de Batna, représente la principale ressource en eau de la région.

Ce barrage est caractérisé par un volume utile de 62 Mm<sup>3</sup> et un apport propre de 18 Mm<sup>3</sup>. Le transfert des eaux à partir du barrage de Béni Haroun vers le barrage Koudiat

Medaouar assurera le complément pour satisfaire à long terme les besoins en eau des communes concernées par le projet.

Il est destiné pour l'alimentation en eau potable des deux wilayas (Batna et Khenchela) et l'irrigation de deux périmètres **Doufana** et **Aintouta** après l'achèvement des travaux de transfert de Béni Haroun.

- A court terme : l'alimentation en eau potable de Batna et de Khenchela
- A moyen terme : l'irrigation
- ✓ A long terme : l'alimentation en eau pour l'industrie (**MALAOUI et AGOUDJIL., 2014**). (**Fiche technique de Koudiet L'amadouer**)

Une station de traitement sera implantée à l'amont immédiat du barrage Koudiat Medaouar et assurera l'alimentation en eau potable des communes concernées par le projet.

Le barrage de Koudiat Medaouar, réalisé par l'entreprise COSIDER sur l'oued Reboa est actuellement en cours de remplissage. Les caractéristiques de ce barrage sont comme suit :

**(Anonyme)**



**Figure02** : Barrage de Koudiat L' Medaouar Vue panoramique du barrage de Koudiet Medaouar « Timgad, Batna ». (**Photo personnelle : 12/01/2014**) In **BOUKABA., 2014**)

**Tableau 01 : les caractéristiques générales de barrage**

<b>Hauteur</b>	<b>47 m</b>
<b>Capacité</b>	62 millions de m <sup>3</sup>
<b>Volume régularisé</b>	20 Mm <sup>3</sup> + 100 Mm <sup>3</sup> transférés de Béni Haroun
<b>Volume des terres à mettre en place</b>	5 300 000 m <sup>3</sup>
<b>Longueur en crête</b>	2 465 m (digue principale + digue de col)
<b>Crue de projet 1000 ans</b>	1 465 m <sup>3</sup> /s
<b>Evacuateur en rive droite</b>	à seuil libre
<b>Conduite d'AEP</b>	DN 1000
<b>Conduite d'irrigation</b>	DN 1500

### 2.1 Historique sur le déroulement des travaux du barrage

La construction du barrage s'est étalée sur une période de 23 ans, (1978 à 2001).

- 1978 : Avant-projet du barrage détaillé (APD) – Hydrotechnique Corporation – New York - Madrid.
- 1994 : Expertise de l'avant-projet détaillé (APD) – Bureau d'études ROMELECTRO.
- 1994-2001 : Etudes d'exécution - Bureau d'études ROMELECTRO.
- 1993-2002 : le barrage a été réalisée par l'entreprise nationale COSIDER, sa réalisation a débuté le 22/03/1993, mais pour les raisons financières, les travaux ont été arrêtés pendant 3ans puis relancés en septembre1996.
- En juillet 2004-Mai 2005 : levés bathymétriques et topographique du barrage Koudiat Medaouar. -Entreprises HYDRODRAGAGE-C.T.SYSTEMS. (BELLA., 2018)

### 2.2 Situation géographique

Le barrage de Koudiat Medaouar est situé sur l'Oued Chemorah à 35 kilomètres du chef-lieu de Batna.

Il fait partie du bassin de l'Oued Chemorah, il est situé à environ 7Km au Nord-Est du site historique de Timgad à environ 35 Km Est de la ville de Batna d'une superficie de 590 km<sup>2</sup>, son réservoir présente un exutoire pour les sous bassins de l'Oued Reboa et l'Oued Soultez. Le Barrage est situé à une longitude de **06°30' 32 61'' E** et une latitude de **35° 31' 2703''N**. Il appartient au système complexe de Béni-Haroun.

Il a été construit en 1993, et a été mis en service à partir du début de l'année 2001. Depuis, le barrage n'a pas fait l'objet de travaux de confortement.

Ce barrage est destiné à l'alimentation en eau potable (AEP) de Batna, Aris, Khenchela et Barika, à l'alimentation en eau industrielle de Batna et à l'irrigation de la plaine de Chemora, Batna et Taoufana. (BELLA ; 2018)

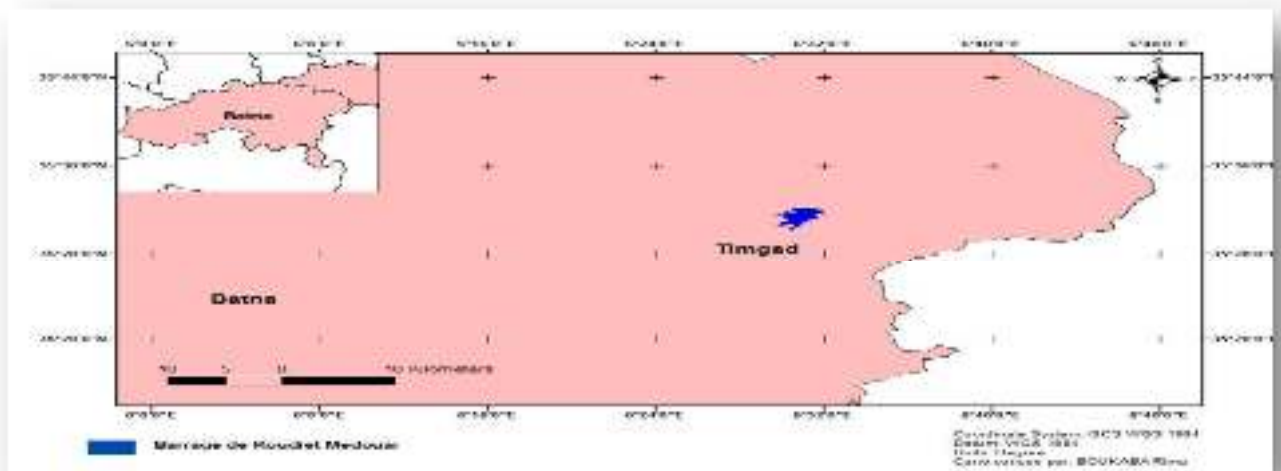


Figure 03 : Localisation du Barrage de Koudiet M'douar (Timgad, Batna). (LABED., 2013)

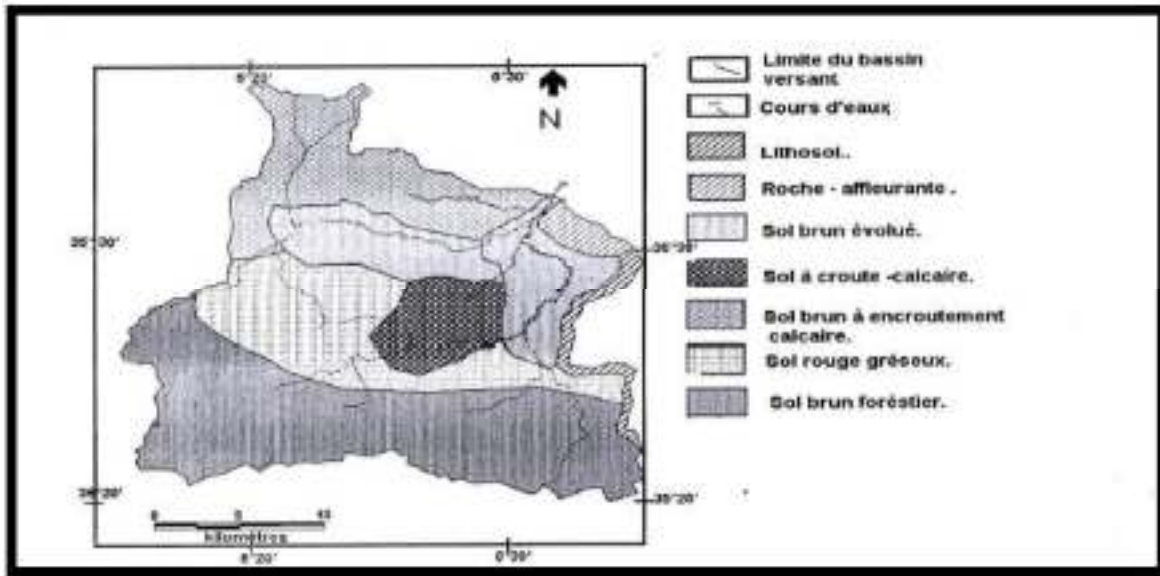
### 2.3 Pédologie

Pour déterminer des zones géologiquement homogènes les sols sont classés selon leurs textures et leur type pour but d'aider à déterminer la rugosité équivalente de chaque zone. (MEKHLOUF et OUANOUGHIL., 2016)

- La zone du barrage présente un substratum de la digue principale formé de **grès argilites** et des **argilites gréseuses**.
- La digue du col est constituée de : **limons argileux, argiles limoneuses et d'argiles**.
- La présence du **gypse** est très importante et se trouve sous forme de plaquettes allant de **1mm** d'épaisseur formant un réseau polygonal.
- **L'analyse granulométrique** montre que c'est un sol fin avec les proportions suivantes

composants	Sable	Argile	Limon
pourcentage	2à27 %	28à 51%	39à57%

C'est donc la structure du sol dans cette zone est **une argile limoneuse peu sableuse**.



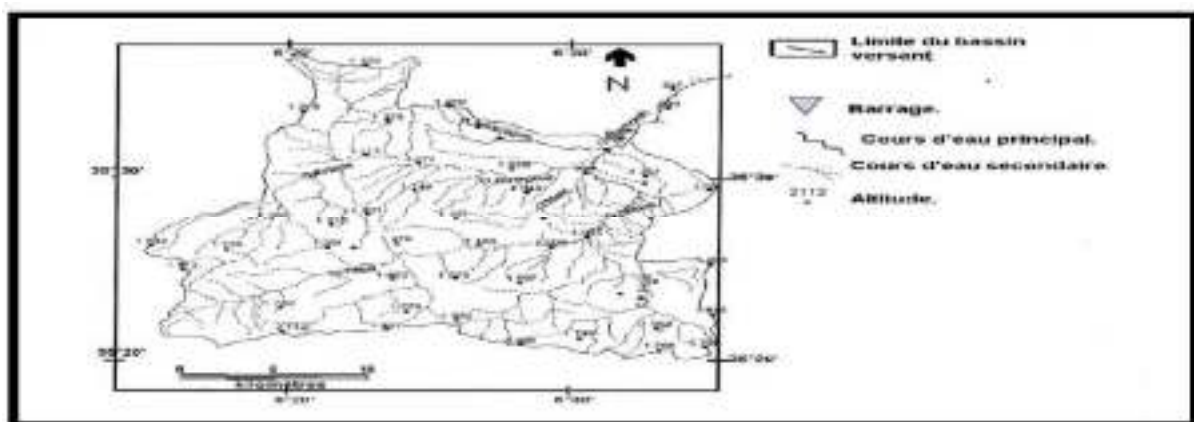
**Figure 04 :** Carte pédologique du barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) (ANONYME., 2006 HOUADEF et SALEM., 2007 In LABED., 2013)

## 2.4 Hydrologie

Le barrage de Koudiat L' M'douar fait partie du bassin versant de l'Oued de Chemora. Ce dernier jusqu'à la section du barrage, a une surface de 590 km<sup>2</sup>. Cet Oued se bifurque en deux Oueds principaux :

- ✓ l'Oued Soultez
- ✓ l'Oued Reboa

Ce dernier draine toute la partie Sud du bassin. Il est de 1,6 fois plus grand que l'Oued Soultez qui coule de l'Ouest vers l'Est jusqu'à sa confluence avec l'Oued Reboa (LABED., 2013)



**Figure 05 :** Hydrologie du bassin versant de l'Oued Chemora avec le barrage Koudie M'douar (Timgad, Batna) (LABED., 2013)

## 2.5 Géologie

D'après les études faites par l'agence nationale du barrage (ANB), les sols de fondations sont assez hétérogènes sur l'ensemble des deux vallées.

Les digues sont fondées sur des argilites greso-marneuses, sauf la partie rive droite de la digue principale qui est fondée sur des grès présentés dans la coupe ci-dessus : **(BELLA., 2018)**



**Figure 06 :** Représentation de la coupe géologique longitudinale du Barrage de Koudiet Medaouar. (Source : ANB., 2005). **(BELLA., 2018)**

## 2.6 Description du barrage

Barrage en terre et en enrochement, les Talus AMONT et AVAL sont protégés par la roche (**riprap**) avec :

- une digue principale d'une longueur de **1280m**
- ✓ une digue de col (**secondaire**) d'une longueur de **990m**. **(MALAOUI et AGOUDJIL., 2014)**. **(Fiche technique de Koudiet L'amadouer)**

### ❖ Détails

- ✓ Digue principale : longueur 1280m, hauteur 48m
- ✓ Digue de col : 990m, hauteur 26 m
- ✓ Cote de la retenue normale : 992.50m
- ✓ Capacité de la retenue normale : 74.324 Mm<sup>3</sup>
- ✓ Cote max : 996.65
- ✓ Superficie du bassin versant : 590km<sup>2</sup>
- ✓ Précipitation moyenne annuelle : 375 mm
- ✓ Apport moyen annuel : 28Mm<sup>3</sup>

- ✓ Largeur de la crête : 10m
- ✓ Largeur totale de la base : 350 m (MALAOUI et AGOUDJIL., 2014 In Fiche technique de Koudiet L'amadouer)

## 2.7 Equipements de barrage

### 3.7.1 Evacuateur de crue

Largeur	Longueur totale	Hauteur de lame déversant	Capacité d'évacuation
42m	387m	4.5 m	867m <sup>3</sup> /s



Figure 07 : Evacuateur de crue (MALAOUI et AGOUDJIL., 2014).

### 2.7.2 Galerie de dérivation

- **Vidange de fond**
  - ✓ dimension d'un pertuis : 1.70m X 2.40m
  - ✓ longueur : 263m
- **Tunnel :**
  - ✓ dimension : 8.8m X 8.8m
  - ✓ longueur : 223m
  - ✓ diamètre de la conduite d'AEP=1000mm
  - ✓ diamètre de la conduite d'irrigation=1500mm (MALAOUI et AGOUDJIL., 2014). (Fiche technique de Koudiet L'amadouer)

## 2.7.3 La digue



Figure 08 : la digue du barrage (MALAOUI et AGOUDJIL., 2014).

La digue du barrage est une mixte terre et enrochement avec un masque amont.

➤ **les dimensions sont les suivantes :**

- ✓ profondeur : **37m**
- ✓ largeur : **48m**
- ✓ longueur : **1280m**
- ✓ Pente du Talus amont (%) : **4**

**a) Tour de prise :**

En béton armé d'une forme cylindrique avec cinq prises d'eau à trois niveaux :

- **Le premier niveau** : contient trois prises d'eau dont deux pour l'irrigation et l'autre pour l'AEP à la cote 966 m.
- **Le deuxième niveau** sert pour l'AEP dont les cotes 975.10 m.
- ✓ **le troisième niveau** : servent pour l'AEP dont les cotes 985 m. (**Fiche technique de Koudiet L'amadouer**).

### 3. Présentation de la station de traitement de Koudiat Medaouar

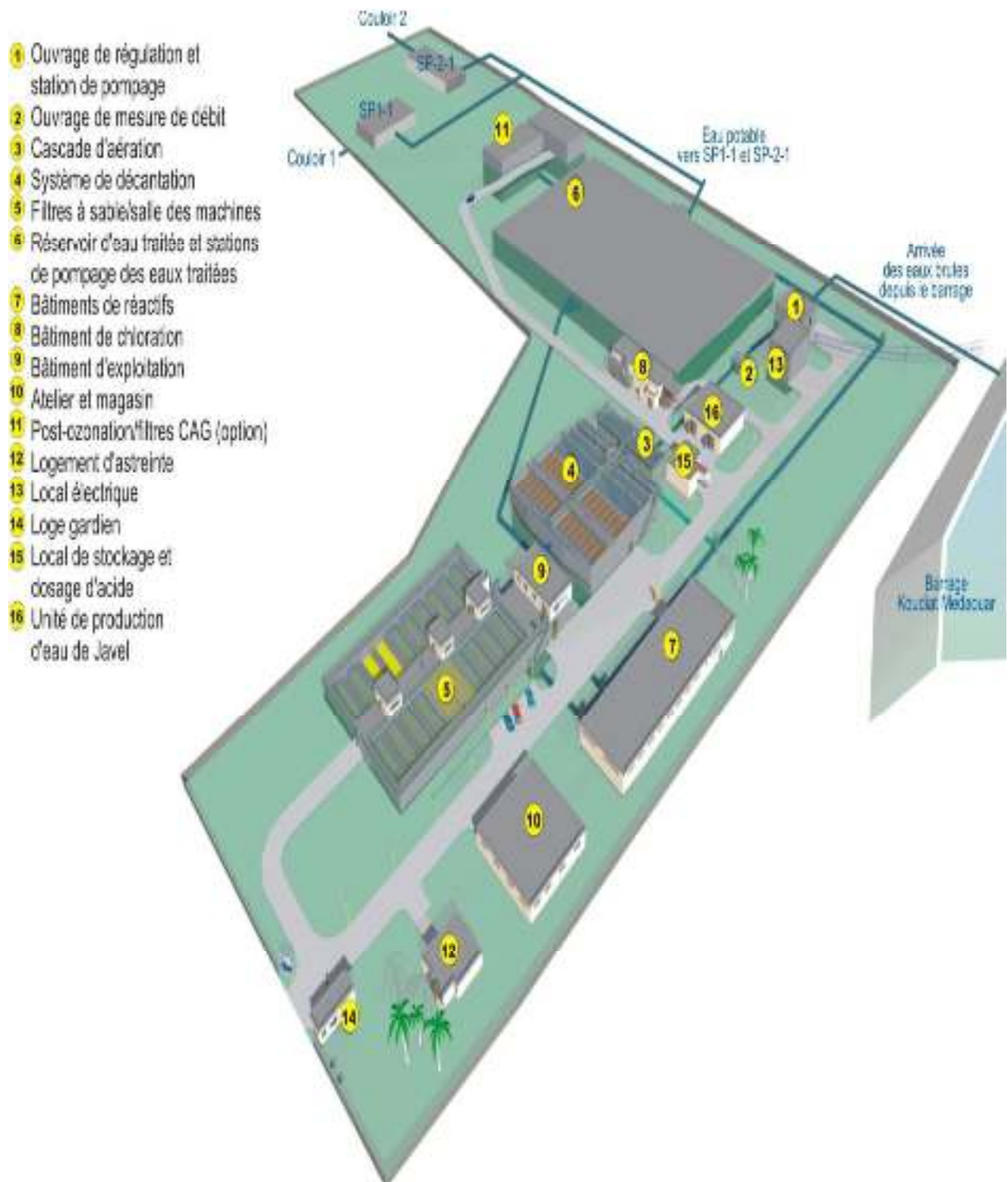
La station de traitement d'eau potable de Koudiat Medaouar est destinée pour traiter un débit moyen d'eau brute de 5650 m<sup>3</sup>/h.

- ✓ La qualité des eaux de surface, qui sont des eaux brute, sera vérifier régulièrement pour assurer une qualité de potabilisation idéale, et elle doit respecter les recommandations de l'OMS.

 **Qualité de l'eau traitée**

- La qualité de l'eau traitée doit respecter les recommandations de l'O.M.S.
- Notamment les valeurs à ne pas dépasser des paramètres physiques principaux

- ✓ La turbidité : 5 NTU.
- ✓ La couleur : 15 Unités. (Fiche technique de Koudiet L'amadou)



**Figure09** : Schéma de la station de Koudiat Medaouar(MESSAOUDI et BOUZIDI., 2015)  
 (fiche technique de Koudiet L'amadou).Tableau 02 :

## Les étapes de traitement

L'étape :	Le traitement :
L'entrée	Arrivée de l'eau brute.
Station de pompage	Contrôle du débit par vanne papillon et mesure, station de pompage .
Aération	Aération de l'eau par cascade avec récolte des eaux dans un réservoir.
Cascade	Une pré-chloration au moyen d'eau chlorée dans le réservoir sous cascade.
Coagulation	Une coagulation au sulfate d'alumine.
Ajustement du PH	Eventuellement ajustement du pH par injection de l'acide sulfurique.
Oxydation de Fe et Mg	Injection du Permanganate de potassium pour l'oxydation du fer et du manganèse.
Décantation	Une décantation sur deux lignes comprenant chacune.
Correction du PH	Une deuxième correction du pH avec le lait de chaux pour l'amener à l'équilibre calc-carbonique,
Filtration	Filtration sur 10 filtres gravitaires à sable.
Désinfection final	Désinfection finale à l'eau chlorée en amont du réservoir d'eau traitée.

Source : (MESSAOUDI et BOUZIDI., 2015)

### 3.1 Les étapes de traitement dans la station

#### 3.1.1 Station de pompage

C'est le premier ouvrage de la station de traitement. Les eaux brutes de la station de traitement de **Koudiat Medaouar** proviennent du barrage. Le niveau de d'eau dans le barrage est compris entre 966.50 et 997 m.(MESSAOUDI et BOUZIDI., 2015). (Fiche technique de **Koudiet L'amadouer**)

Les eaux brutes s'écoulent gravitairement dans la station de traitement lorsque le niveau d'eau dans le barrage est élevé. Elles sont refoulées dans la station de traitement par les pompes lorsque le niveau de l'eau dans le barrage est élevé. (MALAOUI et AGOUDJIL., 2014), (Fiche technique de Koudiet L'amadouer)



Figure 10 : station de pompage (MESSAOUDI et BOUZIDJI, 2015) (Fiche technique de Koudiet L'amadouer)

### 3.1.2 Cascade d'aération

Après l'ouvrage de régulation, l'eau brute est introduite dans une chambre de répartition, et ce dans le but d'assurer une équi-répartition du débit vers les deux lignes d'aération par cascade par création d'une perte de charge lors du passage de l'eau au travers de leur cadre calibre. (Fiche technique de Koudiet L'amadouer)

Les cascades servent à l'aération de l'eau brute. Etant que le niveau de prise d'eau est fixé en niveaubas de barrage, cette aération peut être nécessaire pour assurer les 70% de saturation requit en fin deTraitement. L'aération, faite naturellement par chute, sera réalisée par une double cascade et a pour **objet**

- ✓ Augmentation de la teneur en oxygène de l'ordre de 70% de la saturation.
- ✓ Elimination l'odeur ainsi que la saveur indésirable.
- ✓ Réduction ou même l'élimination la teneur de bioxyde de carbone.
- ✓ Réduction ou même l'élimination la teneur de sulfate d'hydrogène H<sub>2</sub>S.
- ✓ Oxydation de fer et le manganèse. (MALAOUI et AGOUDJIL., 2014). (Fiche technique de Koudiet L'amadouer)



**Figure 11 : Cascade d'aération (MALAOUI et AGOUBIL., 2014).**

Le réservoir sous cascade assure principalement la distribution vers les lignes de décantations et une zone de mélange avec un temps de contact pour les injections des réactifs.

Une conduite de recirculation des eaux sales de lavage des filtres délivre de façon discontinue dans le réservoir de la cascade de chaque ligne le débit pompe à partir du réservoir des eaux sales de lavage. **(Fiche technique de Koudiet L'amadouer)**

### **3.1.3 Coagulation / floculation**

#### **3.1.3.1 Coagulation**

La coagulation s'effectue par déstabilisation des colloïdes après mélange intime de sulfate d'aluminium sous haute turbulence par apport d'énergie mécanique. Il s'agit de la première étape du traitement physicochimique proprement dit.

Dans ce système l'eau traverse trois chambres placées en série, chaque chambre est équipée d'un électro-agitateur. Pour optimiser l'homogénéité et augmenter le temps de séjour, l'eau passe alternativement par le haut et le bas de ces bassins (trois chambres).

- **La 1<sup>ère</sup> chambre** : le sulfate d'aluminium est injecté à la tête de la station, ainsi que l'éventuel débit de recirculation des eaux sales de lavage sont mélangé à l'eau brute.
- **La 2<sup>ème</sup> chambre** : sert à l'introduction et au mélange des boues recerclées pour augmenter la concentration de MES dans la chambre de mélange et donc les chances que les particules isolées rencontrent et s'accroche à un floc.
- **La 3<sup>ème</sup> chambre** : le polymère post dilué (poly-électrolyte) est introduit et mélangé très énergétiquement, (à cause de sa faible solubilité).

A la sortie de la 3<sup>ème</sup> chambre, la déstabilisation des matières en suspension et des matières

- ✓ colloïdales a eu lieu et les floes en formation sont prêts à grossir dans la chambre de floculation. **(Fiche technique de Koudiet L'amadouer)**



**Figure 12 :** Bassin de coagulation (MALAOUÏ et AGOUDJIL., 2014).

### 3.1.3.2 Flocculation

Cette étape du traitement consiste à augmenter la taille des floccs et donc de réduire la turbidité résiduelle. Ceci est réalisé par une agitation lente favorisant ainsi une bonne croissance de floc sans toutefois les casser après leur formation.

- ✓ La notion de durée de flocculation est importante, mais les expériences prouvent que 20 à 30 min, correspondent aux temps de rétention optimum, fonction des caractéristiques de l'eau. (Fiche technique de Koudiet L'amadouer).



**Figure 13 :** Bassin de flocculation (MALAOUÏ et AGOUDJIL., 2014).

### 3.1.4 Décantation lamellaire

L'objectif de la décantation c'est pour diminuer la teneur en MES

Après l'étape de coagulation/flocculation, dont l'objectif est de former des macros floccs, l'eau est traitée par décantation, c'est-à-dire la séparation physique des matières solides et de l'eau claire.

L'installation de lamelles dans la partie supérieure du décanteur améliore le rendement de cette séparation pour deux raisons :

- Flux contre-courant, c'est-à-dire le flux de boues s'écoule en direction inverse par rapport au débit de l'eau.
- ✓ Par le système lamellaire la surface de clarification est très grande, par rapport aux dimensions du bassin.

Afin de limiter les pertes en eau, les boues seront épaissies au fond de l'ouvrage par épaissement mécanique avec un racleur circulaire qui est installé au-dessous des plaques lamellaires. **(Fiche technique de Koudiet L'amadouer)**



**Figure 14 : bassin de décantation (MESSAOUDI et BOUZIDI., 2015).**



**Figure 15: Décanteur lamellaire (MALAOUI et AGOUDJIL., 2014).**

### 3.1.5. Clarification

L'eau clarifiée s'écoule dans des canaux de récupération en surface de l'ouvrage.

**Tableau03** : les caractéristiques du décanteur de la station de traitement –Koudiat L'Medaouar- (MESSAOUDI et BOUZIDI., 2015)

type de bassin	Carré, cylindro-conique
matériel du bassin	béton arme
nombre de bassins	2
Cote	17.4 m
profondeur du bassin	9,2 m
profondeur de l'eau	6,90 m
matériel des plaques	PVC (qualité alimentaire anti-UV)
dimension des plaques	2,80 x 1,0 m
nombre des plaques	1996 /clarificateur
surface projetée des plaques	5589 m <sup>2</sup>
Vitesse de montée	0,92 m/h (phase 1) et 1,36 (phase 2)

### 3.1.6 Filtration

L'eau préalablement subi les étapes coagulation/floculation/décantation présente alors une turbidité stable de l'ordre de 10 NTU, la filtration de cette eau sur un lit de sable d'une granulométrie adaptée constitue un traitement de finition permettant d'obtenir une eau claire répondant aux normes de potabilité en matière de turbidité avant désinfection. (MALAOUI et AGOUDJIL., 2014). (Fiche technique de Koudiet L'amadouer)



**Figure 16** : Bassins de Filtration(MESSAOUDI et BOUZIDI., 2015).

**Tableau04 : les dimensions des filtres utilisés(MESSAOUDI et BOUZIDI., 2015).**

Longueur du filtre	$L_f = 12 \text{ m}$
Largeur du filtre	$L_f = 2 \times 3,5 = 7 \text{ m.}$
Surface du filtre	$AF = 7 \times 12 = 84 \text{ m}^2.$
Surface filtrante totale	$AF = 10 \times 84 = 840 \text{ m}^2.$
Surface filtrante pendant le lavage d'un filtre	$FA' = 9 \times 84 = 756 \text{ m}^2.$

### 3.1.7 Réservoir d'eau traitée

Le réservoir d'eau traitée est devisé en deux compartiments pour assurer un mélange minimum de 30 minutes et sert de contact entre le chlore et l'eau traitée.

Chaque compartiment est de capacité **18963 m<sup>3</sup>** et qui peut être isolé on amont et en aval par des vannes murales.

- Le point d'injection de la post-chloration est situé au niveau de l'entrée de réservoir d'eau traitée
- Le deuxième point d'injection de chlore est situé à la sortie du réservoir afin de désinfecter et maintenir une teneur en chlore dans le réseau de distribution.(MALAOUI et AGOUDJIL., 2014). **(Fiche technique de Koudiet L'amadouer)**

### 3.1.8 Désinfection/ chloration

Afin d'éliminer les virus, certaines usines de production d'eau potable utilisent la production de chlore

La désinfection est le plus souvent effectuée au moyen de chlore. Selon l'OMS, 2 à 3 mg/l de chlore devraient être ajoutés à l'eau, le maximum étant de 5 mg/l.

En post de chloration ou de désinfection finale, on assure la destruction nécessaire à la potabilisation de l'eau de la plupart des germes et microorganismes pouvant être rencontrés dans l'eau filtrée. **(Fiche technique de Koudiet L'amadouer)**

### 3.1.9 Dosage de l'eau de javel

En cas de panne du système de chloration par le chlore gazeux, la désinfection est faite par l'eau de Javel



Figure 17 : Dosage de l'eau de javel (MALAOUI et AGOUDJIL., 2014).

### 3.1.10 Dosage de sulfate d'aluminium

Le sulfate d'aluminium est utilisé pour la déstabilisation des substances colloïdales contenue, dans l'eau brute afin d'initier la formation des floes ayant de bonnes caractéristiques de décantation/clarification (MALAOUI et AGOUDJIL., 2014). (Fiche technique de Koudiat L'amadouer)



Figure 18 : Dosage de sulfate d'alumine (MALAOUI et AGOUDJIL., 2014).

### 3.1.11 Dosage de lait de chaux

La solution de lait de chaux est injectée à la sortie des décanteurs et ce en fonction de la valeur de pH de l'eau décantée. Cette injection est faite dans le but d'optimiser l'effet de sulfate d'aluminium par maintien d'un pH optimal de l'eau traitée (afin que son caractère agressif ou incrustant ne soit pas maintenu). (MALAOUI et AGOUDJIL., 2014).



Figure 19 : Dosage de lait de chaux (MAL AOUI et ACCOUDJIL, 2014).

### 3.1.12 Dosage de permanganate de potassium

Les eaux profondes de barrage, relativement pauvre en oxygène, peuvent contenir du fer et du manganèse, la présence de ces substances dans l'eau est à éviter pour plusieurs raisons ; donnent une saveur métallique à l'eau, de plus une détérioration du caractère organoleptique de l'eau sans parler des risques de santé, de ce fait démagnétisation par oxydation s'avère indispensable. (Fiche technique de Koudiet L'amadouer)

### 3.1.13 Dosage de polymère

Le polymère est injecté dans la troisième chambre de mélange juste avant la chambre de floculation, le polymère est l'élément de floculation, il contribue à l'agglomération des particules colloïdales déstabilisées (ou coagulées) ainsi que les autres particules issue, de la recirculation des boues et des eaux sales de lavage afin d'augmenter la taille des floccs et réduire la turbidité résiduelle. (Fiche technique de Koudiet L'amadouer)



Figure 20 : Dosage de polymère (MESSAOUDI et ROUZIDI, 2015)

### 3.1.14 Dosage d'acide sulfurique

L'acide sulfurique est injecté à l'entrée de la cascade d'aération pour abaisser la valeur du pH de l'eau brute. Le but est d'obtenir un pH optimal à la coagulation. **(Fiche technique de Koudiet L'amadou)**



**Figure 21** : Dosage d'acide sulfurique (MESSAOUDI et BOUZIDI., 2015).

## 4. Présentation de laboratoire (Fiche technique de Koudiet L'amadou)

Le laboratoire de la station de traitement de Koudiet Medaouar est équipé de divers instruments de mesure physico-chimiques nécessaires pour identifier la qualité de l'eau, ces appareils sont présentés dans le Tableau suivant

**Tableau05** : les appareils et leurs utilisations (Fiche technique de Koudiet L'amadou)

Nom de l'appareil	L'utilisation
Thermomètre	Mesure de la T°
PH mètre	Mesure de PH
<b>Turbidimètre</b>	Mesure de la turbidité
<b>Conductimètre</b>	Mesure de la conductivité
<b>Spectromètre</b>	Mesure des nitrates, nitrites...etc.
<b>La balance</b>	Mesure des masses
<b>Dessiccateur</b>	Absorber la vapeur
<b>Etuve</b>	Echauffement

**Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons donnés dans la première partie une présentation générale et détaillées sur le barrage de Koudiat Medaouar et sa situation géographique, et les ouvrages constituant ce barrage.

Par la suite, l'objectif, le rôle et les étapes de traitement de la station **Koudiet Medaouar** destinée à l'alimentation en eau potable des deux wilayas (**Batna et Khenchela**) et à l'irrigation des périmètres **Taoufana** et **Aintouta** et la potabilisation pour les deux dernières.

*Chapitre III*  
*Matériel et méthodes*

## 1. Echantillons de l'eau

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, car il conditionne les résultats analytiques et leurs interprétations, qui en seront données. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico chimiques de l'eau (Rodier *et al.*, 2009).

### 1.1 Choix de prélèvement

Le choix des points de prélèvement ainsi que l'échantillonnage dépendent principalement des variations spatiale et temporelle de la qualité de l'eau. Dans tous les cas, ils conditionnent la représentativité de la population échantillonnée, et donc des conclusions tirées des résultats analytiques. Un échantillonnage a été aussi réalisé en aval de la digue. (SEBSI et HAMEK., 2018)



**Figure 01** : Echantillonnage d'eau du barrage. (SEBSI et HAMEK., 2018)

### 1.2 Mode d'échantillonnage

Le prélèvement de l'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. Il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui s'en suit l'échantillon doit être homogène et représentatif et ne doit pas modifier les caractéristiques de l'eau.

Nous devons donc prélever l'eau avec toutes précautions d'asepsie, pour cela plusieurs conditions s'imposent :

- ✓ Le volume de l'échantillon doit être inférieur à 1.5 litre.
- ✓ Le mode de prélèvement varie selon le lieu.
- ✓ Les échantillons seront recueillis dans les flacons stériles.

- ✓ Pour l'échantillonnage direct (source). On fait tremper doucement le flacon à l'intérieur de l'eau, à environ de 30 cm de surface, en évitant le prélèvement en surface ou au fond pour ne pas risquer de ramasser de l'écume ou des sédiments.
- ✓ Les flacons contenant les échantillons doivent être clairement et soigneusement identifiés par des étiquettes qui doivent comporter un certain nombre d'information qui sont ; origines de l'eau, adresse exacte du lieu de prélèvement (pour l'eau de réseau), date et heure du prélèvement, température de l'eau, chlore résiduel et autre remarques.
- ✓ L'échantillon doit être conservé dans une glacière entre 4 °C à 6 °C. **(BEN CHEHBA et BEN HENNOUR., 2017)**

### 1.3 Le transport et la conservation des échantillons

Afin d'éviter que la teneur initiale en germes des eaux ne risque de subir des modifications dans le flacon, toutes les analyses sont effectuées le plus rapidement possible. L'évolution est difficile à prévoir et dépend de nombreux facteurs: Température, concurrence bactérienne des espèces présentes, composition chimique de l'eau.

Même dans de telles conditions, l'analyse bactériologique doit débiter dans un délai maximal de 8 heures, après le recueil de l'échantillon. Si exceptionnellement l'analyse doit être reportée, il faut entreposer les échantillons à 4 °C **(Rodier et al., 2009)**.



**Figure 02:**La glacière utilisée pour le transport des échantillons au laboratoire.

## 2. Matériels

Ce travail a été réalisé au niveau de laboratoire de la microbiologie et de chimie au sein de l'ADE de la wilaya Khenchela

Pour la réalisation de notre travail, nous avons utilisées les matériels suivants

Tableau 01 :Les matériels et les réactifs utilisés

Matériels		Réactive utilisée	
Au terrain	Au laboratoire	Pour l'analyse physicochimique	Pour l'analyse bactériologique
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Des bouteilles de 1,5 litre bien nettoyés</li> <li>• Des flacons de verre à 250 ml stérilisés</li> <li>• Appareil photo numérique</li> <li>• Thermomètre</li> <li>• Glacier</li> <li>• Pompe d'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bêchers de différent volume</li> <li>• Tube à essai</li> <li>• Les éprouvettes</li> <li>• Etuve universelle d'séchage</li> <li>• Etuve universelle d'incubation</li> <li>• Balance numérique</li> <li>• Spectrophotomètre UV visible</li> <li>• Réfrigérateur</li> <li>• Turbidimètre</li> <li>• Conductivité mètre</li> <li>• PH mètre</li> <li>• Boite de pétri</li> <li>• Pipettes multi volume</li> <li>• Pipettes de pasteur</li> <li>• Bec benzène</li> <li>• Spatule</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'eau distillée</li> <li>• EDTA</li> <li>• Acide chlorhydrique (HCL)</li> <li>• Solution de méthyle orange</li> <li>• NaOH</li> <li>• HSN</li> <li>• K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub></li> <li>• AgNO<sub>3</sub></li> <li>• Acide ascorbique</li> <li>• Silicate de sodium</li> <li>• Nitrate de potassium</li> <li>• Solution mixte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Milieu BCPL D/C</li> <li>• Milieu BCPL S/C</li> <li>• Réactive de Kowacs</li> <li>• Milieu ROTHE D/C</li> <li>• Milieu ROTHE S/C</li> <li>• Milieu gélose</li> <li>• Milieu Chapman</li> </ul>

### 3. Méthodes d'analyses

Les analyses physico-chimiques ont concerné la température, le pH, la conductivité électrique (CE), la turbidité, l'oxygène dissous, les matières en suspension (MES), la dureté totale, le calcium, le magnésium, les chlorures et les nitrites.

L'analyse bactériologique a pour but de mettre en évidence la présence des germes, basés sur la recherche et la numération de celles ci dans les échantillons à analyser. Les germes recherchés sont : les Germes totaux, les Coliformes totaux et l'identification d'*Escherichia coli*, la recherche et le dénombrement des *Streptocoques fécaux*, la recherche et le dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteurs*.(AYAD.,2017)

#### 3.1. Analyses physiques

##### 3.1.1 Test de chlore

###### ❖ Objectif

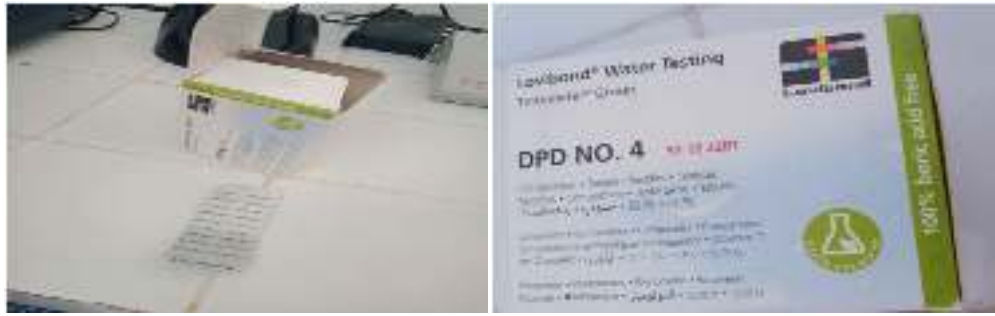
Pour avoir l'efficacité de la désinfection en s'appuyant sur les paramètres de pollution

###### ❖ Mode opératoire

- ✓ On prend un tube à essai et on le rince avec de l'eau à examiner.
- ✓ Remplir le tube avec de l'eau à analyser
- ✓ Ajouter du DPD l'apparition de la couleur rose veut dire qu'il y a une présence du chlore.
- ✓ Placer le tube dans le colorimètre (comparateur).
- ✓ Estimer la concentration du chlore selon le degré de coloration (chaque couleur correspond à une certaine concentration).(Laboratoire de l'ADE 2022)



**Figure 03** : Appareil et matériel pour le test de Chlore.



**Figure 04:** Comprimés DPD 1, DPD4

### 3.1.2 Le pH

#### ❖ Principe

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (Calomel-KCl saturé). Plongeant dans une même solution, est une fonction linéaire du pH de celle-ci. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions  $H^+$ .

#### ❖ Appareil PH Mètre



**Figure 05 :** Appareil de pH Mètre

#### ❖ Mode opératoire

- ✓ 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. (RODIER)(Laboratoire de l'ADE 2022)



**Figure 06** : Les étapes de mesure le PH

### 3.1.3 La température

La détermination de la température est faite au laboratoire à l'aide d'un thermomètre incorporé à l'oxymètre étalonné avant chaque manipulation. On lit directement la température exprimée en degré Celsius (c°). **(Laboratoire de l'ADE 2022)**

### 3.1.4 La conductivité électrique

#### ❖ Principe

La conductivité électrique d'une eau est une mesure du courant électrique conduit par les ions présents dans l'eau, elle dépend de la concentration, nature des ions, de la température et la viscosité de la solution, l'unité de la conductivité électrique est le siemens par mètre (s/m) mais elle est généralement exprimée en micro-siemens par centimètre ( $\mu\text{s}/\text{m}$ ).

#### ❖ Mode opératoire

- ✓ 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.
- ✓ 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. **(ISO N° 7888)(Laboratoire de l'ADE 2022)**



**Figure07:** Appareil de conductimètre

### 3.1.5 La turbidité

#### ❖ Principe

Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection de matières non dissoute, absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée.

#### ❖ Mode opératoire

- ✓ Etalonner l'appareil à 0 avant l'utilisation.
- ✓ Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé.
- ✓ Placer la cuvette dans le turbidimètre.
- ✓ Effectuer rapidement la mesure.
- ✓ Il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure(NF T 90-033

**Ou ISO 7027) (Laboratoire de l'ADE 2022)**



**Figure 08 :** Turbidimètre et la Cuve

### 3.1.6 L'oxygène dissous

### ❖ Principe

La méthode utilisée pour le dosage de l'oxygène dissous est électrochimique. La réduction de l'oxygène, au niveau d'une cathode convenable, engendre un courant proportionnel à la pression partielle d'oxygène dans la solution. L'appareil de mesure utilisée est l'oxymètre.

### ❖ Mode opératoire

On effectue le dosage directement en plongeant les électrodes dans l'eau à analyser. Comme toute méthode instrumentale, le résultat est étroitement lié au mode opératoire et il est nécessaire de se reporter à la notice d'utilisation de l'appareil utilisé.

La mesure étant basée sur une réduction de l'oxygène qui traverse la membrane, il conviendra en particulier de procéder à une agitation douce et régulière pendant la mesure, pour éviter l'épuisement de l'oxygène au voisinage de la membrane qui conduirait à une mesure erronée. La concentration en oxygène dissous, à la température de mesure, est exprimée en mg.L-1 (**Rodier et al., 2009**)

#### 3.1.7 Résidu sec

### ❖ Principe

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau. La détermination du résidu sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau. C'est le résidu total si l'eau est filtrée préalablement à la mesure le résidu correspond alors aux matières dissoutes.

### ❖ Mode opératoire

- ✓ Tarer une capsule préalablement lavée et rincée à l'eau distillée et desséchée
- ✓ Prélever 100 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée et déverser le dans la capsule
- ✓ Porter cette dernière à l'étuve pendant
- ✓ Laisser refroidir pendant un 1/4 d'heure au dessiccateur
- ✓ Peser immédiatement et rapidement. (**RODIER**)(**Laboratoire de l'ADE 2022**)



**Figure 09** : Expression des résultats de Résidu sec

### 3.1.8 Matières en suspension

#### ❖ Principe

La détermination des matières en suspension dans l'eau s'effectue par filtration ou par centrifugation. Le filtrat d'un échantillon est évaporé dans une capsule préalablement pesée. Lorsque l'évaporation est terminée, le résidu est séché à 105°C et pesé de nouveau. Le poids des oli des dissous est obtenu par différence des poids. La quantité de solides dissous volatils est obtenue par la différence entre le poids du résidu calciné à 550°C et celui séché à 105°C(Rodier.2009).

#### ❖ Mode opératoire

- ✓ Peser une capsule P1 conditionnée à l'aide d'une balance analytique.
- ✓ Décantation de l'échantillon.
- ✓ Prélever à l'aide d'un cylindre gradué 100ml de l'échantillon homogène aqueux et verser dans le tube à centrifuger.
- ✓ Centrifugation le volume d'eau à 4000 tr/min pendant 10min.
- ✓ Verser le culot de matière dans la capsule préalablement pesée.
- ✓ Rincer le tube à centrifuger avec 2 portions de 10 ml d'eau et transférer dans la capsule.

$$(P2-P1) \times 1000/V$$

- ✓ Transférer la nuit la capsule dans une étuve à 105°C pendant la nuit. Le lendemain, laissé refroidir la capsule et peser la capsule P2.
- ✓ Chauffer pendant un minimum de 2 heures la capsule dans le four à moufle à 550°C. Laisser refroidir la capsule puis peser la capsule P3.
- ✓ bien nettoyer l'extérieur de la couve et mesurer(Laboratoire de l'ADE 2022)

## 3.2 Les Analyses chimiques

### 3.2.1 Le calcium

#### ❖ Principe

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d'EDTA (éthylène diamine tétraacétyle) à PH compris entre 12-13.

Ce dosage se fait en présence de MUREXIDE, l'E.D.T.A réagit tout d'abord avec les ions de calcium libres, puis avec les ions calcium combiné avec l'indicateur vire alors de la couleur rouge à la couleur violette.

❖ **Mode opératoire**

- ✓ prendre 50 ml de l'échantillon dans un Erlenmeyer de 100 ml.
- ✓ Ajouter 2 ml de Na OH à 2 N.
- ✓ Ajouter du Murexide
- ✓ (0,2g) puis mélangé
- ✓ Titrer immédiatement avec l'E.D.T.A (verser lentement) jusqu'au virage violet.

**(Rodier 8<sup>ème</sup> ED 2005)(Laboratoire de l'ADE 2022)**



**Figure 10** : Expression des résultats de calcium

### 3.2.2 Le potassium

❖ **Mode opératoire**

- ✓ Pipette (5 ml) solution
- ✓ Pipette (1 ml) d'échantillon
- ✓ Fermer la cuve et mélanger le contenu en la retrouvons plusieurs fois de suite
- ✓ Attendre (5 min) mélanger nouveau bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer **(Laboratoire de l'ADE 20022)**

### 3.2.3 Les Chlorures

❖ **Principe**

Les Chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de Nitrate d'Argent en présence de Chromate de Potassium. La fin de réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du Chromate d'Argent.

❖ **Mode opératoire**

**❖ 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.

**❖ L'échantillon**

- ✓ Prendre 100 ml d'eau à analyser.
- ✓ Ajouter 1 ml de chromate de potassium  $K_2CrO_4$  (coloration jaunâtre).
- ✓ Titrer avec nitrate d'argent  $AgNO_3$  à 0,02N jusqu' à coloration brun rougeâtre.
- ✓ près addition d'une goutte de la solution  $NaCl$ .
- ✓ Cette coloration soit disparaître. (**Méthode de MOHR**)(Laboratoire de L'ADE 2022)



**Figure 11:** Expression des résultats de chlorure

**3.2.4 Les Sulfates****❖ Principe**

Les ions Sulfates  $SO_4^{2-}$  sont précipités et passés à l'état de Sulfates de Baryum en présence de  $BaCl_2$

**❖ Mode opératoire**

- ✓ 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 (**Méthode Allemande (Mr. KERN)**) (Laboratoire de l'ADE 2022)



**Figure 12** : Expression des résultats de sulfate.

### 3.3 Paramètre de pollution

#### 3.3.1 Phosphates

##### ❖ Principe

Formation en milieu acide d'un complexe avec le Molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de Potassium. Réduction par l'acide ascorbique que en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 800 nm.

##### ❖ Mode opératoire

- ✓ Prendre 40 ml d'eau à analyser
- ✓ Ajouter 1 ml d'Acide Ascorbique
- ✓ Ajouter 2 ml du réactif mixte
- ✓ Attendre 10 mn le développement de la couleur (**ISO N° 6878**)(**Laboratoire de l'ADE 2022**)



**Figure 13**: Expression des résultats de Phosphate

#### 3.3.2 Nitrites

##### ❖ Principe

La diazotation de la sulfanilamide en milieu acide et sa copulation avec la le N(Naphtyle) éthylène diamine donne un complexe coloré pourpre susceptible d'un dosage colorimétrique.

##### ❖ Mode opératoire

- ✓ Prendre 50 ml d'eau à analyser
- ✓ Ajouter 1 ml d réactif mixte.

- ✓ L'apparition de la coloration rose indique la présence des  $\text{NO}_2^-$ .
- ✓ Faire la mesure **(RODIER 84) (Laboratoire de l'ADE 2022)**



**Figure 14** : Expression des résultats de nitrite

### 3.3.3 Nitrates

#### ❖ Principe

En présence de Salicylate de Sodium, les Nitrates donnent du Paranitrosionate de Sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

#### ❖ Mode opératoire

- ✓ 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  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pur laissé reposer 10 mn.
- ✓ Ajouter 15 ml d'eau distillée
- ✓ Ajouter 15 ml de Tartrate double de Sodium et de Potassium. **(RODIER 71)(Laboratoire de l'ADE 2022)**



Figure 15 : Expression des résultats de Nitrate

### 3.3.4 L'ammonium

#### ❖ Principe

Mesure spectrophotométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et Hypochlorite en présence de Nitroprussiate de Sodium.

#### ❖ Mode opératoire

- ✓ Prendre 40 ml d'eau à analyser
- ✓ Ajouter 4 ml d réactif I
- ✓ Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec l'eau distillée et attendre 1 h.
- ✓ L'apparition de la coloration verdâtre vers bleuâtre indique la présence de :  $\text{NH}_4^+$  (ISO 7150) (Laboratoire de l'ADE 2022)



Figure 16 : Expression des résultats d'azote Ammoniacal

## 3.4 Les analyses bactériologiques

### 3.4.1 Dénombrement des germes totaux

#### ❖ Principe

Elle consiste en une estimation du nombre total des germes présents dans l'eau.

#### ❖ Mode opératoire

##### ➤ Préparation des dilutions décimales

Dilution au 1/10

- ✓ Dans un tube à essai contenant 9ml d'eau distillée stérile (ou de l'eau physiologique à 0.9%) ajouter 1ml d'eau à analyser. Agiter pour homogénéiser.

#### Dilutions suivantes

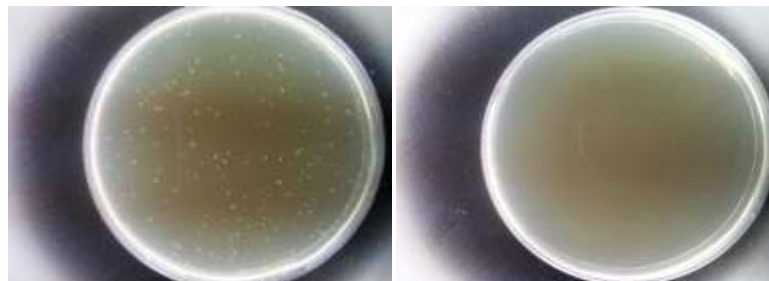
- ✓ Toujours de la même manière 1/1000. C'est-à-dire que l'on place 1ml de la solution précédente dans 9ml d'eau distillée. 9ml d'eau distillée. On obtient ainsi une nouvelle dilution.
- ✓ Le choix du nombre de dilution dépend de la nature et de la richesse microbienne de l'eau. pour une eau de consommation. On peut se contenter des dilutions 1/10 et 1/100.

#### ➤ **Incorporation à la gélose et incubation**

- ✓ Deux boîtes de pétri d'un diamètre de 90mm.reçoivent chacune 1ml d'eau à analyser. Deux autres 1ml de la dilution 1/10. D'autres séries de deux reçoivent éventuellement 1ml des dilutions suivantes.
- ✓ Marquer sur chacune des boîtes de pétri le numéro d'enregistrement de l'eau à analyser.la température d'incubation et la dilution.
- ✓ Faire fendre la gélose (TGEA) lorsqu'elle est refroidie à 45° C. la couler aseptiquement dans les boîtes de pétri contenant les inocules.
- ✓ Agiter doucement par un mouvement circulaire pour assurer un mélange homogène de l'eau avec la gélose sans faire des bulles. Laisser refroidir sur un plan parfaitement horizontal.
- ✓ Incuber une boîte de chaque dilution à 37°C et l'autre boîte à 22°C.**(O.M.S)**  
**(Laboratoire de l'ADE 2022)**

#### ❖ **Expression des résultats**

Le résultat est donné en nombre de germes par ml



Présence de germes à 22°C absence de germes à 22°C

**Figure 17** : Résultats d'apparitions des germes à 22 °C.



Présence de germes à 37°C absence de germes à 37°C

**Figure 18:**Résultats d'apparition des germes à 37 °C.

#### ❖ Expression des résultats

Le résultat est donné en nombre de germes par ml

### 3.4.2 Dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux

#### ❖ Principe

La colimétrie consiste à dénombrer les germes coliformes et parmi eux Escherichia Coli dont seule l'origine fécale est certaine.

Elle comporte deux temps

- La recherche présomptive
- La recherche confirmative

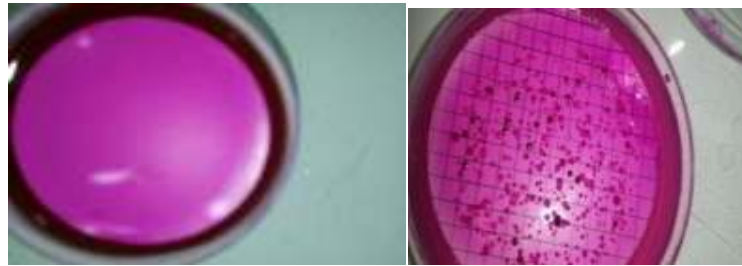
#### ❖ Mode opératoire

##### ➤ Recherche des coliformes totaux : Test présomptif

Le dénombrement est effectué en utilisant le bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol. Tous les tubes sont munis de cloches de Durham pour déceler le dégagement éventuel de gaz dans le milieu.

#### On ensemence

- ✓ 1 Flacon de 50 ml de bouillon BCPL à double concentration avec 50 ml d'eau.
- ✓ 5 tubes de 10 ml de bouillon BCPL à double concentration avec 10 ml d'eau.
- ✓ 5 tubes de 10 ml de bouillon BCPL à simple concentration avec 1 ml d'eau.
- ✓ L'incubation se fait à 37°C
- ✓ La lecture se fait 48h après l'incubation



Absence des Coliformes

Présence des Coliformes

**Figure 19** : Résultats d'analyse sur les Coliformes totaux (absence et présence).

➤ **Recherche des coliformes fécaux : Test confirmatif**

- ✓ A partir de chaque tube de BCPL, positif pour la recherche des coliformes, ensemercer 2 à 3 gouttes dans un tube de Schubert muni d'une cloche de Durham. Incuber à 44°C.
- ✓ Après 24h d'incubation, tous les tubes présentant une culture du gaz dans la cloche et une réaction indole positif (anneau rouge en surface après addition de quelques gouttes de réactif de KOVACS sont considérés comme positifs .c'est à dire comme contenant des coliformes fécaux.
- ✓ On note le nombre de tubes positifs dans chaque série et on se reporte au tableau NPP pour obtenir le nombre de coliformes fécaux présents dans 100ml d'eau. **(O.M.S)**  
**(Laboratoire de l'ADE 2022)**

❖ **Expression des résultats**

Le résultat est donné en nombre de germes par 100ml.

### 3.4.3Dénombrement des Streptocoques fécaux

❖ **Principe**

La recherche et le dénombrement des streptocoques fécaux se fait par deux tests : le test présomptif sur le milieu de Rothe et le test confirmatif sur le milieu Eva Litsky.

❖ **Mode opératoire**

➤ **Test présomptif**

Le test Présomptif est effectué sur le milieu de Rothe.

L'ensemencement du milieu de Rothe se fait selon la méthode du nombre le plus probable.

On ensemence

- ✓ 1 flacon de 50 ml de milieu de Rothe double concentration avec 50 ml d'eau.

- ✓ 5 tubes de 10 ml de milieu de Rothe double concentration avec 10 ml d'eau.
- ✓ 5 tubes de 10 ml de milieu de Rothe simple concentration avec 1 ml d'eau.
- ✓ Incubation à 37 °C.
- ✓ La lecture se fait après 48h. Tous les tubes présentant un trouble sont retenus et confirmés

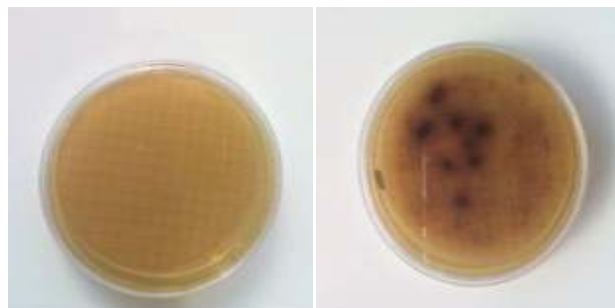
➤ **Test de confirmation**

La confirmation est réalisée sur milieu de Litsky.

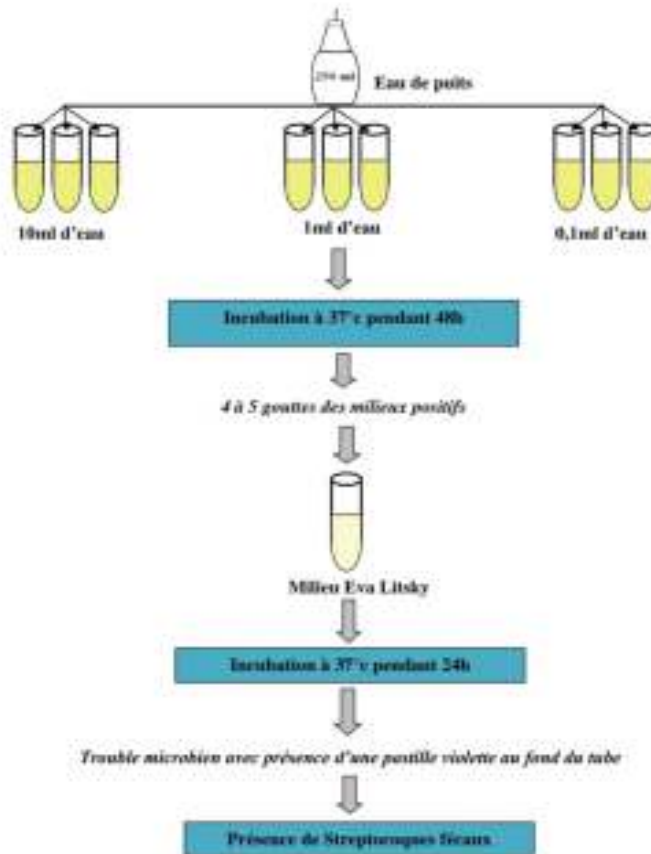
- ✓ Quelques gouttes sont prélevées du milieu de Rothe
- ✓ Et ensemencées dans le milieu de Litsky, puis incubées à 37°C.
- ✓ La lecture se fait après 24h. Les tubes présentant un trouble et ou l'apparition d'une pastille violette au fond du tube traduisent la présence de Streptocoques fécaux.
- ✓ On note le nombre des tubes positifs dans chaque série et on se reporte au tableau NPP pour obtenir le nombre de Streptocoques fécaux présents dans 100ml d'eau. **(O.M.S)**  
**(Laboratoire de l'ADE 2022)**

❖ **Expression des résultats**

Le résultat est donné en nombre de germes par 100ml.



**Figure20:** Résultats d'analyse sur les streptocoques (absence et présence)



**Figure 21:** Protocole expérimental de recherche et de dénombrement des Streptocoques fécaux.(AYAD., 2017)

### 3.4.4 Dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs

#### ❖ Principe

Après la destruction des formes végétatives par chauffage à 80°C, l'échantillon est incorporé dans un milieu fondu additionné de sulfite de sodium et d'alun de fer. Après solidification et incubation, la présence de germes sulfito- réducteurs se traduit par un halo noir de sulfure de fer autour des colonies.(ZOUAG et BELHADJ.,2017)

#### ❖ Mode opératoire

- ✓ On introduit dans 4 tubes à essai 20ml d'eau à analyser (5 ml dans chaquetube).
- ✓ On place les tubes dans un bain marie à 80°C pendant 5 minutes.
- ✓ On refroidit à 45°C, on ajoute 2 gouttes d'alun de fer et quatre gouttes dessulfites de sodium puis on remplit les 4 tubes avec 15 ml de gélose viandefoie.

- ✓ On incube à 37 °C et on procède à une première lecture après 24h, une deuxième après 48h.
- ✓ Les Clostridium sulfito-réducteurs réduisent le sulfite de sodium produisant des colonies entourées d'un halo noir dû à la formation de sulfure de fer. (ZOUAG et BELHADJ., 2017)

❖ **Expression des résultats**

On exprime les résultats en nombre de germes par millilitre. (ZOUAG et BELHADJ., 2017)



Présence de Clostridium

Absence de Clostridium

**Figure 22:** Résultats d'analyse sur les Clostridium (Exemple de la présence et d'absence)

*Chapitre IV*  
*Etude hydro-climatique*

### Introduction

Etymologiquement, le terme climat vient du grec (*Klima*) qui fait référence à l'inclinaison du rayonnement solaire sur la surface de la terre (FOUCAULT., 2009).

Aujourd'hui ce terme désigne la série de succession des états de l'atmosphère sur une longue période de temps, au moins 25 à une trentaine d'années, en un domaine spatial déterminé (GODARD et TABEAUD., 2006) (LEVEQUE., 2001) In (CHAIR et Tadoulat., 2017)

Le climat désigne généralement le « temps moyen »; il s'agit plus précisément d'une description statistique en fonction de la moyenne et de la variabilité de grandeurs pertinentes sur des périodes variant de quelques mois à des milliers, voire à des millions d'années (DUMAS.,*al.*, 2005).

La détermination du climat est effectuée à l'aide des moyennes établies à partir des mesures annuelles et mensuelles sur des données atmosphériques locales : température, pression atmosphérique, précipitations, ensoleillement, humidité, vitesse du vent, sont également pris en compte leur récurrence ainsi que les phénomènes exceptionnels (PAGNEY., 1993 In CHAIR et TADOULAT., 2017)

La climatologie constitue un facteur important pour la connaissance du devenir des précipitations. Elle repose sur l'interprétation des données, des paramètres climatiques mesurés durant une période bien définie permettant ainsi d'estimer les différentes composantes du bilan hydrique.

Ce dernier est nécessaire pour comprendre le fonctionnement d'un système hydraulique de surface, impliquant la connaissance des paramètres suivants : (Les précipitations, la température, l'évapotranspiration, l'infiltration et le ruissellement), qui conditionnent ce bilan. (OUNASSI et SALHI., 2021)

#### ❖ Aperçu sur le climat de l'Algérie

Selon l'ANRH, le climat de l'Algérie est de type méditerranéen caractérisé par une période pluvieuse allant en moyenne de Septembre à Mai et un été sec et ensoleillé. L'Atlas tellien joue le rôle d'un rempart qui provoque la condensation et les précipitations d'une partie de la vapeur d'eau amenée par les vents soufflant de la mer. (BELLA., 2019)

❖ **Aperçu sur le climat de Timgad, Koudiet L'amdouer**

Le Climat de la ville de Batna est de type semi-aride avec quatre saisons distinctes. Durant l'hiver la température descend en dessous de zéro la nuit avec souvent des gelées (présence de verglas sur les chaussées). (Anonyme)

**Tableau 01** : Les coordonnées de la région de Batna

Latitude	Longitude	Cordonnées GPS	Cordonnées UTM
35 .55	6.166667	35° 32' 60"N6°10' 0.001"E	Zone 32S E : 243161.4 N : 3937732 .76

## 1. Caractéristique climatologique

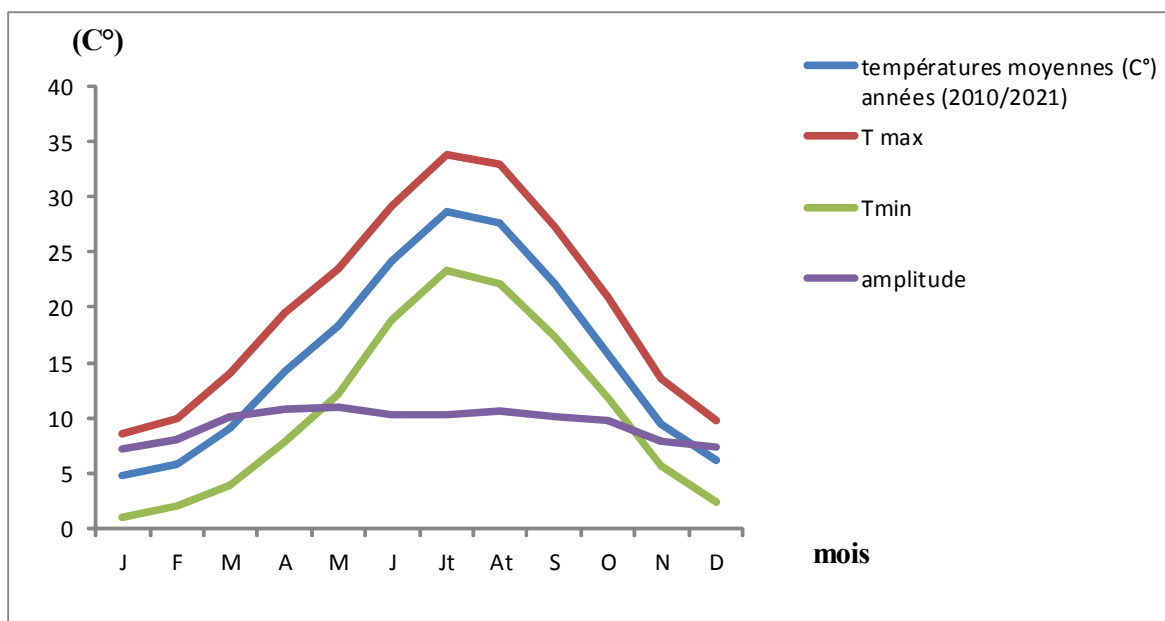
### 1.1 Températures

La température a une action majeure sur le fonctionnement et la multiplication des êtres vivants et comme elle varie selon un schéma géographique net, les espèces animales et végétales se distribuent selon des aires de répartition souvent définissables à partir des isothermes.(BARBAULT., 2000).

La température est l'un des éléments importants pour la caractérisation du climat (RAMADE., 1984 DAJOZ., 1985 In BOUKAB., 2015)

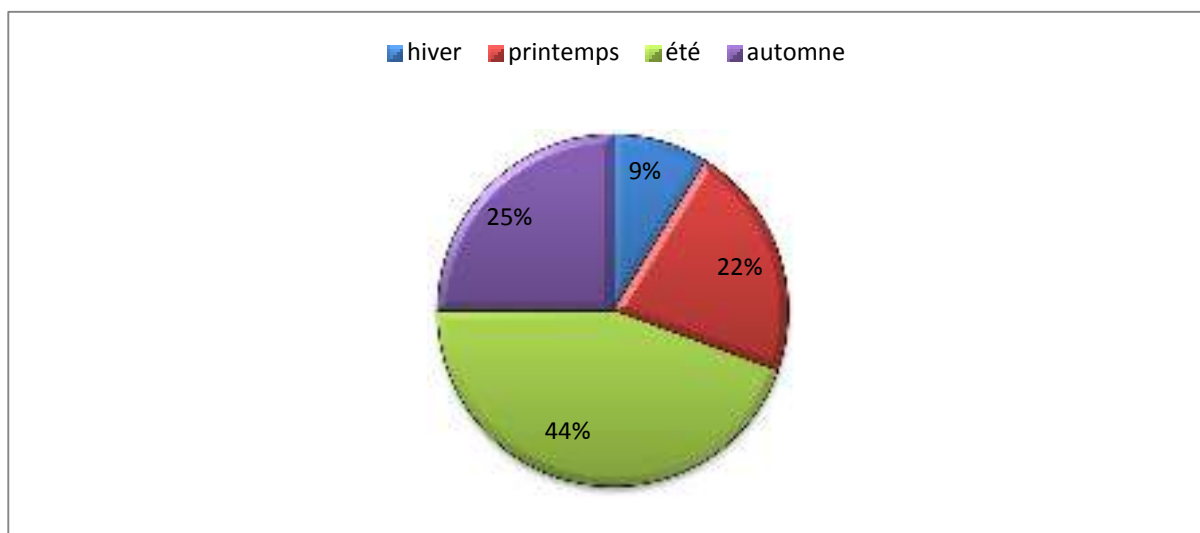
Parmi les variantes thermiques, les moyennes des températures minimales du mois le plus froid «m» et les températures maximales du mois le plus chaud «M» sont considérées comme déterminantes et limitantes pour la vie et la répartition des végétaux. (CHELANE., 2017)

Les données climatiques concernant la température moyenne caractérisant la région de Koudiat Lamdaouar durant les périodes Janvier - 2010 et décembre - 2021 représentant la période de notre étude, sont montrés dans le diagramme en bas :



**Figure 01 :** Variation moyenne mensuelle de la température de la zone de Batna, Timgad, Koudiat L'Medaouar (2010-2021)

On analysant les données de la période janvier 2010 et décembre 2021, on remarque que le mois de janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne mensuelle de 4.83 C°, alors que le mois d'Aout est le mois le plus chaud avec une température moyenne mensuelle 32,12 C°.



**Figure 02 :** La répartition de la température saisonnière en pourcentage % (2010-2021) de la région de Batna

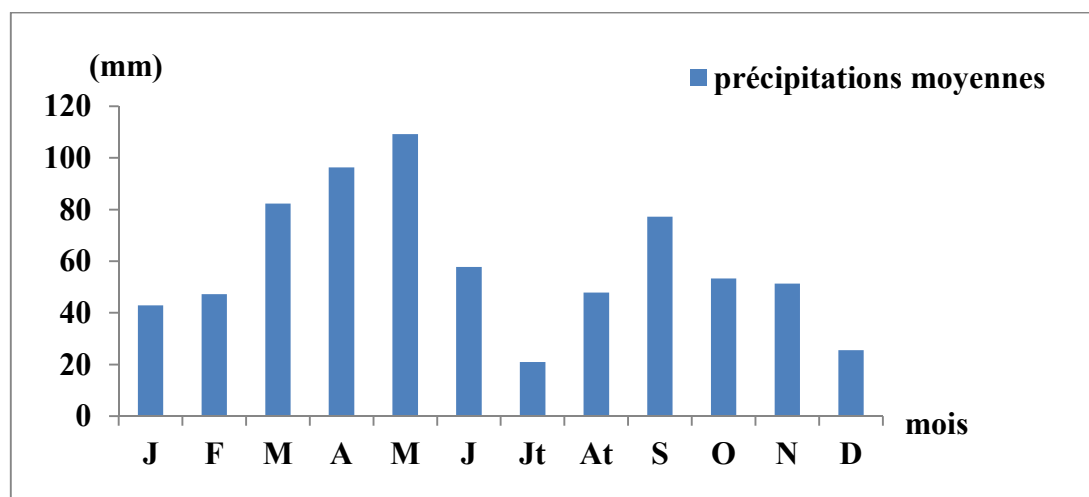
La moyenne de la température saisonnière, on remarque que, la saison la plus froide est l'hiver (décembre, janvier, février), avec une température saisonnière 5.63C°, et la saison la plus chaude est l'été (juin, juillet, aout), avec une moyenne de 28.33C°

## 1.2 Précipitation

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 In LABED ., 2014).

Les précipitations connaissent de grandes fluctuations d'un mois à un autre et d'une année à une autre. Notre région connaît une plus grande concentration des précipitations au cours des périodes printanières et automnales (BOUKABA., 2015).



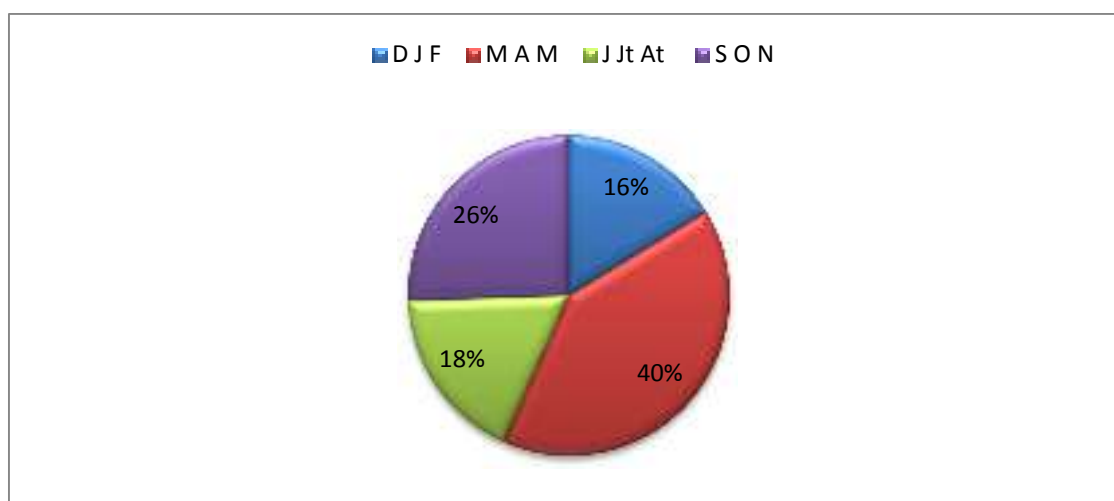
**Figure 03 :** Diagramme des précipitations moyennes mensuelles de la période (2010-2021) de la région de Koudiet L'amdouer

Les précipitations connaissent de grandes fluctuations d'un mois à un autre et d'une année à une autre.

On remarque que le diagramme montre que les précipitations moyennes mensuelles de la période (2010-2021) sont de 477,3 MM.

D'après le diagramme ci dessus, on observe que le moi le plus pluvieux est Mai avec une moyenne mensuelle de 56,12 MM.

Par contre le mois de juillet est le mois le plus sec avec une moyenne mensuelle environ 21 mm



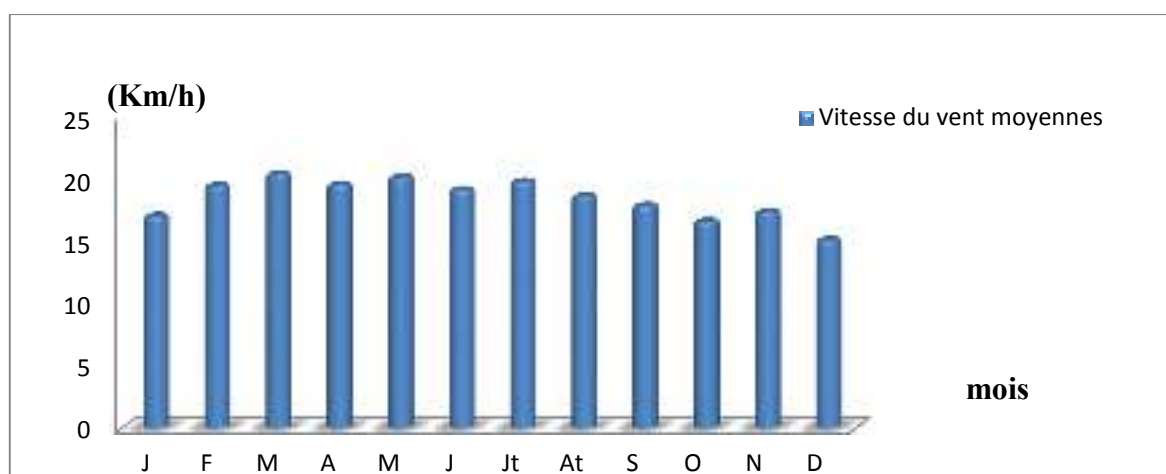
**Figure 04 :** La répartition de la précipitation saisonnière en pourcentage% (2010-2021) de la région de Koudiet L'amdouer

Par rapport à les précipitations, on analysant les moyennes saisonnières, on a obtenu que, la saison la plus sèche est l'hiver avec un pourcentage de 16%, et la saison humide est l'automne avec un pourcentage de 40%.

### 1.3 Les vents

Les vents qui soufflent dans la région sont faibles à modérés, avec comme vents dominants ceux du Nord-Est pendant la saison estivale et ceux du Sud-ouest pendant le reste de l'année. (**Anonyme**).

La zone d'étude est caractérisée par plusieurs types de vents connaissant d'importantes fluctuations mensuelles. Cette région est surtout connue par l'action du Sirocco, vent du sud chaud et desséchant qui sévit principalement en été. (**BOUKABA., 2015**).

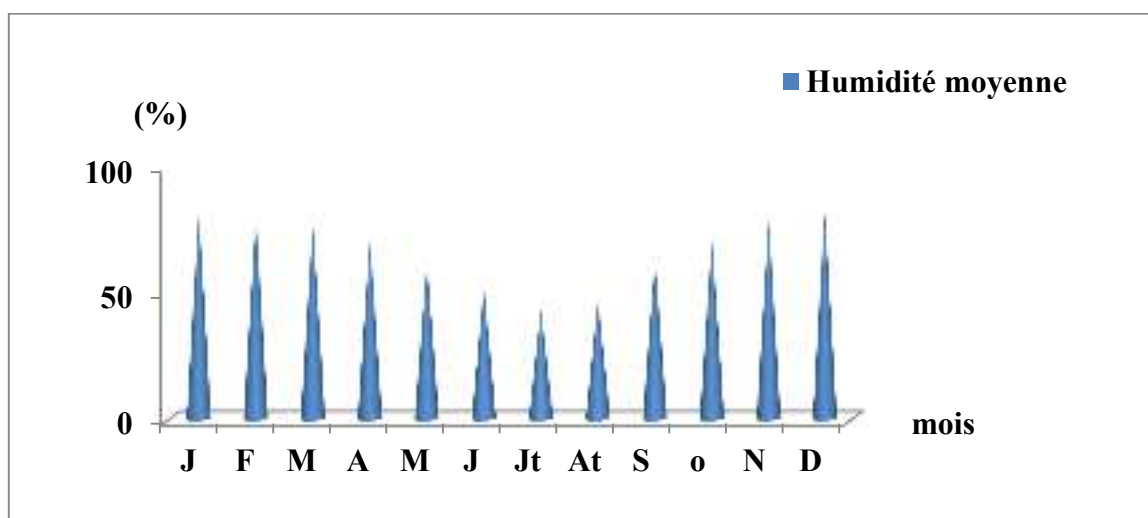


**Figure 05 :** Diagramme des moyennes des vitesses maximales instantanées des vents de la période (2010-2021) de la région de Koudiet L'amdouer

La vitesse moyenne annuelle de vents dans la région Batna est de 3,31 m/s, avec un maximum vitesse de vent dans le mois de juillet avec une vitesse de 19.66 Km/h, et une vitesse moyenne minimal de 15Km/h marquée dans le mois de décembre.

#### 1.4 L'humidité relative

L'humidité relative de l'air est la proportion de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère par rapport à la qualité maximale qui peut être fixée à une température considérée (AYAD., 2017).



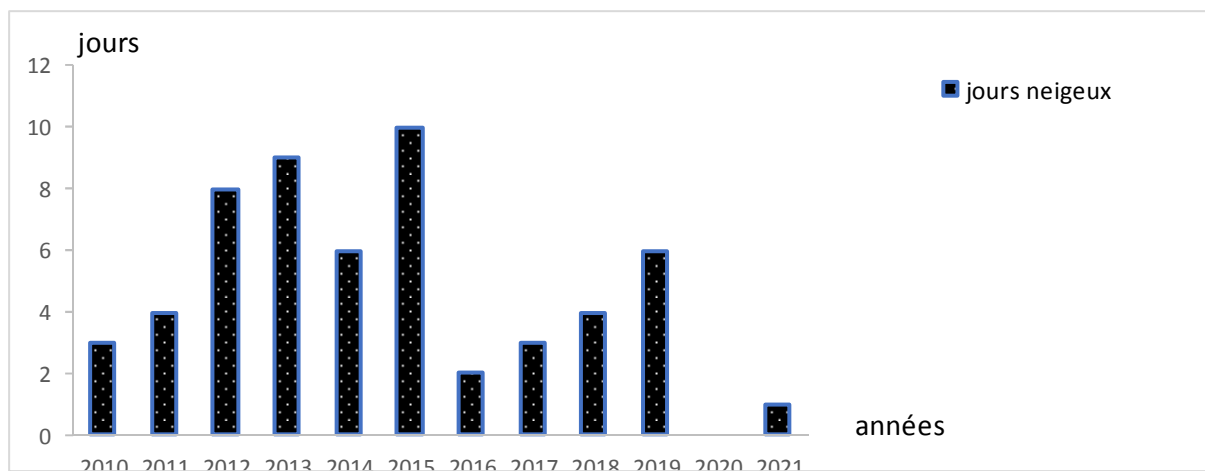
**Figure 06 :** Diagramme des moyennes mensuelles d'humidité de la période (2010-2021) de Koudiet L'amdouer.

Le diagramme montre que les valeurs les plus élevées sont enregistrées durant la période **hivernale**, correspondant notamment aux mois de janvier, février, mars, octobre, novembre et décembre et qui peut aller jusqu'à 81.66 %.

La sécheresse de l'air s'établit en **été**, surtout au cours des mois de juin, juillet et août ou son pourcentage ne dépasse pas 46.83 %.

#### 1.5 La neige

La neige est une précipitation de cristaux de glace transparents qui tombent des nuages en flocons blancs et légers (HAMECHA et MEZIANI., 2009)



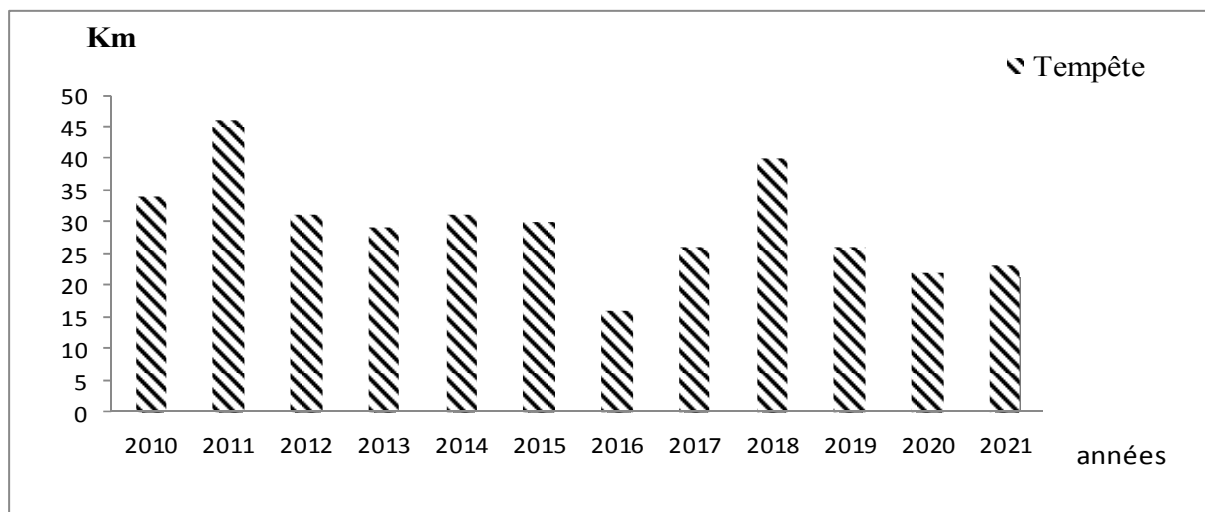
**Figure 07 :** Diagramme des moyennes annuelles des nombres de jours de neige de la période (2008 -2021) de la région de Kou diet L'amdouer

A partir de la figure, on remarque l'enneigement est marqué dans l'année de 2015 avec 10 jours de neige, et le minimum des jours observé dans l'année de 2020 avec 0 jour.

**1.6 Tempête**

Est un phénomène météorologique violent à large échelle dite synoptique avec un diamètre compris en général entre 200 et 1000 Km, caractérisé par des vents est des P intense

(8)

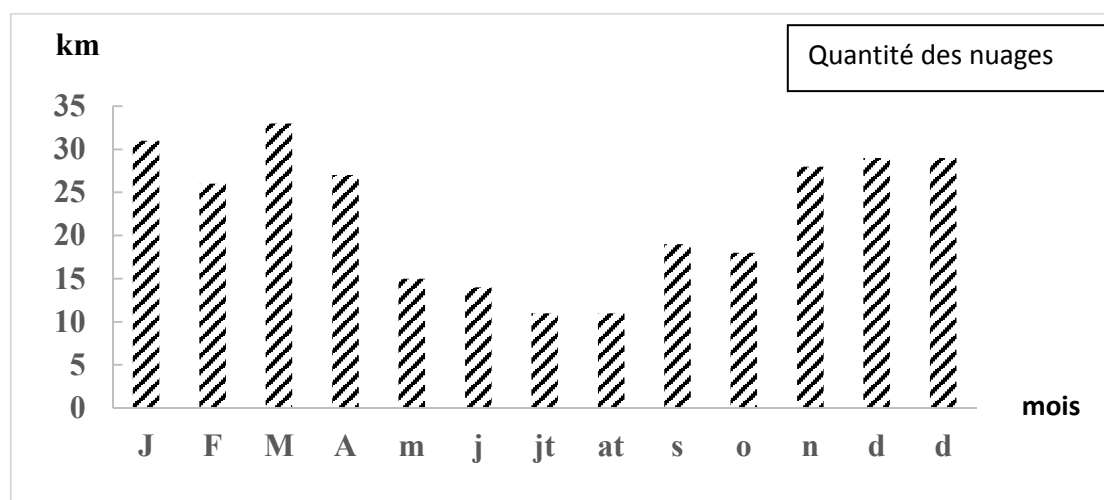


**Figure 8 :** moyenne annuelle de tempête de la période (2010-2021) de la région de Kou diet L'amdouer

A partir de la figure en haut, on remarque que l'année de 2011, est l'année qui marque la grande valeur des tempêtes avec une moyenne de 46 Km, par contre l'année de 2016 est le moins tempétueuse avec 16 de moyenne

### 1.7 Nuage

Un nuage se forme lorsque des masses d'air humides se refroidissent jusqu'à atteindre une température critique ; la vapeur d'eau condense alors sur toutes particules qui flottent dans l'air. (HAMECHA et MEZIANI., 2009)



**Figure 09 :** Diagramme des moyennes mensuelles des quantités des nuages en % de la période (2010-2021) de la région Koudiet L'amdouer

A partir de la figure, on remarque le mois le plus nuageux, est le mois d'avril avec un pourcentage maximal environ 35 % du couvert nuageuse, et le mois le moins nuageux est le mois de janvier avec un minimal de 1%

## 2. Synthèse climatique

### 2.1 Indice d'aridité. (AYAD., 2017)

Pour déterminer le type du climat nous allons utiliser la formule empirique de De MARTONE appelée indice d'aridité annuel « A » qui est fonction des **précipitations** et des **températures**.

$$I_a = P / T + 10$$

**I<sub>a</sub>** : indice d'aridité

**T** : températures moyennes annuelles (C°)

**P** : précipitations moyennes annuelles (mm).

Selon De MARTONE, si :

- $A < 5$  Le climat est hyper aride.
- $5 < A < 10$  Le climat est très sec.
- $10 < A < 20$  Le climat est sec.
- $20 < A < 30$  Le climat est tempéré.
- $A > 30$  Le climat est humide.

Pour notre zone d'étude :

$P = 477,3 \text{ mm}$

$T = 15.68^\circ\text{C}$  donc cet indice est égale à :

$$I_a = 477,3 / 15.68 + 10$$

$$I_a = 18.58$$

L'indice d'aridité est égal à **18.58** donc il entre **10** et **20**, Ce qui permet de dire que le climat est **semi-aride**

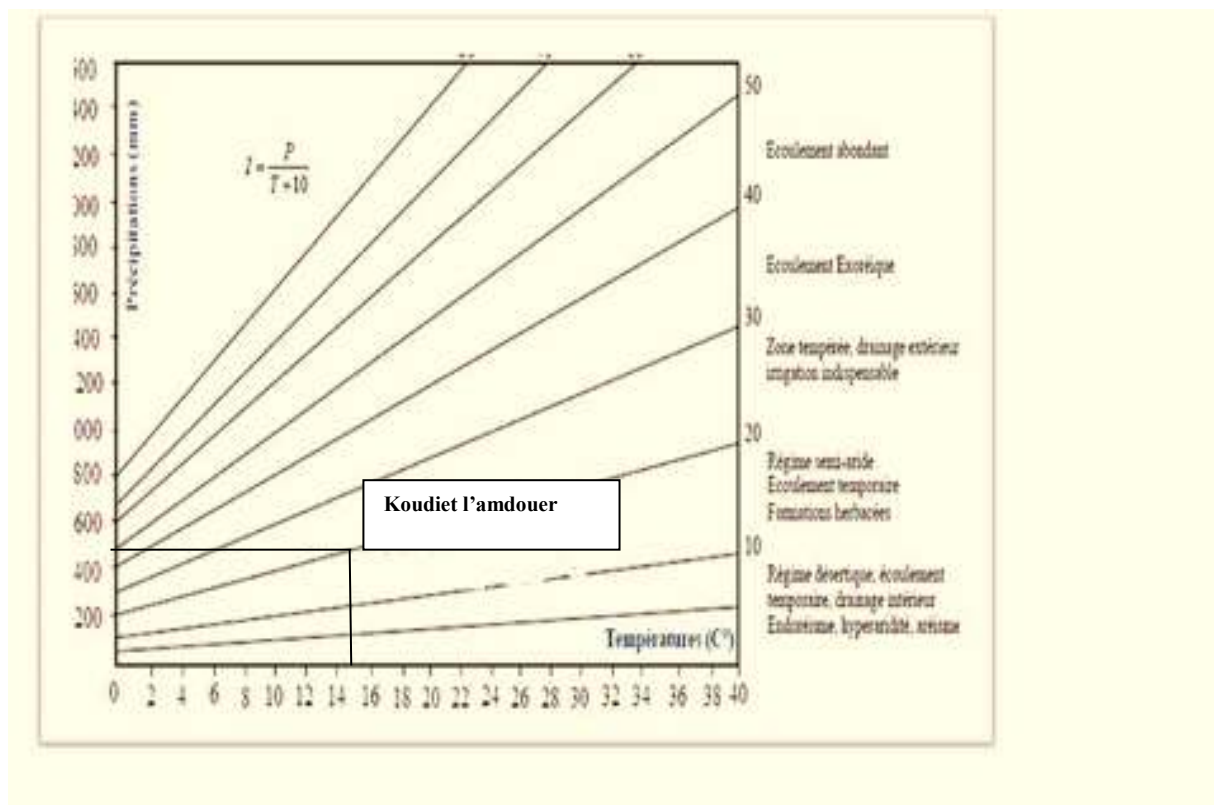


Figure 10 : L'indice d'aridité annuel de Martone.

## 2.2 Indice ombrothermique de Gausson

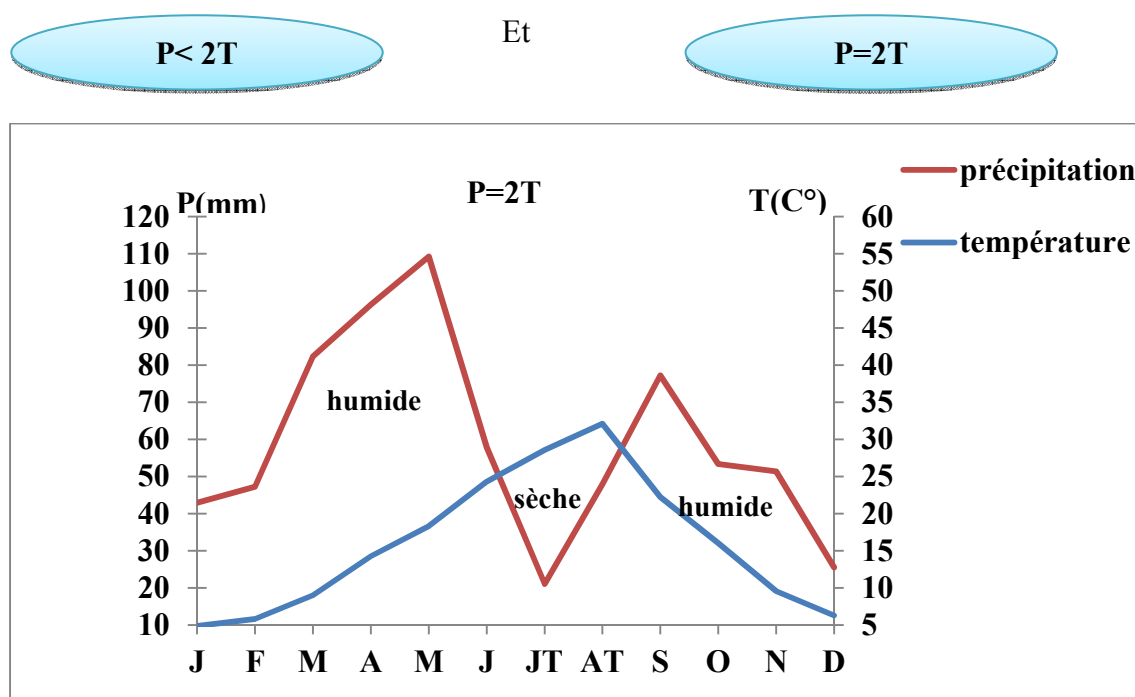
Selon le mode établi par (BAGNOULS et GAUSSEN., 1953 In REZGUI., 2016) le diagramme ombrothermique permet de dégager deux périodes l'une sèche et l'autre humide.

Ils sont construits en portant en abscisse les mois de l'année et en ordonnée la précipitation moyenne mensuelles « P » sur un axe et les températures moyennes mensuelles « T » sur le second axe, en prenant soin de doubler l'échelle des températures par rapport à celle des précipitations ( $P=2T$ ).

Un mois est considéré sec lorsque la courbe des températures ( $T^{\circ}\text{C}$ ) est supérieure à celle des précipitations ( $2T>P$ ). La partie du graphe comprise entre les deux courbes, traduit à la fois la durée et l'intensité de la sécheresse.

Le climat est sec lorsque la courbe des températures est au-dessus de celle de précipitation et humide dans le cas contraire (DREUX., 1980 In REZGUI., 2016)

Selon (BAGNOULS et GAUSSEN., 1953 In REZGUI., 2016), un mois peut être considéré sec, si le total des précipitations est inférieur ou égal au double de la température. Sa formule comme suit :



**Figure11** : Diagramme ombrothermique de Gausson et de Bagnols du barrage de Koudiet l'amadouer de la période (2010-2021) de Koudiet L'amadouer

**Dont :**

**P** : précipitation moyenne du mois (mm) ;

**T** : température moyenne du même mois ( $^{\circ}\text{C}$ ).

L'examen des diagrammes ombrothermiques de Gausson du barrage de Koudiet l'amadouer montre que, la période sèche s'étale du mois de Juin au mois d'Aout pour la période (2010-2021) donc la période sèche dure environ 7 mois.

### 2.3 Le quotient pluviothermique d'EMBERGER

Très utilisé et largement répandu maintenant dans tous les pays méditerranéens, il est le plus utilisé en Afrique du Nord, le quotient pluviométriques (**d'EMBERGER., 1952 In REZGUI., 2016**)

Il reste un outil nécessaire pour caractériser le bioclimat d'une région en zone méditerranéenne.

Ce quotient permet de visualiser la position d'une station météorologique et il est possible de délimiter l'aire bioclimatique d'une espèce voire un groupement végétal (**AYACHE., 2007 In REZGUI., 2016**)

$$\text{Ou } \begin{aligned} Q2 &= 2000 P / M^2 \cdot m^2 \\ Q2 &= 1000P / (M+m/2) (M-m) \end{aligned}$$

**P** : précipitation moyenne annuelle en (mm)

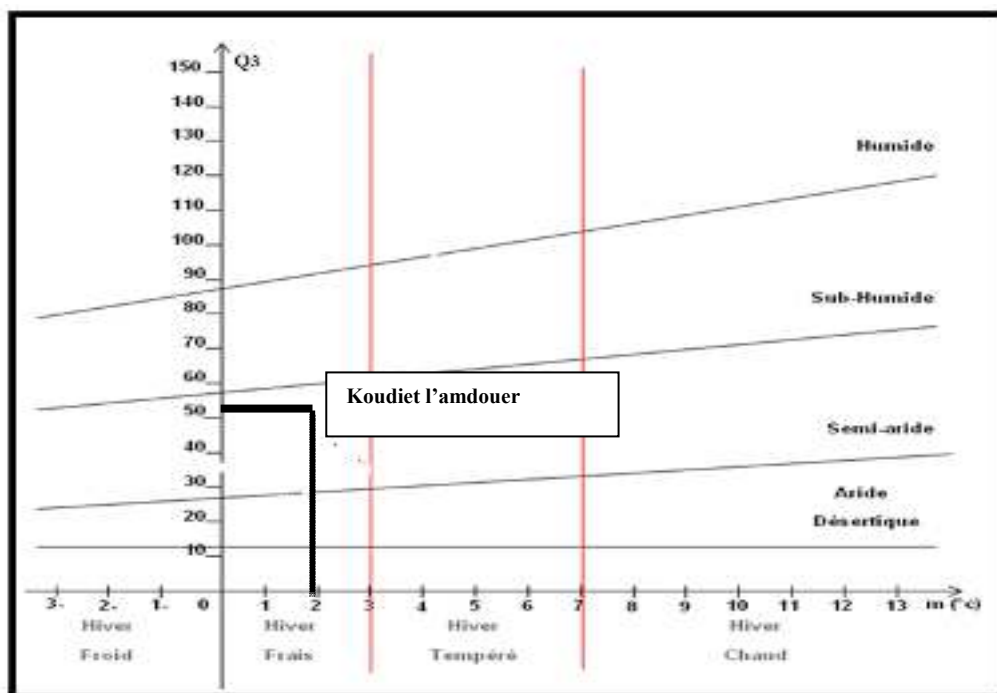
**M** : moyenne des maxima du mois le plus chaud en (C°)

**m** : moyenne des minima du mois le plus froid en (C°)

$$Q2 = 3,42 [P / (M-m)]$$

Pour notre région d'étude :

Période	m (C°)	M(C°)	P (mm)	Q2	Etage
(2010-2021)	2	33 .75	477, 3	51 .41	Semi-aride



**Figure 12 :** L'abaque de climmagramme d'EMBERGER pour la zone d'étude périodes (2010-2021)

Ces données montrent que la région d'étude est classée dans l'étage bioclimatique **semi-aride à hiver froid** et a été **chaud** pendant la période de (2010-2021)

## 2.4 Le bilan hydrique

### 2.4.1 Définition

Un bilan hydrique est le résultat chiffré de la comparaison du total des précipitations tombées dans une région et l'évapotranspiration potentielle (ETP) au niveau d'une parcelle. Le bilan hydrique permet d'apprécier la faisabilité d'une culture donnée dans une région donnée. Voir aussi bilan massique, bilan sédimentaire.

- les précipitations
- le ruissellement de surface et l'écoulement souterrain,
- l'évaporation.

Le bilan hydrique vise à déterminer la répartition des précipitations reçues par une surface (HABES., 2013).

**P** : précipitation brute moyenne mensuelle en (mm).

A partir des valeurs des pluies mensuelles et de l'évapotranspiration potentielle ETP, le calcul de bilan se fait en suivant le raisonnement suivant :

- ✚ Si :  $P \geq ETP$ ,  $ETP = ETR$  ; il y'a une quantité d'eau ( $P - ETR$ ) qui va alimenter la RFU jusqu'à son maximum pris à un seuil de 50 mm (100%).
- ✚ Si :  $P = ETP$ , les précipitations sont suffisantes pour alimenter le sol seulement
- ✚ Si :  $P < ETP$ , l'ETR est inférieure à l'ETP, il existe un déficit agricole  $Da = ETP - ETR$ ,

Ce dernier est sensiblement équivalent aux besoins en eau d'irrigation des cultures.

### 2.4.1.1 L'analyse des différents éléments du bilan

#### 2.4.1.1.1 L'évaporation

C'est le passage progressif de l'eau à l'état gazeux à partir de la surface libre d'une étendue d'eau, du sol ou d'un végétal (SELTZER., 1946 In MANSOURI., 2017).

#### 2.4.1.1.2 Evapotranspiration

Dans les études hydrogéologiques, les deux éléments principaux du bilan, évaporation et transpiration, sont réunis en un seul terme : **L'évapotranspiration.**

L'évapotranspiration ou l'évaporation totale (E.T) est l'ensemble des phénomènes d'évaporation (processus physique) et de transpiration (phénomène biologique).

Il convient de distinguer : l'évapotranspiration potentielle et évapotranspiration réelle.

L'ETP est employée lorsque la surface évaporant est convenablement alimentée en eau, par opposition à l'ETR, qui désigne l'évapotranspiration sans tenir compte de l'abondance de l'eau à la surface terrestre (DEHIMI., 2007 In MANSOURI., 2017).

#### 2.4.1.1.3 L'évapotranspiration potentielle (ETP)

C'est l'évapotranspiration d'une surface qui serait suffisamment approvisionnée en eau pour évaporer la quantité d'eau maximale permise par les conditions climatiques données.

Plusieurs formules empiriques, peu adaptées aux zones arides, permettent l'estimation de ce paramètre.

#### 2.4.1.1.4 Evapotranspiration réelle (ETR)

L'évapotranspiration réelle est la quantité d'eau évaporée effectivement par le sol, les végétaux et les surfaces d'eau libre, diverses formules empiriques ont été proposées pour son estimation

Comme l'ETP, l'ETR peut être estimée par plusieurs méthodes parmi lesquelles nous pouvons citer les méthodes de Turc, de Coutagne et indirectement à travers le calcul du bilan hydrique (MANSOURI., 2017)

**Tableau 02** : variations mensuelle des facteurs climatiques

<b>Facteurs Mois</b>	<b>Pr (mm)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>ETR (mm)</b>	<b>ETP<sub>c</sub> (mm)</b>	<b>RFU (mm)</b>	<b>DEF (mm)</b>	<b>EXC (mm)</b>	<b>i</b>
<b>S</b>	54,23	22,25	54,2	103,1	0,0	48,8	0,0	9,6
<b>O</b>	41,03	16,04	41,0	55,6	0,0	14,6	0,0	5,8
<b>N</b>	50,33	9,54	19,9	19,9	30,5	0,0	0,0	2,7
<b>D</b>	25,5	6,291	9,5	9,5	46,5	0,0	0,0	1,4
<b>J</b>	42,91666 7	4,83	6,1	6,1	83,2	0,0	0,0	0,9
<b>F</b>	47,25	5,79	8,2	8,2	100,0	0,0	22,3	1,2
<b>M</b>	44,28	9	21,3	21,3	100,0	0,0	23,0	2,4
<b>A</b>	43,1	14,25	49,7	49,7	93,4	0,0	0,0	4,9
<b>M</b>	56,12	18,29	84,6	84,6	64,9	0,0	0,0	7,1
<b>J</b>	23,23	24,29	88,2	137,6	0,0	49,5	0,0	10, 9
<b>JT</b>	21	28,58	21,0	185,9	0,0	164,9	0,0	14, 0
<b>AT</b>	28,31	32,12	28,3	216,6	0,0	188,3	0,0	16, 7
<b>total</b>	<b>477,3</b>	<b>15,9</b>	<b>432,0</b>	<b>898,1</b>	/	<b>466,1</b>	<b>45,3</b>	<b>77, 8</b>

#### 2.4.1.2 Interprétation du bilan d'eau

L'observation de tableau du bilan hydrologique nous permet de dire :

- ❖ A l'échelle annuelle on observe que :
  - Les précipitations atteints dans la région d'étude un total de 477, 3mm
  - l'ETP dépasse largement les précipitations
- ❖ A l'échelle mensuelle nous constatons que :
  - A partir de Avril jusqu'à le mois d'Octobre les précipitations sont inférieures à l'ETP

- par contre elles sont supérieures à l'ETP pendant les autres 5 mois (Novembre, Décembre, Janvier, Février, Mars,).

❖ Aussi qu'il existe deux Périodes :

La première est déficitaire où l'ETP est importante à partir de mois de Avril jusqu'au mois de Octobre

La deuxième période est humide qui commence à partir du mois de Novembre où les précipitations couvrent les besoins de l'évapotranspiration potentielle et permettent la reconstitution du stock qui s'accompagne d'une augmentation de la **RFU**, qui peut atteindre sa valeur maximal dans le mois de Novembre, avec une valeur 100mm.

### **Conclusion**

La zone d'étude fait partie de la région de la wilaya de Batna exactement la région de Timgad, elle est caractérisée par un climat semi-aride influencé par les courants humides de la méditerrané en hiver et chauds du Sahara en été.

*Chapitre V*  
*Résultats et discussions*

## Chapitre V Résultats et discussions

---

### Introduction

L'étude physico-chimique et bactériologique de l'eau de surface joue un rôle important dans la détermination de sa qualité, donc de la possibilité de son utilisation pour l'alimentation en eau potable.

Pour la réalisation de cette étude, nous avons effectué un prélèvement d'échantillon d'eau durant la période s'étalant du mois de janvier au mois de mars 2022 au niveau de la région Koudiat lamdaouar (BATNA).

En ce qui concerne les courbes de certains paramètres, nous avons réalisé, à l'aide du logiciel Excel 2007 pour étudier les variations de qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de barrage.(BADI.,2013)

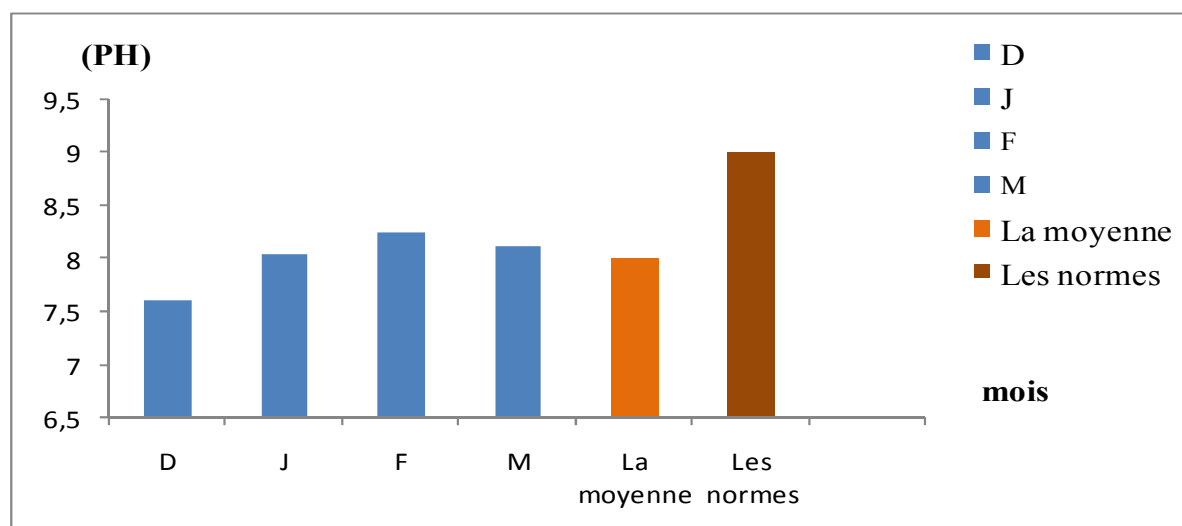
Dans ce chapitre, on procède à une interprétation des résultats des paramètres physico-chimiques et bactériologiques

### 1.1 Les paramètres physico-chimiques

#### 1.1.1 Les paramètres physiques

##### 1.1.1.1 Le pH

La valeur du pH de l'eau affecte les propriétés physique, chimique et bactériologique. L'eau acide peut mobiliser certains métaux du sol et des systèmes de plomberie, augmenter leur biodisponibilité et modifier leur toxicité. Cependant, les changements de toxicité causés par les changements de pH sont spécifiques à chaque métal et à chaque organismes (CFPTEP, 2015).

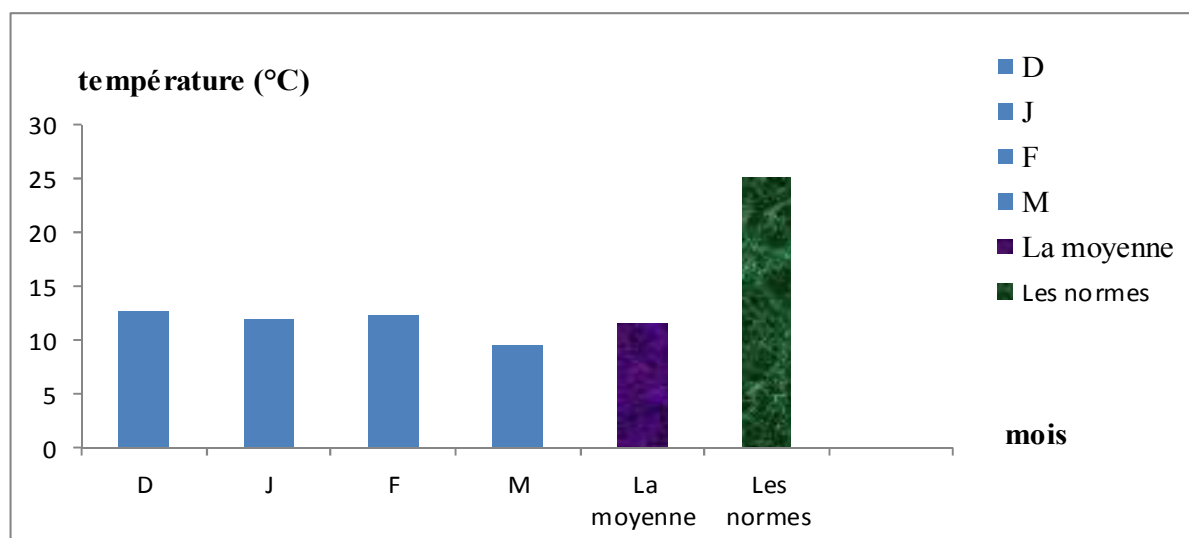


**Figure 01** : Teneurs en pH des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre Décembre - mars 2022

Selon l'analyse du graphe de la figure (01) on observe que les valeurs de pH varie de (7,6 à 8,24). Elle est représenté avec une moyenne générale de (7,99), ces valeurs représentent une eau légèrement alcaline, liées à la nature des terrains traversés, cette valeur est conforme aux normes qui donne un pré justice de l'efficacité des traitements. Sachant que la valeur admissible est de (6,5 à 9).

### 1.1.1.2 La température

La température est un facteur environnemental important pour la vie aquatique contrôlant ainsi l'ensemble des processus biologiques (reproduction, croissance,...) liés à un environnement donné. D'une façon générale, la température des eaux de surface est influencée directement par les conditions climatiques. Quoique se réchauffant et se refroidissant moins vite que celle du fond (LABED., 2014)



**Figure 02** : Teneurs en température (°C) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre Décembre - mars 2022

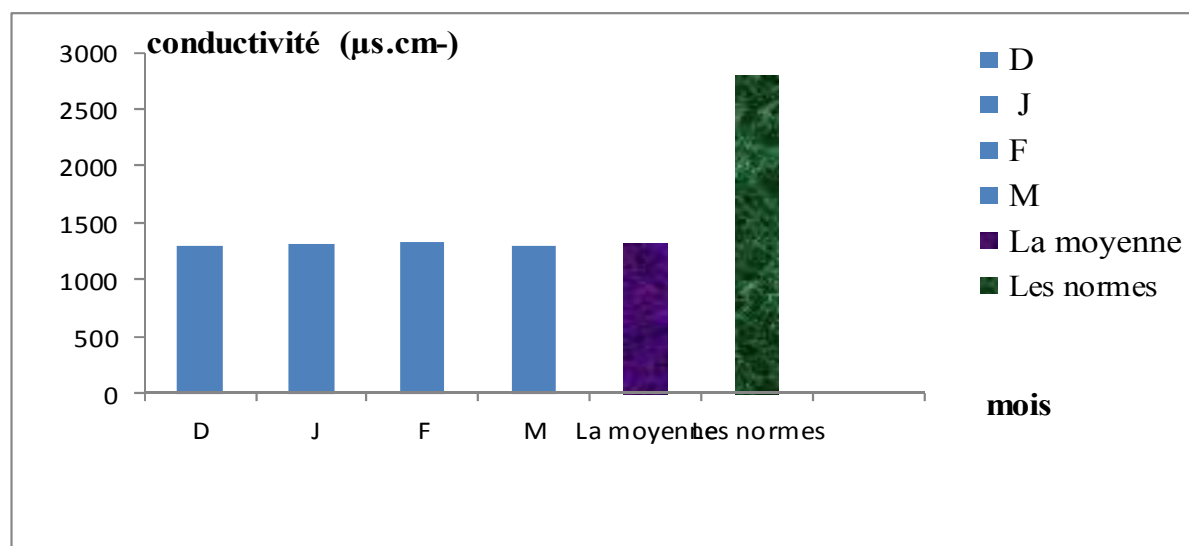
A partir du graphe de la figure (2) on remarque que les valeurs de la température se varient entre (12,7°C et 9,5°C), et elle est représenté avec une moyenne générale de 11,62°C, la valeur maximale est enregistrée dans le mois de Janvier avec une moyenne de 12,7°C, alors que la valeur minimale est enregistrée dans le mois de Mars, avec une moyenne de 9,5°C.

On peut dire que les eaux de la zone d'étude est de type froide et s'avère au réseau de distribution qui est le responsable de ce léger changement de la température car le prélèvement a été effectuée chez l'utilisateur.

Donc les mesures observés dans la commune de Koudiat lamdaouar sont inférieure à la norme de potabilité fixée par l'OMS qui est de (25°C).

### 1.1.1.3 La conductivité électrique

La conductivité mesure la capacité de l'eau à transmettre un courant électrique, Elle est directement proportionnelle à la quantité de sels (ions) dissous dans l'eau. Elle constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation (GUERCHI et LEULMI, 2016).



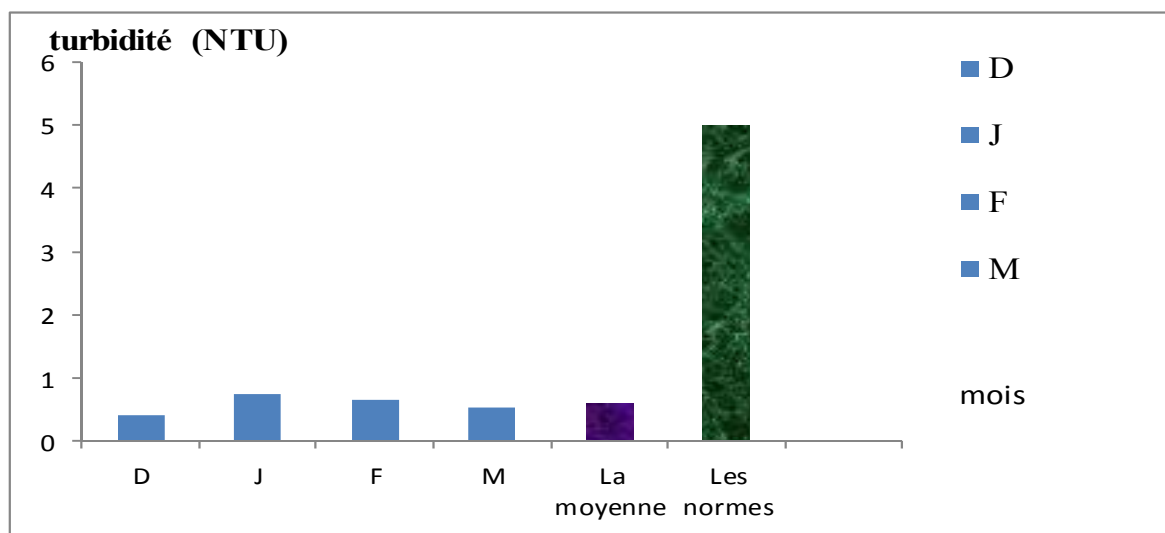
**Figure 03** : Teneurs en conductivité ( $\mu\text{s.cm}^{-}$ ) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre Décembre - mars 2022

Selon la figure (03) la conductivité des eaux du barrage Koudiat lamdaouar fluctuent entre ( $1291\mu\text{s.cm}^{-}$ ) comme valeur minimale dans le mois de Janvier et de Mars, et ( $1332\mu\text{s.cm}$ ) comme valeur maximale dans le mois de février avec une valeur moyenne de  $1308,25\mu\text{s.cm}$ .

Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes dont la valeur maximale admissible est de  $2800\mu\text{s.cm}^{-}$ , et elles traduisent une eau de bonne qualité en termes de conductivité.

### 1.1.1.4 La turbidité

La turbidité 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 matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matière en suspension (MES), comme les argiles, les limons et les micro-organismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale (REJSEK., 2002)



**Figure 04** : Teneurs en turbidité (NTU) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre Décembre - mars 2022

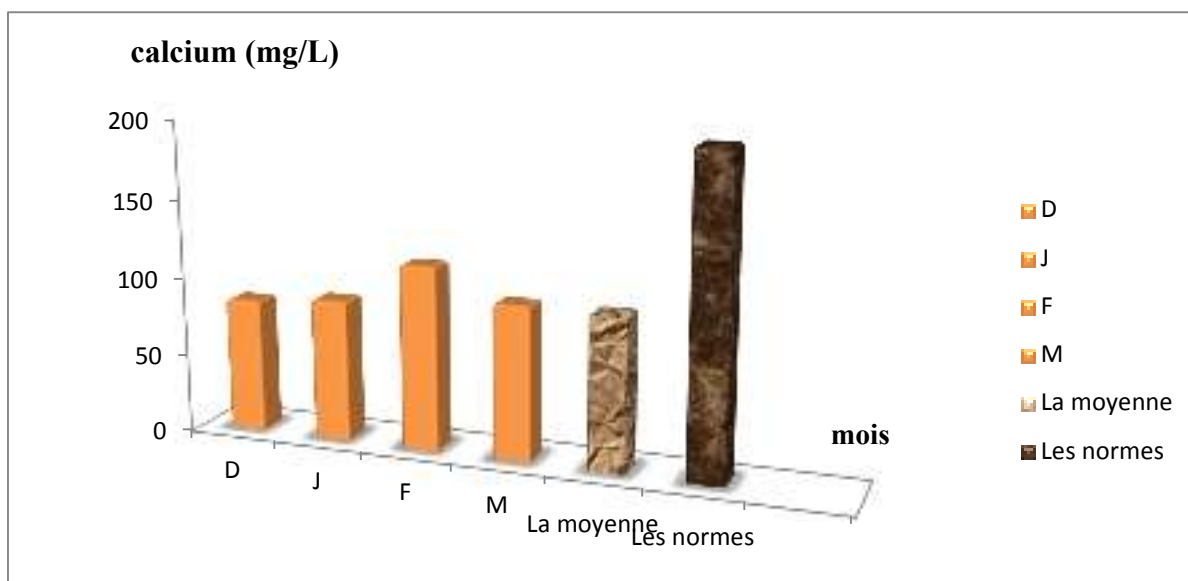
A partir du graphe de la figure (04) les valeurs enregistrées par le turbidimètre varient entre (0,4NTU) à (0,73NTU), avec une valeur moyenne de 0,5775NTU, ce qui traduit une bonne qualité d'eau en termes de turbidité.

Elle reste inférieure (5 NTU) à la valeur indicative fixée par la norme Algérienne relative à la qualité de l'eau potable.

### 1.1.2 Les paramètres chimiques

#### 1.1.2.1 Le Calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ )

Le calcium est un composant majeur de la dureté de l'eau, sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés, les eaux très dures entraînent l'entartage des canalisations et la sécheresse de la peau, par contre les eaux très douces peuvent entraîner les problèmes de corrosion des canalisations. Les eaux potables de bonne qualité renferment 100 à 140 mg/l de calcium.(**BAAZIZ.,2008**)



**Figure 05** : Teneurs en calcium (mg/l) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre Décembre - mars 2022

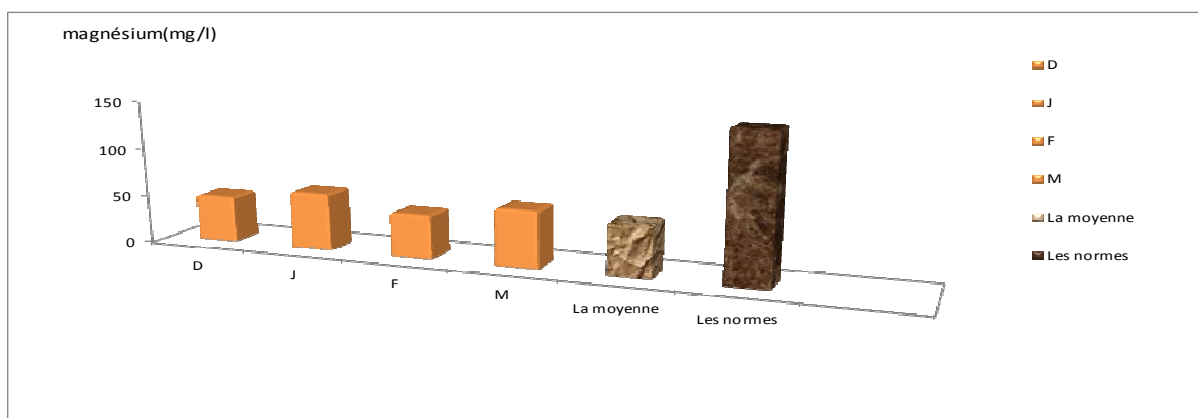
La figure(05) montre que la concentration minimale est représentée dans le mois de Janvier avec une valeur de (85 mg/l) tandis que la concentration maximale est observée dans le mois de Février avec une valeur (117 mg/l).

Donc les eaux du barrage de Koudiat lamdaouar sont très riches en calcium pendant la période étudiée. Avec une valeur moyenne de l'ordre de (97,5mg/l).

Ces valeurs ne dépassants pas les normes Algérienne.

### 1.1.2.2 Le Magnésium ( $Mg^{+2}$ )

Le  $Mg^{2+}$  est un élément indispensable au métabolisme du corps humaine, car le  $Mg^{2+}$  est indispensable à la régulation de la perméabilité cellulaire, une concentration de cet élément perturbe gravement les fonctions cardiovasculaires, neuromusculaire et sur toute rénales. L'inconvénient le plus évident de la présence de Magnésium dans l'eau potable est son effet laxatif. (BEN CHEHBA et BEN HENNOUR., 2017)



**Figure 06** : Teneurs en magnésium (mg/l) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre Décembre - mars 2022

Selon la figure 06, on remarque la valeur maximale (59 mg .l-1) est enregistrée dans le mois de Janvier, et une valeur minimale (45mg .l-1) dans le mois de février.

Nous remarquons que les valeurs de nos résultats de dosage de Mg ne dépassent pas les normes de l'OMS.

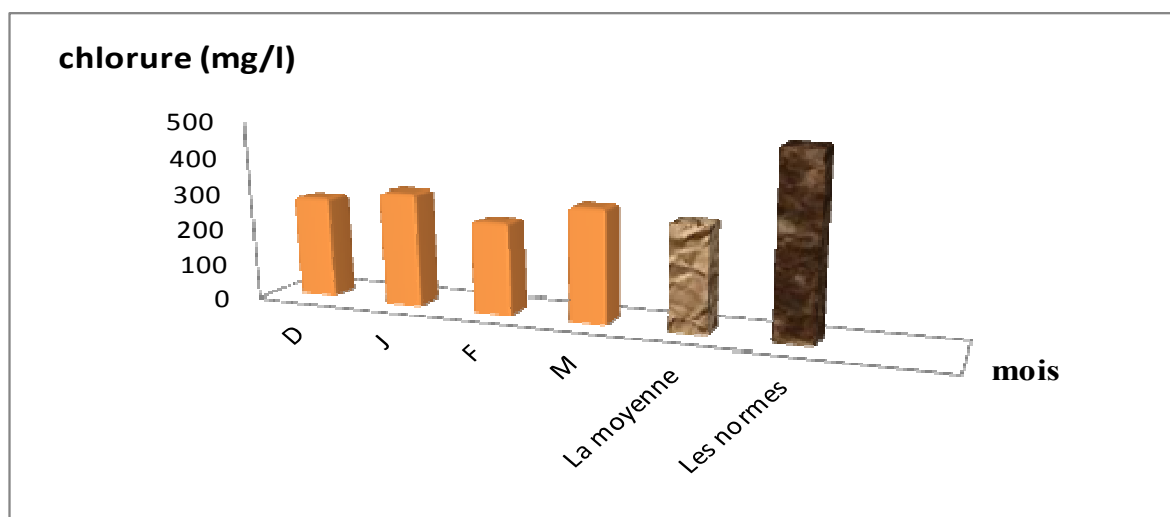
La valeur moyenne des eaux analysées est avoisinante de (52,5 mg /l).

### 1.1.2.3 Le Chlorure (Cl)

Les chlorures sont largement répandus dans la nature, généralement sous formes des sels de sodium (NaCl) ou de potassium (KCl). Les eaux de mer contiennent la plus grande quantité de chlorure dans l'environnement selon le. (CARC ., 1977)

L'effet nocif de chlorure sur la santé résulte dans hypertension sensible ou sodium (Na).

Selon certaines indications, il semblerait que le sodium et chlorure pouvant exercer un effet hypertenseur. En soi, le chlorure ne semble pas cause l'hypertension chez l'humaine. (MSNC., 1983. (BEN CHEHBAet BEN HENNOUR., 2017)



**Figure 07** : Teneurs en chlorure (mg/l) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre Décembre - mars 2022

La réglementation algérienne indique une valeur maximale de 500 mg/l. Alors que la teneur en chlorure de nos résultats est entre (250 mg/l) et (313 mg/l), et avec une valeur moyenne (289 mg/l), ce qui est due à l'efficacité des procédés de traitement dans la station.

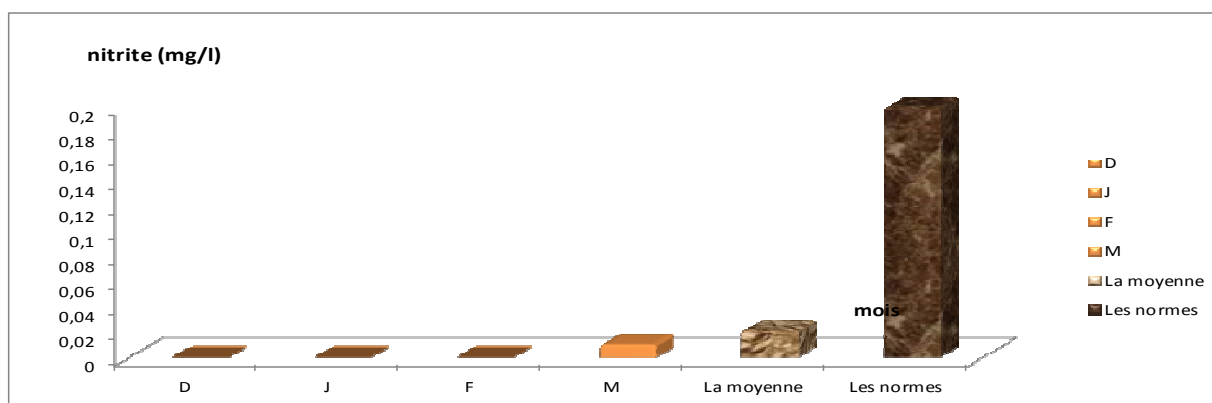
Ces valeurs restent dans la norme de potabilité d'eau et l'OMS qui est de 500 mg /l.

#### 1.1.2.4 Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

Selon **DUSSART (1992)**, les nitrites représentent la forme intermédiaire et le résultat de l'oxydation des matières organiques azotées.

Suivant l'origine des eaux, la teneur en nitrites est assez variable. La méthode à la sulfanilamide a une sensibilité de l'ordre de quelques microgrammes par litre.

Il sera nécessaire d'en tenir compte pour l'interprétation des résultats et de prendre toutes précautions utiles pour la pureté des réactifs et la propreté de la verrerie (**Rodier et al. 2009**).



**Figure 08** : Teneurs en nitrites (mg/l) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre (janvier - mars 2022)

Nos données montrent que la teneur en azote nitreux est très faible par rapport à les autres paramètres et varie entre de 0,002 mg /l et 0,045 mg /l, avec une concentration maximale de 0,045 mg/l notée durant le 05 /03/2022, et avec une moyenne de 0,021 mg/l

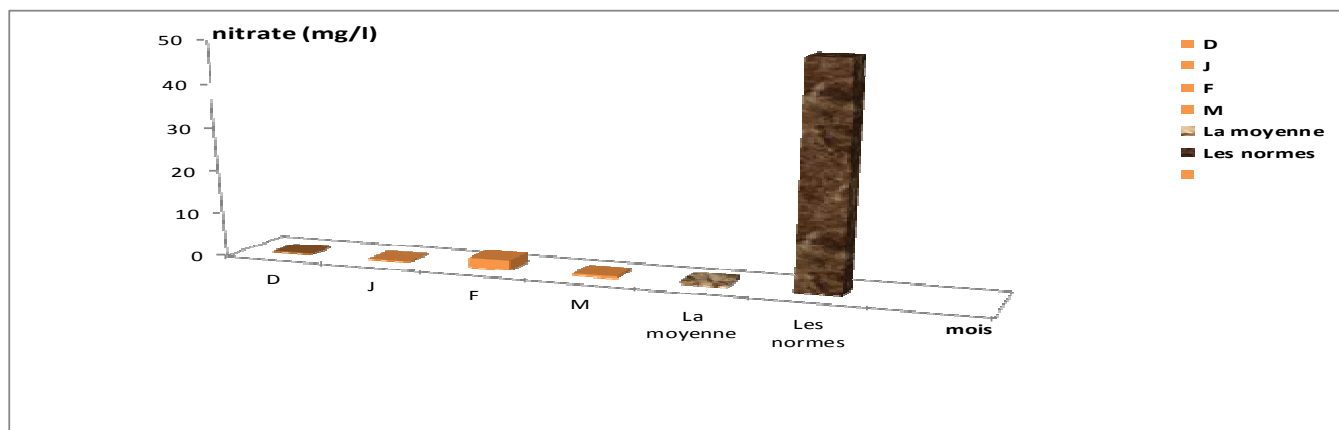
La présence de nitrites dans une eau peut être due à une oxydation incomplète de composés azotés (azote organique ou ammoniacal). Elle correspond à un stade intermédiaire et sa concentration est en général inférieure à 1,0 mg/l (**REJSEK., 2002**).

### 1.1.2.5 Les Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

Dans les eaux naturelles non polluées, le taux de nitrates est très variable suivant la saison et l'origine des eaux (**REJSEK, 2002**).

Les nitrates sont présents dans l'eau par lessivage des produits azotés dans le sol, par décomposition des matières organiques ou, des engrais de synthèse ou naturels (**MEKHOULFI, OUANOUGHIL.,2017**)

Les nitrates sont le résultat de l'oxydation de l'ammoniaque et leurs présence dans l'environnement est une conséquence naturelle du cycle de l'azote(**PAULR., 1971**).

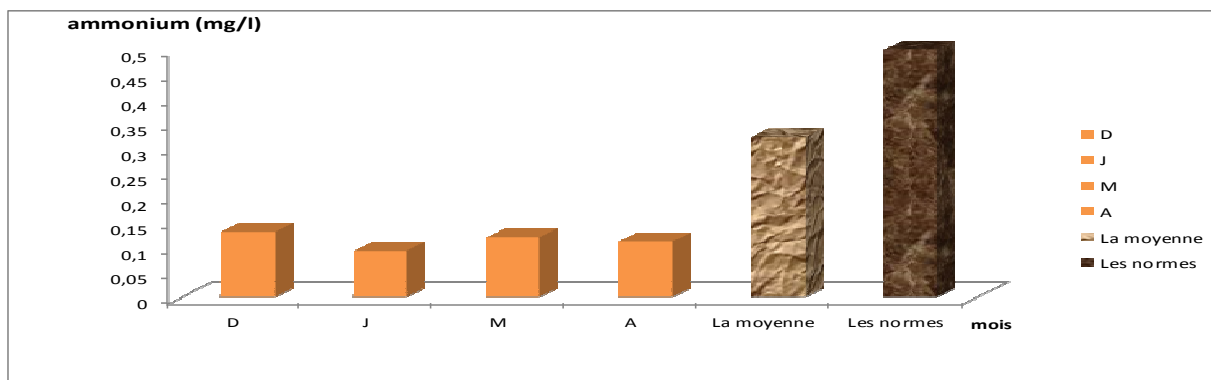


**Figure 09:** Teneurs en nitrates (mg/l) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre janvier - mars 2022

Dans les eaux de barrage de Koudiet l'amadouar, les teneurs en cet élément varient d'un mois à l'autre, c'est en mois de Janvier que la teneur en nitrates est 0 mg/l, et la teneur maximale n'atteint que 2,259 mg/l, donc la moyenne en nitrates est environ 0,71 mg/l.

### 1.1.2.6 L'Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

La teneur en azote ammoniacal dans les eaux naturelles devrait être relativement faible puisque l'ammoniaque est oxydée graduellement en nitrite et en nitrates. (OUANASSI et SALHI., 2021)



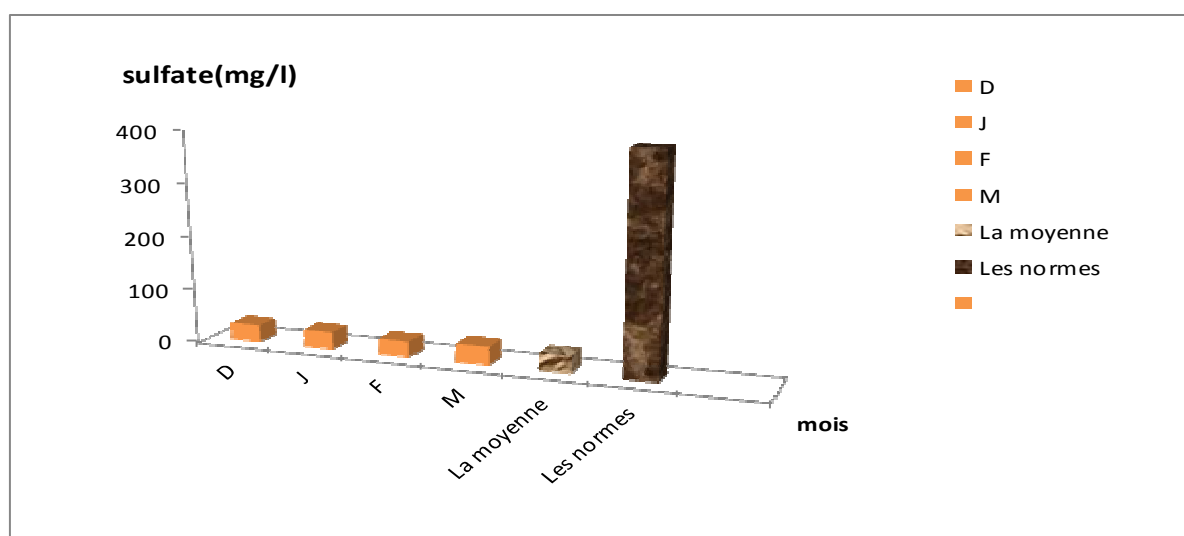
**Figure 10 :** Teneurs en ammoniacque (mg/l) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre janvier - mars 2022

Les teneurs maximales en ammonium élevées en le 09/01/202 0.132 mg/l dans les eaux de barrage de Koudiet Lamdaouar, et la teneur minimale enregistrées en 0,093 mg/l dans la fin du même mois, Donc les échantillons d'eau analysés sont dans les normes dans la mesure où la moyenne obtenues est de 0,32 mg/l.

### 1.1.2.7 Sulfate(SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>)

Les normes Algériennes fixent pour les sulfates une concentration maximale acceptable environ 400 mg/l en (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) dans les eaux destinées à la potabilisation. A fortes concentrations, ils peuvent provoquer des troubles gastro-intestinaux (en particulier chez les enfants).

Ils peuvent aussi conférer à l'eau un goût désagréable (MALAOU, AGOUDJIL, 2015).

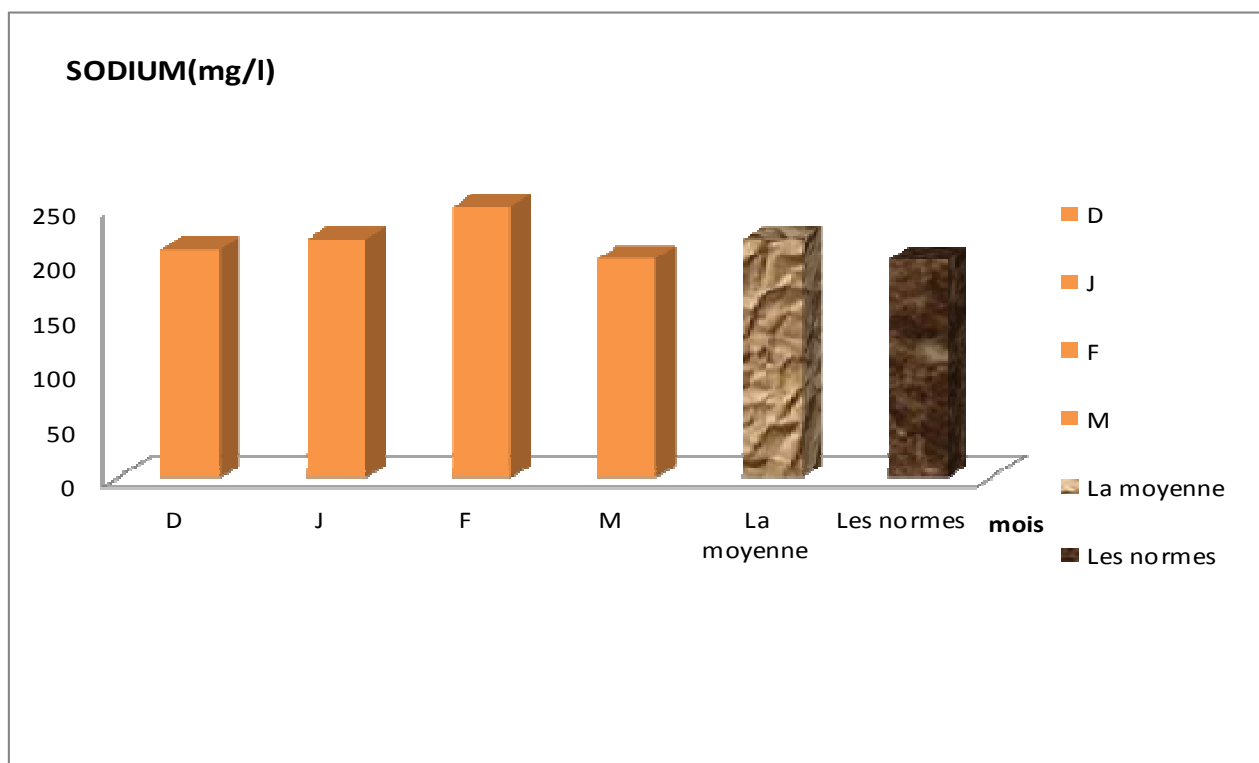


**Figure 11:** Teneurs en sulfates (mg/l) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre janvier - mars 2022

Nous mentionnons une moyenne de teneur en sulfate de 32,43 mg / l d'eau avec une concentration maximale de 34,90 mg / l enregistrée en Mars, et une teneur minimale en 29,58 mg/l en Février, où ces teneurs ne dépassent pas les normes mondiales 400mg/l

### 1.1.2.8 Le Sodium (Na<sup>+</sup>)

Le sodium est un élément dont la concentration dans l'eau varie d'une région à une autre. Il n'existe pas de danger dans l'absorption des quantités relativement importantes de sodium sauf pour les malades hypertendus (MALAOU et AGOUDJI, 2015).

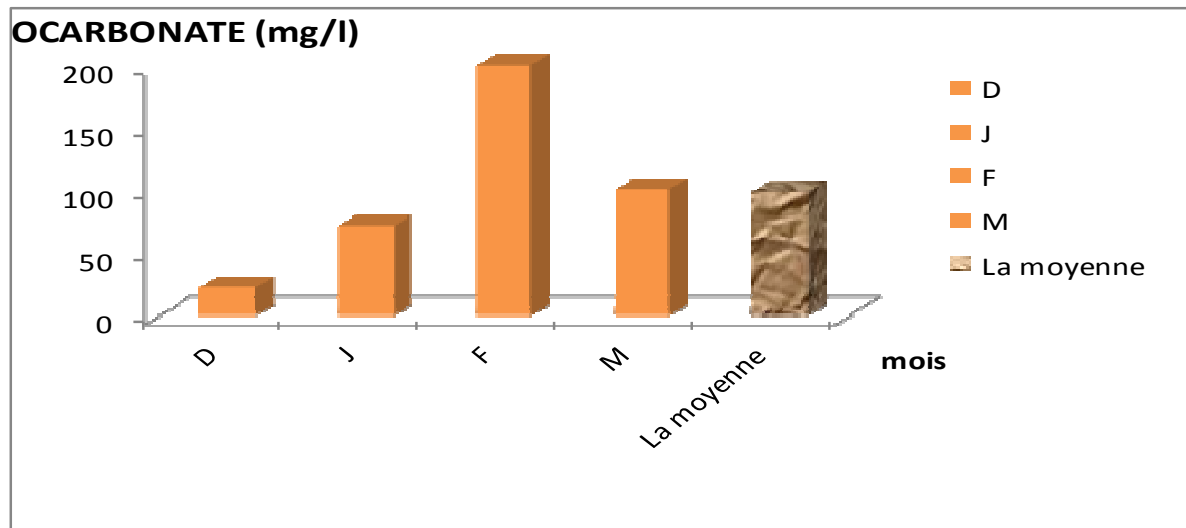


**Figure 12:** Teneurs en sodium (mg/l) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre janvier - mars 2022

La figure montre les teneurs en sodium du barrage du Koudiet Lamdaouar, ce qui montre des concentrations élevées pendant les période d'étude en cet matière, avec une teneur de 248mg/l dans le mois de Février , et une concentration minimale environ 201 mg/l , ce qui dépassent les normes mondiales

### 1.1.2.9 Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ )

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bicarbonates, de carbonates et d'hydroxydes.



**Figure 13:** Teneurs en bicarbonates (mg/l) des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) entre (janvier - mars 2022)

Dans les eaux du barrage de Koudiet Lamdaouar, les teneurs en bicarbonates ne situées pas dans les normes, on remarque que les teneurs sont variés entre 23 mg/l comme teneur minimale, et 199mg/l comme valeur maximale et une moyenne environ 98,75mg/l.

## Chapitre V Résultats et discussions

### 1.2 Les paramètres Bactériologiques

Cette analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. Leur identification est très difficile voire impossible dans le cas des virus car leur durée peut être très courte. Pour ces différentes raisons, il est préalable de rechercher des germes qui sont toujours présents en grand nombre dans la matière fécale des hommes et des animaux à sang chaud, qui se maintiennent plus facilement dans les milieux extérieurs qui sont : les Germes totaux, les Coliformes totaux, les Coliformes fécaux, les Streptocoques fécaux et le E.coli (AYADE .,2016).

**Tableau 01** : Résultat d'analyse bactériologique

Les résultats bactériologiques de l'eau de consommation barrage Koudiat lamdaouar, enregistrent une absence totale des germes recherchés : Les germes totaux, Les

Dates	Germes recherchés				
	Les Germes totaux	Les Coliformes totaux	Coliformes fécaux (Escherichia coli)	Les Streptocoques fécaux (entérocoques)	Les Clostridium sulfito-réducteurs
Décembre	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Janvier	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Février	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Mars	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs

coliformes totaux, Les coliformes fécaux, Les streptocoques fécaux et Les Clostridium tableau 01.

D'après les résultats obtenus, on trouve que la majorité des concentrations sont adéquates à la norme de potabilité préconisée par l'OMS qui est de 0c/100 ml et aussi à la norme algérienne, ce qui explique que les eaux de consommation de la région est d'une bonne qualité bactériologique et ne présente aucun danger pour la consommation humaine.

### 1.3 Les facies chimiques

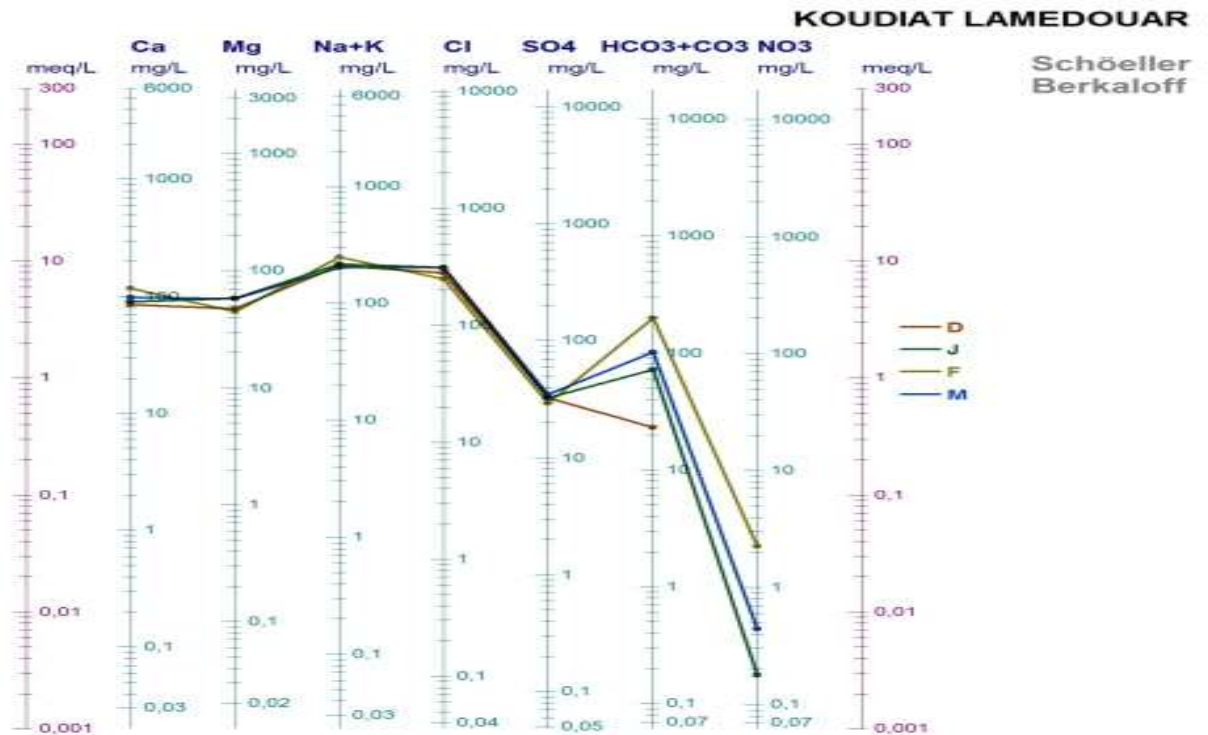
#### 1.3.1 Diagramme de piper



## Chapitre V Résultats et discussions

Le diagramme de Schoeller Berkaloff permet la représentation de plusieurs analyses sur le même graphique. Comme le diagramme de Piper, le diagramme de Schoeller Berkalov, aussi permet de représenter le faciès chimique des eaux

- La teneur de chaque élément représentée par ligne verticale en échelle logarithmique
- Chaque échantillon représenté par une ligne brisée
- La liaison entre les points des éléments forme ces lignes
- Lorsque les lignes se croisent, un changement de faciès chimique est mis en évidence



**Figure 15:** Diagramme de Schoeler Berkaloff des analyses des eaux du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna)

D'après le diagramme de Schoeler Berkaloff, qui montre une classification des composants essentiels des eaux de barrage de Koudiet L'amdouer, il est noté qu'il existe une large variation entre les teneurs des composants.

Ou on peut dire que ces eaux sont marquées par la présence dominante et essentielle de  $(Na^+k)$ , par la suite la présence moyenne de  $(Cl)$ , et une présence moins dominantes de  $(Ca)$ , donc on peut conclure qu'il existe deux grandes familles des composants dominants qui sont le  $(Na^+k)$ ,  $(Cl)$  par ordre.

# *Conclusion Générale*

# Conclusion Générale

---

## Conclusion

L'étude que nous avons entreprise, nous a permis d'apporter notre contribution à la connaissance de la qualité physique- chimique et bactériologique des eaux de surface du barrage de Koudiet l'amadouer qui se localise à la région de Timgad – Batna à L'Est Algérien, et leurs paramètres qui caractérisent cette eau, et la contribution à des analyses pour confirmer si elles conviennent à la potabilisation humaine ou non.

Les variations de ces paramètres est dépendants à les différentes saisons et les quantités des précipitations reçues, généralement les caractéristiques climatiques et les facteurs externes de la région

Sachant que la qualité des eaux de surface peut être influencées par pleins de facteurs comme les activités anthropiques, l'industrie moderne, l'agricole, les transports ... etc.

Aussi, que les effets hydrologiques, géologiques, climatiques et hydro climatiques, ce qu'il nous confirme que les différents paramètres internes ou externes ayant une influence directe ou indirecte sur les eaux destinés à la potabilisation, ce qu'il nécessite les analyses pour chaque paramètre

Aux termes de notre étude, nous pouvons conclure que la qualité de l'eau est le résultat de nombreux paramètres physique et chimiques et aussi la présence des êtres vivants microscopiques qui sont sous le nom de paramètres bactériologique, et l'influences des facteurs externe.

L'ensemble des données graphiques est numérique acquise au cours de cette étude, nous a permis de donner et de dresser les résultats suivants comme des conclusions finales :

- ✓ Concernant du PH de L'eau du barrage de Koudiet M'douar est moyennement alcaline à une alcalinité plus au moins élevée.
- ✓ L'eau de ce barrage est douce et généralement claire.
- ✓ Les données des paramètres chimiques de pollution nous permettent de distinguer que l'eau de barrage de Timgad est très bonne pour la potabilisation de l'être humain.
- ✓ Concernant les concentrations en phosphate, nitrates, azote ammoniacal, qui ne constituent aucun danger sur la santé des consommateurs.
- ✓ l'eau du barrage de Koudiet L'Amadouer peut être considérée comme une eau très peu chargée en Mo ce qui ralentit le phénomène de l'oxydation de cette dernière.

## **Conclusion Générale**

---

Il serait intéressant de compléter cette étude est ces résultats dans l'avenir par autres études plus vastes et spécifique concernant la qualité des eaux destinées à la potabilisation.

# *Références et Bibliographies*

## Références et Bibliographies

---

### A

**ADE.Algérien Des Eaux (2022)**, Maintien de la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution et lutte contre les pollutions accidentelles, formation contenue en entreprise, les cahiers techniques du stage T2, Algérien Des Eaux, Centre de formation aux Métiers de l'eau de Tizi-Ouzou, Algérie.

**AGOUDJIL NOURELDINE., (2015)**. Etude de la qualité des eaux de surface et des eaux traitées Cas des barrages de Koudiat Medaouar& de Ain Zada 2015.

**AHONON A.S., (2011)**. Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de surface dans les zones montagneuses du sud-ouest du TOGO : cas du Canton de lavie, Master international, environnement eau et santé, Université de Lome, TOGO, 35p .

**ALBERGEL J.,NASRI S. et LAMACHERE J.M. (2006)**. Les lacs et barrages collinaires : infrastructures hydrauliques d'aménagement et de conservation des terres agricoles en zone semi-aride méditerranéenne. Sciences Planétaires /Sécheresse, John LibbeyEurotexted., Volume 15, Numéro 1, pp.78-86.

### ANNONYME

**ANBT.,( 2014)**. Données sur le contrôle technique du barrage de Koudiet Lamdaouar.

**AYACHE F.,(2007)**. Les résineux dans la région du Tlemcen (Nord-Ouest algérien) aspects écologiques et cartographie. Thèse magistère. Univ. Abou BekrBelkaid-Tlemcen. Fac. Sci. Départ. Bio. Lab. Ges. Ecosys. Nat. pp 14- 223+annexes ; In Contribution à l'étude d'un inventaire exhaustif de la flore de la région de Nedroma Par REZGUI Fatiha ; Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de master.

**AYAD W.,(2017)**. Evaluation de la qualité physico-chimique et bacteriologique des eaux souterraines : cas despuits de la region d'el-harrouch (wilaya de skikda) .mémoire de fin d'étude .Universitebadjimokhtar – annaba.

**AYAD.,(2016)**. Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines, cas des puits de la région d'el-harrouch (wilaya de SKIKDA), mémoire de doctorat, université Badji Mokhtar, ANNABA, Algérie.

### B

## Références et Bibliographies

---

**BADI H.,(2013).** Influence de papyrus et de tamarix sur l'élimination du phosphate et de l'azote des eaux usées urbains. Mémoire de master, université Mohamed Khider de Biskra p 8.

**BAGNOULS F., et GAUSSEN H.,(1953).** Saison sèche et indice xéothermique. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse (88), Pp : 3-4 et 193-239 ; In, Contribution à l'étude d'un inventaire exhaustif de la flore de la région de Nedroma Par REZGUI Fatiha ; Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de master.

**BAZIZ N.,(2008).** Etude sur la qualité de l'eau potable et risques potentiels sur la santé cas de la ville de BATNA. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de magister.

**BELHADJ.,(2017).** . Thèse présentée en vue de l'obtention Du diplôme de Doctorat en sciences Spécialité : Sciences Hydrauliques, (Option) : Hydraulique, Thème : Qualité des eaux de surface et leur impact sur l'environnement dans la Wilaya de Skikda Présentée par : Mohamed Zine BELHADJ Soutenue publiquement le : 29/04/2017

**BEN CHEHBA H., BEN HENNOUR H.,(2017).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de sources dans les localités de Miliana (AïnDefla) et Ain Deheb (Tiaret). Mémoire de master, Université Abdelhamid ben Badis-Mostaganem.

**BENHACENE D., BENKOUHA CH.,(2020).** Evaluation de la qualité physicochimique de l'eau potable de la ville de Khenchela. P 04.

**BOUALI S.,(2019).** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux de surface du barrage de BABAR wilaya de Khenchela Est algérienne. Mémoire de fin étude master. p 04.

**BOUKABA.,(2015).** Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de magister en biologie, écologie des écosystèmes aquatiques, Thème : Evaluation des changements des zones humides du Sud Constantinois par télédétection, avec application particulière au lac barrage de Koudiet Medaouar (Timgad, Batna).

### C

**CFPTEP.,(2015).** Recommandation pour la qualité de l'eau potable au Canada, <<https://www.canada.ca/content/dam/hcsc/documents/services/publications/healthy-living/guidelines-canadian>-drinking-water-quality-guideline-technical-document-ph-fra.pdf>>. Consulté le 19/05/2021.

## Références et Bibliographies

---

**CHEKROUD H.,(2007).** Etude de la pollution des eaux de la plaine Telezza due aux activités agricoles et commerciales, Mémoire de Magister, Université du 22 Aout 1955, Skikda, Algérie, 56p.

**CHELANE F.,(2017).** Inventaire et analyse de la phytodiversité des steppes à *Stipa tenacissima*L. dans la région de Saida (Algérie occidentale), THESE DE DOCTORAT EN SCIENCES.

### D

**DAJOZ R.,(1985).** Précis d'écologie. Ed. DUNOD. Paris. 505, 560p.

**DEBBIH H., NAILI B.,(2015).** Etude de la qualité des eaux des barrages de l'Est Algérien. Mémoire de fin étude master. Université Larbi Ben M'hidi – OUM EL BOUAGHI .

**DEHIMI H, SMAIL Z.,(2007).** Evaluation du risque d'érosion dans la zone de Oued El Ma (Parc de Belezma) approche quantitative et qualitative, Mémoire d'ingénieur d'Etat. Univ , Batna, 2006, pp. 65-115.

**DELLIOU P.,(2008).** Grands barrages, petits barrages, *Risques Infos* N°20, 6p.

**DELLIOU.,(2003).** Le risque de rupture de barrage en Haute-Vienne' ; DDRM de la Haute-Vienne ; Edition de décembre 2010.

**DREUX P.,(1980).** Précis d'écologie. Ed. Presse Univ. France ; Le biologiste, paris, 231 p.

**Dumas, &al.,(2005).** Dumas P., Riboli-Sasco, L., Spyrtos, V &kurita, F., 2005 : Fonctionnement du système climatique, perturbations humaines, dérèglements dangereux ?, 2005. pp17.

### E

**EMBERGER L.,(1952).** Sur le Quotient Pluviothermique. C.R. Sci. n°234.

### F

**Fiche technique de Koudiet L'amadouer**

**FOUCAULT., (2009).** Climatologie et paléoclimatologie. *Edition DUNOD*, Paris. 303 p.

### G

**GAUJOU.,(1989).** La pollution des milieux aquatique, aide-mémoire, 2eme Edition, Techniqueet Documentation, Paris, pp17-71.

## Références et Bibliographies

---

**GODARD A., & TABEAUD M.,(2006).** Les climats : mécanismes, variabilité et répartition. 3ème.

**GUERCHI H., Et LEULMI A.,(2016).** Les eaux superficielles caractérisation physico chimique et aptitude (lac réservoir du barrage mixa nord est algérien).

### H

**HAMECHA B., MEZIANI A.,(2009).** Mémoire de fin d'études présenté en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en électronique, thème : analyse et modélisation des précipitations par approche markovienne a trois états.

### J

**JOHN P., DONALD A.,(2010).** Microbiologie, 3ème Édition, 1216 p.

**JORA.,(2011).** « journal officiel de la république algérienne ». N °18. P7-9.

### L

**LABED A.,(2014).** Biodiversité et dynamique spatio-temporelle de la communauté phytoplanctonique de la zone humide artificielle du Barrage Koudiet M'douar (Timgad, Batna) Diplôme de Magister en Biologie.

### M

**MALAOUI S ., AGOUDJIL N.,(2014) .** Mémoire fin d'étude, Etude de la qualité des eaux de surface et des eaux de surface et des eaux traitées cas des barrages de Koudiat lamdaouar& de Ain Zada 2015.

**MANSURI Z.,(2017).** Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat Étude hydrogéologique et gestion intégrée des eaux de la source de Tinibaouine (Wilaya de Batna Nord-Est Algérien).

**MECHERI A., HASNOUI A.,(2021).** Etude comparative de la qualité physico-chimique des eaux de sources de la commune de Ain Mimmoun – Khenchela. Mémoire de fin étude master. p 35 et 36.

### O

**OLIVAUX Y.,** La nature de l'eau. ED. Maroc Pietteur. France. p 563, 2007.

## Références et Bibliographies

---

**OUNASSI ., SALHI.,(2021).** MEMOIRE DE MASTER Domaine: Sciences de la Terre et l'Univers, Thème : Etude de la possibilité d'une éventuelle réhabilitation et mise en eau dans le barrage de Foug El Geuiss, Kais, wilaya de Khenchela (N, E Algérien).

### P

**PGNEY.,(1993).** In (ChAIR ; TAdOULAT, 2017) .Pagney P., 1993 : Les climats de la Terre ; Masson, Paris, 2<sup>ème</sup> édition, *PLAN BLEU*.

### R

**RAHLAOUI.,(2020).** Mémoire fin d'étude, Diagnostic et évaluation des performances épuratoires la station d'épuration de Timgad (wilaya de Batna).

**RAMADE F.,(1984).** Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale. Ed. Mc. Graw-Hill, Paris. France. 397p 2508-2511. Paris ; In Contribution à l'étude d'un inventaire exhaustif de la flore de la région de Nedroma Par REZGUI Fatiha ; Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de master.

**RAMADE F.,(1984).** Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale. Ed. Mc. Graw-Hill, Paris. France. 397p.

**REJESEK.,(2002).** «Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques » ; centre régional de documentaires techniques pédagogique d'aquitaine.

**REZGUI F.,(2016).** Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master Filière : Sciences biologiques, Spécialité : Ecologie, Thème : Contribution à l'étude d'un inventaire exhaustif de la flore de la région de Nedroma, McGraw-Hill, 394p.

**RODIER J., LEGUBE B., MERLET N., BRUNET R., MIALOCQ J C., LEROY P.,**

**Rodier J., Legube B., Merlet N.,(2009).** L'analyse de l'eau, 9<sup>ème</sup> édition, Ed. Dunod, 1579p.

**Rodier J.,(2009).** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 9<sup>ème</sup> édition, Dunod, Paris, 1600p.

**Rodier J.,Legube B., Merlet N., Ed. Dunod.,(2009) .78- 1368.**

### S

## Références et Bibliographies

---

**SEBSI A., HAMEK F.,(2018).** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux barrages Deurder (Ain defala) et Boukourdane (Tipaza). Mémoire de fin d'étude master. Université de Blida.

**SEGHIRI K., DJELLAL S.,(2020)** . Etude de la qualité physico-chimique des eaux du barrage de BABAR wilaya de Khenchela .Mémoire de fin d'étude master. Université Khenchela. 04p.

**SELTZER P.,(1946).** Le climat de l'Algérie, Recueil de données météo. Institut de Technologie Agricole, Mostaganem (Algérie), 142 p.

**SITE WEB (01) :**<https://www.suezwaterhandbook.fr/eau-et-generalites/quelles-eaux-a-traiter-pourquoi/les-eaux-naturelles/les-eaux-de-surface>

**SITE WEB (02) :**<https://images.app.goo.gl/xyAQN3xUK8qBZfW99>

**SITE WEB (03) :**<https://images.app.goo.gl/HsUzW8wo1f3QD76n6>

**SITE WEB (04) :**<https://images.app.goo.gl/55WZLgEfTnAarvFP7>

**SITE WEB (05) :**<https://images.app.goo.gl/927EVFkZdtRF3GmVA>

**SITE WEB (06) :**<https://images.app.goo.gl/YjJDxR4WnvF7Xm4g6>

**SITE WEB (07):**<https://images.app.goo.gl/x9nrbnbprx3hrkbj7>

**SITE WEB (08):**<https://fr.wikipedia.org/wiki/Tempête>

### T

**TADOULAT.,(2017).** Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme master, Science et gestion de l'environnement Présenté par : *Chair Sylia&Taoudiat b Aya, Thème contribution à la modélisation climatique de la zone Littorale de la région de la kabylie* , 04/07 / 2017.

**THILBORGER P.,** THE RIGHT(s) to water.Ed. Springer-Verlag. Berlin. 231p, 2014.

**TOUATI.,(2010).** Les barrages et la politique hydraulique en Algérie : état, diagnostic et perspectives d'un aménagement durable. Thèse Doctorat en Aménagement du Territoire, Université Mentouri- Constantine, 385p.

### Z

## Références et Bibliographies

---

**ZOUAG B., BELHADJ Y.,(2017).** Analyse physico-chimique et bactériologique et parasitologique de l'eau de mer traitée par la station de dessalement de SoukTleta « Tlemcen». Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de docteur en pharmacie.