



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université de Tissemsilt



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences et de la Technologie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme
de Master académique en

Filière : Industries Pétrochimiques

Spécialité : Génie du Raffinage

Présenté par : Mr : Sidi moussa M'hamed

Mr : Ghessab Abdelhalim

Thème

Impact des rejets urbains et industriels sur l'intégrité physicochimique des écosystèmes

Soutenu le, 14-06-2023

Devant le Jury :

Dr. MAHROUG HANANE	Président	MCA	Univ-Tissemsilt
Dr. CHELLALI RACHID	Encadreur	M.C.A.	Univ-Tissemsilt
Dr. AISSAT MILOUD	Examineur	M.C.B.	Univ-Tissemsilt

Année universitaire : 2022-2023

REMERCIEMENTS

Avant tout nous remercions Dieu de nous avoir donné la santé, le courage, la volonté et la patience de mener à terme ce présent travail.

Nous tenons à remercier également toutes les personnes qui nous ont donné leur soutien directement ou indirectement pour que ce modeste travail voit le jour qu'ils trouvent ici mon immense gratitude, particulièrement:

- ✓ *Nous adressons nos remerciements à notre encadreur Monsieur le docteur CHELLALI Rachid Pour ces compréhensions et ses conseils et ses aides pour sa gentillesse et orientations pertinentes.*
- ✓ *A la présidente et aux membres de jury qui ont bien voulu examiner ce travail.*
- ✓ *Tous les enseignants du département des sciences et technologie et particulièrement les enseignants de spécialité Génie de Raffinage.*

Enfin, je voudrais remercier ma famille, mes parents et mes amis pour leur soutien durant ces années d'étude. Que ce travail soit un hommage pour leur dévouement et leur affection.

DEDICACE

Grâce à dieu le tout puissant, qui m'a donné la volonté, et qui m'a éclairé vers le bon chemin, que nul ne peut se faire sans son désir.

Je dédie ce modeste travail à:

- ✓ *Mes chers parents qui ont tout sacrifié pour moi. Grâce à eux que je suis là, et Grâce à eux que je serais loin. ils restent toujours dans mon cœur.*
- ✓ *Mes chers frères et leur fils sans exception.*
- ✓ *Mes chères sœurs*
- ✓ *Toute ma famille*
- ✓ *Tous mes amis sans exception sur tous mes amis d'enfance*
- ✓ *Mon encadreur {Docteur CHELLALI Rachid} qui m'a aidé pendant la réalisation de ce travail.*
- ✓ *L'ensemble de mes enseignants et mes collègues étudiants de la promotion de Master 2 (2022/2023).*
- ✓ *Et enfin à tous ceux qui m'ont aidé et m'ont donné leur soutien de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.*

Résumé:

La qualité des eaux des barrages de Bougara et Dahmouni, situés sur le même cours d'eau Awasil, a connu une grave détérioration au cours des périodes considérées dans cette étude, en raison des rejets des eaux usées urbaines et industrielles et de l'utilisation intensive d'engrais chimiques dans l'agriculture.

Cette étude vise à analyser les paramètres physicochimiques des principaux écosystèmes aquatiques que représentent les barrages de Bougara et Dahmouni ou l'opposition à l'échelle du temps de deux situations majeures caractérisées par la mise en service de deux STEP respectives aboutie au constat de deux états de lieu (pré-STEP et post-STEP) représentés par les années 2005 Vs 2020 pour le barrage de Dahmouni et 2008 Vs 2020 pour le barrage de Bougara.

Les Indices de qualité, les graphiques saisonniers et annuels ont permis de mettre en exergue la qualité physicochimique des eaux dans le bassin de Nahr Ouassel.

En effet, l'évolution saisonnière des paramètres physicochimiques de l'eau adoptée a révélé des écarts significatifs aux normes en vigueur aussi bien pour le barrage de Bougara que pour Dahmouni. Cela est dû à une pollution organique, exprimée en DCO et DBO5 où la qualité était mauvaise, dépassant les normes nationales avec une salinité très élevée, atteignant un maximum de 2500 mg/l dans le barrage de Bougara et 1180 mg/l dans le barrage de Dahmouni.

L'azote et le phosphore au barrage de Bougara en 2020 présentaient une qualité entre moyenne à mauvaise. Seules les concentrations en NO₃ étaient bonnes, NO₂ moyenne, NH₄ mauvaise et PO₄ mauvaise à très mauvaise.

Pour le barrage de Dahmouni en 2005, les concentrations saisonnières des NO₃ étaient acceptables. Par contre celles de 2020 étaient mauvaises.

Les résultats des analyses physicochimiques annuelles des eaux traitées des STEP de Tissemsilt et Tiaret confirment une mauvaise qualité de ces eaux.

Il ya lieu de constater l'inefficacité des stations d'épuration dans la réduction de la pollution pour les années considérées (Post STEP) aussi bien pour Tiaret que Tissemsilt ce qui a exacerbé l'altération de l'intégrité physicochimique des deux écosystèmes.

Il faut souligner également que d'autres facteurs humains ont contribué dans ce constat notamment par les malfaçons des activités culturelles et le rejet des eaux usées arbitraires des agglomérations adjacentes aux barrages.

Mots-clés : Ecosystèmes, salinité, eaux usées, stations d'épuration, barrage Bougara, barrage Dahmouni.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Titre	Page
Tableau N 01	Qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique	22
Tableau N° 02	origines et maladies provoquées (GAID, 1984)	28
Tableau N°03	Normes de rejets de l'OMS appliqué en Algérie	34
Tableau N°04	Normes de rejets de l'OMS	35
Tableau N°05	Grille de la classification de la qualité des eaux superficielles en Algérie	45
Tableau N° 06	Les caractéristiques de la station d'Ain Bouchekif	46
Tableau N° 07	la quantité des précipitations moyennes mensuelle (mm) d'Ain Bouchekif,	47
Tableau N°08	Précipitations saisonnière de la station d'Ain Bouchekif, (2005/2020)	48
Tableau N°09	Les températures moyennes mensuelles (°C) de la station d'Ain Bouchékif (2006/2017)	49
Tableau N° 10	La quantité d'évaporation moyenne mensuelle	50
Tableau N° 11	L'humidité relative moyenne mensuelle d'Ain Bouchekif	51
Tableau N° 12	La Vente moyen mensuelle d'Ain Bouchekif	52
Tableaux N°13	Caractéristiques principales des Barrages GPI	53
Tableau N°14	de différentes classes de qualité	71
Tableau N° 15	Analyses des eaux brutes et épurées STEP de Tissemsilt (Moyenne saisonnière de l'année 2020)	72
Tableau N°16	Analyses des eaux brutes et épurés STEP de Tiaret 2020 (Moyenne saisonnière de l'année 2020)	75

Tableau N° 17	Résultats des analyses des eaux de barrage Bougara en mois de juin 2008	76
Tableau N°18	résultats d'analyses saisonnières d'eaux barrage Bougara 2020	78
Tableau N°19	résultats d'analyses d'eaux barrage Dahmouni en saison 2005	85
Tableau N°20	résultats d'analyses d'eaux barrage Dahmouni en saison 2020.	85
Tableau N°21	Ratios de qualité de l'eau du barrage Bougara en 2020	96
Tableau N°22	Ratios de qualité de l'eau du barrage Dahmouni 2005	96
Tableau N°23	Ratios de qualité de l'eau du barrage Dahmouni 2020	98
Tableau N° 24	Coefficient de biodégradabilité	99

LA LISTE DES FIGURES

Figure	Titre	Page
Figure N° 01	Cycle de l'eau	8
Figure N° 02	Répartition de l'ensemble de l'eau (Lean et Hinrichsen, 1994 in Bouziani, 2006)	9
Figure N° 03	Répartition de l'eau douce (Lean et Hinrichsen, 1994 in Bouziani, 2006)	9
Figure N° 04	Répartition de l'eau douce superficielle facilement accessible (Lean et Hinrichsen, 1994 in Bouziani, 2006)	9
Figure 05:	Volume moyen journalier des eaux usées réutilisées en Europe et quelques pays méditerranéens (Jimenez et Asano, 2007)	11
Figure°06 :	Différents types de réutilisation suivant les zones géographiques (Mm3/j) (FAO, 2010)	11
Figure N°07:	Principe général de fonctionnement d'une STEP à procédé	13

	biologique	
Figure N°08	La station d'épuration (Ain Bouchakif) de la wilaya de Tiaret	14
Figure N°09	STEP Tissemsilt (Originale; 2019)	12
Figure N°10	Barrage Dahmouni	13
Figure N°11	Barrage C. Bougara (Photo original, 2021)	13
Figure N° 12	Schéma d'un bassin versant et ses différentes fonctions.	15
Figure N°13	pollution de l'eau	18
Figure N°14	mortalité des espèces liées aux altérations physico-chimie de l'eau	27
Figure N°15	eutrophisations des milieux aquatiques	28
Figure N°16	Les régions naturelles de la wilaya de Tiaret Au 1/50.000.	37
Figure N°17	Carte géologique schématique de la zone d'étude	38
Figure N°18	Carte de localisation de la wilaya de Tiaret (CFT Tiaret)	39
Figure N°19	Image satellitaire de La wilaya de Tissemsilt (Google Maps).	39
Figure N°20	La carte lithologique de la région de Tiaret (DRE Tiaret, 2014)	40
Figure N°21	Coupe Litho-stratigraphique locale de Tiaret (Bouchentouf K., 1982)	42
Figure 22	précipitations moyennes mensuelles (mm)	44
Figure N° 23	pourcentage des précipitations moyennes saisonnières (station d'Ain Bouchekif	45
Figure 24	L'évolution des températures moyennes mensuelles (°C)	46
Figure N°25	L'évolution des évaporations moyennes mensuelles (mm)	47
Figure N°26	Diagramme ombrothermique d'Ain Bouchekif (2006/2017)	48
Figure N°27	L'humidité relative moyenne mensuelle (%) de la station d'Ain Bouchékif (2006/2017).	49

Figure N° 28	Vente moyenne mensuelle (m/s) de la station d'Ain Bouchékif (2006/2017).	50
Figure N° 29	Variations saisonnière du volume en 2008	65
Figure N°30	Variations saisonnière moyenne du volume en 2020	68
Figure N°31	Evolution saisonnière du pH de l'eau brute du barrage Bougara 2020	69
Figure N°32	Evolution saisonnière des résidus secs des eaux du barrage Bougara 2020	69
Figure N°33	Evolution saisonnière des MO des eaux du barrage Bougara 2020	70
Figure N°34	Evolution saisonnière d'oxygène dissous des eaux du barrage Bougara	71
Figure N°35	Evolution saisonnière des DBO5 des eaux du barrage Bougara 2020	71
Figure N°36	Evolution saisonnière des DCO des eaux du barrage Bougara 2020	72
Figure N°37	Evolution de NO ₃ (nitrate) dans barrage Bougara saison 2020	73
Figure N°38	Evolution de NO ₂ (nitrite) dans barrage Bougara saison 2020	75
Figure N°39	Evolution de NH ₄ (ammonium) dans barrage Bougara saison 2020	76
Figure N°40	Evolution de phosphorée (PO ₄) dans barrage Bougara saison 2020	77
Figure N°41	Evolution du potentiel d'Hydrogène (pH) de barrage Dahmouni en 2005	78
Figure N°42	Evolution du potentiel d'Hydrogène (pH) de barrage Dahmouni en 2020	79
Figure N°43	Evolution de la Résidu sec (RS) de barrage Dahmouni en 2005	80

Figure N°44	Evolution de la Résidu sec (RS) de barrage Dahmouni en 2020	81
Figure N°45	Evolution de la Matière organique (MO) de B-D 2020	82
Figure N°46	Evolution de la Matière organique (MO) de barrage Dahmouni en 2020	82
Figure N°47	Evolution de l'oxygène dissous (O2) de barrage Dahmouni en 2005	86
Figure N°48	Evolution de l'oxygène dissous (O2) de barrage Dahmouni en 2020	87
Figure N°49	Evolution de la Demande Biochimique en Oxygène au bout de 5 jours (DBO5) de barrage Dahmouni en 2005	88
Figure N° 50:	Evolution de la Demande Biochimique en Oxygène au bout de 5 jours (DBO5) de barrage Dahmouni en 2020	89
Figure N°51	Evolution de la demande chimique en oxygène (DCO) de barrage Dahmouni en 2005	90
Figure N°52	Evolution de la demande chimique en oxygène (DCO) de barrage Dahmouni en 2020	91
Figure N°53	Evolution de NO3 dans barrage Dahmouni saison 2005	92
Figure N°54	Evolution de NO3 dans barrage Dahmouni saison 2020	93
Figure N°55	Evolution de NO2 dans barrage Dahmouni saison 2005	94
Figure N°56	Evolution de NO2 dans barrage Dahmouni saison 2020	95
Figure N°57	Evolution de NH4 dans barrage Dahmouni saison 2005	96
Figure N°58	Evolution de NH4 dans barrage Dahmouni saison 2020	97
Figure N°59	Evolution de PO4 de barrage Dahmouni saison 2020	98
Figure N°60	Evolution moyenne saisonnière du rapport DCO/DBO5 de barrage Bougara 2020	99
Figure N°61	Evolution moyenne saisonnière du rapport DBO5/DCO de barrage Bougara 2020	100
Figure N°62	Evolution moyenne saisonnière du rapport DCO/DBO5 de	101

	barrage Dahmouni 2005	
Figure N°63	Evolution moyenne saisonnière du rapport DBO5/DCO de barrage Dahmouni 2005	102
Figure N°64	Evolution moyenne saisonnière du rapport DCO/DBO5 de barrage Dahmouni 2020	103
Figure N°65	Evolution moyenne saisonnière du rapport DBO5/DCO de barrage Dahmouni 2020	104

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicace

Résumé

الملخص

Liste Des Tableaux

Liste Des Figures

INTRODUCTION GÉNÉRALE.....2

Partie Bibliographique

CHAPITRE I

Contexte général de la problématique des écosystèmes aquatiques terrestres du bassin versant de Nahr Ouassel

I .1 Introduction	7
I .2-Cycle de l'eau dans la nature	7
I .3.Répartition de l'eau sur terre	8
I.4.Etude des impacts des rejets urbains et industriels sur les écosystèmes	10
I .4.1.Pollution de l'eau	10
I .4.2.Réduction de la qualité de l'eau.....	10
I.5.Réutilisation Des Eaux Usées Interdite	10
I 5.1.Réutilisation des eaux usées au monde	11
I 5.2.Réutilisation des eaux usées sans traitement en Algérie	11
I .6.Problématique de l'eau en Algérie	12
I .7.La steppe en Algérie	12
1.8. Station d'épuration (STEP)	13
I .8.1. STEP de Tiaret	14
I .8.2. STEP de Tissemsilt	14
I .9. Les barrages	15
I .9.1.Les problèmes rencontrés	15
I .9.2.Barrage de Dahmouni	15
I.9.3 Barrage Bougara	15
I .10. Signification d'un bassin versant	17
I .10.1. Les différentes fonctions d'un bassin versant	17

CHAPITRE II

Les rejets urbains et industriels

Introduction	19
II.1 Définition	19
II .2. La pollution des eaux	19
II.3. Principe de la pollution	20
II.4. Les caractéristiques physico-chimiques des eaux de surface	20
II.5. Caractéristiques des eaux usées	21
II .6. Les paramètres physico-chimiques	21
Paramètres physiques	21
II.6.1.1 La température	21
II.6.1.2. La turbidité	21
II.6.1.3. Les matières en suspension (MES)	21
II.6.1.4 Conductivité électrique (CE)	22
II.6.1.5. La Salinité	22
II.6.1.6. Couleur	22
II.6.1.7 Odeur	22
Paramètres chimique	23
II.6.2.1 Oxygène dissous	23
II.6.2.2 Le potentiel d'Hydrogène (pH)	23
II.6.2.3 La demande biochimique en oxygène (DBO5)	23
II.6.2.4 La demande chimique en oxygène (DCO)	23
II.6.2.5 NITRATE NO ₃	24
II.6.2.6 NITRITE NO ₂	24
II.6.2.7 Phosphate PO ₄	24
II.7. Origine des pollutions	25
II.7.1. Pollution d'origine domestique	25
II.7.2. Pollution d'origine agricole	25
II.7.3. Pollution d'origine industrielle	26
II.7.3.1. Pollution chimique	26
II.7.3.2. Pollution physique	26
II.7.3.3. Pollution thermique	26
II.7.3.3.1. Les matières en suspension	26

II.7.3.3.2. La radioactivité	26
II.7.4. Pollution microbiologique	26
II.8 Types de pollution	27
II.8.1. Pollution physique	27
II.8.1.1 Pollution solide	27
II.8.1.2 Pollution thermique.....	27
II.8.1.3 Pollution radioactive	27
II.8.2. Pollution chimique.....	27
II.8.3. Pollution biologique.....	27
II.9. Principaux contaminants associés aux rejets urbains et industriels	27
II.9.1 Vecteur de contamination	27
II.9.2 Contamination de	27
II.10. Les maladies et transmission hydrique	28
II.11 Conséquences de pollution de l'eau	28
II.11.1 Sur l'environnement	28
II.11.1.1 L'eutrophisation des milieux	29
II.11.1.2 Des effets toxiques sur les êtres vivants	30
II.11.1.3 La contamination microbiologique des êtres vivants	31
II.11.3 Sur le sol	32
II.11.4 Sur l'atmosphère.....	32
II.11.5 Biodiversité	32
II.12. Réglementation et normes de classification des eaux	33
II.13. Grille de la classification	34

CHAPITRE III

Présentation de la zone d'étude

III.1 Caractéristiques démographiques de la zone d'étude	37
III.2 Activités socio-économiques	38
III.3 Le relief	38
III.4 Situation géographique (Bassin versant Naher Ouaseel)	39
III.5 Cadre géographique de la wilaya de Tiaret	39
III.6 Cadre géographique de la wilaya de Tissemsilt	40
III.7 Géologie	41
III.7.1 Géologie régionale.....	41
III.7.1.1 Lithologie des formations géologiques	41

III.7.1.2 Le Jurassique inférieur-Moyen	41
III.7.1.3 Le Jurassique supérieur	42
III.7.1.4 Le Crétacé	42
III.7.1.5 Le Miocène	42
III.7.1.6 Les dépôts du Plio-Quaternaire	43
III.7.1.7 Le Quaternaire	43
III.8 Hydrologie	44
III.8.1 Eaux de surface et souterraines	44
III.9. Climatologie	44
III.3. Les facteurs climatiques	45
III.4. Les précipitations	45
III.4.1. Les Précipitations moyennes mensuelle	45
III.4.2. Précipitation saisonnier	46
III.5. Température.....	46
III.5.1. Les températures moyennes mensuelles.....	47
III.6. Evaporation	47
III.7. Diagramme ombrothermique	48
III.8. L'humidité	49
III.9. Le vent.....	50
III.10 Fiches techniques des barrages	51
III.11 Les périmètres irrigués	52

Partie expérimentale

Chapitre IV

Matériels et méthodes

IV.1. Matériels et méthodes	56
IV.2. Objectif	56
IV.3. Introduction	56
IV.4. Prélèvement des échantillons	57
IV.5. Prélèvements à partir d'un robinet	57
IV.6. Prélèvement à partir d'une eau de surface (barrage).....	58
IV.7. Choix et stérilisation des récipients	58
IV.8. Transport et conservation au laboratoire.....	59
IV.9. Matériel	60
IV.10. les paramètres physico-chimiques	61

IV.10. 1.Détermination des paramètres physico-chimique	61
IV.10.2. Détermination de Potentiel d'hydrogène (pH).....	61
IV.10.3.Mesure de la température	62
IV.10.4.Détermination de conductivité électrique	62
IV.10.5. Mesure du taux de résidus sec.....	63
IV.10.6.Détermination de la teneur en matières oxydables en milieu acide	63
IV.10.7.Détermination des matières en suspension (MES)	64
IV.10.8.Détermination de l'oxygène dissous	64
IV.10.9.Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)	65
IV.10.10.Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO5)	66
IV.10.11. Détermination des nitrites (NO_2^-) méthode colorimétrique	67
IV.10.12. Détermination des nitrates (NO_3^-)	67
IV.10.13. Détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+)	67
IV.10.14. Détermination des phosphates (PO_4^{3-})	68
IV.11.Normes adoptes dan cette étude	69
IV.11. 1.Différentes classes de qualité	70
IV.12.Ratio de qualité	70
IV.12.1.Ratio DCO/DBO ₅	71
IV.12.2.Ratio DBO ₅ /DCO	71
Conclusion.....	72

CHAPITRE

Résultats et Discussion

V.1. Introduction	74
V.2. Evolution des paramètres de la qualité des eaux	75
V.2.1. Résultats des analyses des eaux brutes et épurées des STEP de Tissemsilt et Tiaret.....	76
V.3.Qualité de l'eau de barrage Bougara	77
V.3.1Evolution saisonnière du volume régularisé de barrage Bougara en 2008	78
V.3.2. Résultats des analyses des eaux de barrage Bougara en 2008	79
V.3.3.Evolution de qualité de l'eau brute du barrage Bougara en 2008	80
V.4.Qualité de l'eau du barrage Bougara	81
V.4.1.Evolution de volume du barrage Bougara en saison 2020	81
V.4.2. Résultats d'analyses saisonnières d'eaux barrage Bougara en 2020	81
V.4.2.1.Evolution des paramètres physico-chimiques (pH, RS, MO) d'eaux barrage B 2020..	82
V.4.2.1.1 Evolution du potentiel d'Hydrogène (pH).....	82
V.4.2.1.2.Evolution de Résidu sec (RS).....	83

V.4.2.1.3.Evolution de la Matière organique (MO)	83
V.4.2.2.Evolution des paramètres de Matière organique (DCO ,DBO5,O2)d'eaux BB 2020...84	
V.4.2.2.1.Evolution de l'oxygène dissous (O2)	84
V.4.2.2.2.Evolution de la Demande Biochimique en Oxygène au bout de 5 jours (DBO ₅)...85	
V.4.2.2.3.Evolution de la demande chimique en oxygène (DCO)	85
V.4.2.3 Evolution des paramètre de Matière azotes (NO ₃ ,NO ₂ ,NH ₄).....	89
V.4.2.3.1 Evolution de nitrate(NO ₃)	90
V.4.2.3.2 Evolution de nitrite(NO ₂)	90
V.4.2.3.3 Evolution de ammonium (NH ₄).....	91
V.4.2.3.4 Evolution Paramètres Matière phosphorée (PO ₄).....	92
V.5.Qualité de l'eau du barrage Dahmouni.....	92
V.5.1.Qualité de l'eau du barrage Dahmouni en 2005	92
V.5.2.Qualité de l'eau du barrage Dahmouni en 2020	93
V.6.Evolution des paramètres physico-chimiques (pH, RS, MO) d'eaux barrage Dahmouni.....	93
V.6.1.Evolution de la potentiel d'Hydrogène (pH)	94
V.6.2.Evolution de la Résidu sec (RS)	94
V.6.3.Evolution de la Matière organique (MO)	94
V.7.Evolution des paramètres de Matière organique (DCO ,DBO5,O2) d'eaux barrage Dahmou ni	94
V.7.1.Evolution de l'oxygène dissous (O2)	95
V.7.2. Evolution de la Demande Biochimique en Oxygène au bout de 5 jours (DBO ₅)	95
V.7.3.Evolution de la demande chimique en oxygène (DCO).....	95
V.8.Evolution des paramètre de Matière azotes (NO ₃ ,NO ₂ ,NH ₄).....	96
V.8.1.Evolution de NO ₃ dans barrage Dahmouni en 2005	96
V.8.2.Evolution de NO ₂ dans barrage Dahmouni saison 2005 Vs 2020	96
V.8.3.Evolution de NH ₄ dans barrage Dahmouni saison 2005 Vs 2020	97
V.8.4.Evolution des Paramètres Matière phosphorée PO ₄ saison 2005 Vs 2020.....	98
V.9.Evaluation de la pollution organique des eaux du barrage Bougara	99
V.10.Evaluation de la pollution organique des eaux du barrage Dahmouni.....	99
V.11. Variation saisonnière de l'indice de biodégradabilité DCO/DBO ₅	100
V.12. Variation saisonnière de l'indice de biodégradabilité DBO ₅ /DCO	100
V.13. Rapport du DCO/DBO ₅ de barrage Bougara 2020	101
V.14. Rapport du DBO ₅ /DCO de barrage Bougara 2020.....	102
V.15. Rapport du DCO/DBO ₅ de barrage Dahmouni 2005	103
V.16. Rapport du DBO ₅ /DCO de barrage Dahmouni 2005	103
V.17. Rapport du DCO/DBO ₅ de barrage Dahmouni 2020	104

V.18. Rapport du DBO5/DCO de barrage Dahmouni 2020	104
Conclusion.....	105
Conclusion générale	107
Références Bibliographiques.....	110

Introduction générale

Introduction générale

L'eau est la ressource la plus essentielle sur notre planète pour tous les êtres vivants, qu'il s'agisse d'êtres humains, d'animaux, de plantes ou de micro-organismes. L'eau joue un rôle crucial dans la santé et le développement de l'homme. Cependant, en raison de l'augmentation de sa consommation par les individus et des problèmes de pollution, principalement dus à l'évacuation anarchique et non traitée des eaux usées, l'eau est de plus en plus contaminée. Il est donc impératif de mettre en place des systèmes de traitement des eaux usées pour assurer leur purification. Depuis l'Antiquité, les êtres humains ont donc mis en place des systèmes d'assainissement dans les villes. [1]

Lorsque l'eau entre en contact avec les sols, elle peut se charger en différents éléments qui influent sur sa qualité. Certains de ces éléments sont présents naturellement dans le sol et déterminent la qualité "naturelle" de l'eau brute. Ainsi, l'eau à l'état naturel peut contenir des matières organiques, des matières dissoutes provenant des sols traversés tels que le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium, les bicarbonates, les sulfates, les chlorures, les métaux lourds, etc. De plus, il peut y avoir des particules en suspension dans l'eau. En outre, certains éléments sont d'origine anthropique, c'est-à-dire qu'ils sont introduits dans l'eau par l'activité humaine. [2]

L'homme et ses activités sont responsables d'une dégradation physique, chimique, biologique et bactériologique des milieux naturels, ce qui perturbe les conditions de vie pour tous les êtres vivants. Les rejets d'eaux polluées dégradent les ressources en eau, ce qui peut avoir des conséquences graves sur l'environnement et entraîner des risques de pénurie. C'est pourquoi il est essentiel de traiter les eaux usées avant de les déverser dans le milieu récepteur. Cette pollution est causée par les eaux contaminées provenant de nos activités domestiques, ainsi que par diverses activités industrielles et agricoles nécessaires pour fournir les aliments et les biens dont nous avons besoin. [3]

Les propriétés physico-chimiques et biologiques de l'eau jouent un rôle crucial dans la structure et le fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Ainsi, les rejets provenant des activités humaines peuvent altérer les caractéristiques chimiques de l'eau, ce qui aura un impact sur les communautés biologiques dans les milieux aquatiques. Les conséquences se traduiront par des modifications de la dynamique de développement, de la biomasse, de l'activité métabolique et de la biodiversité des biocénoses. [4]

Les altérations structurelles et fonctionnelles des communautés biologiques servent de signaux indicateurs de perturbations et sont utilisées par les gestionnaires des milieux aquatiques comme des outils de bio indication. [5]

Selon l'Agence nationale des ressources hydriques (ANRH) en Algérie, des études menées en 2012 révèlent une diminution d'environ 20% de la pluviométrie au cours des dernières décennies

par rapport aux décennies précédentes (1940-1970). Les ressources en eau renouvelables se composent de 16 milliards de mètres cubes d'eau de ruissellement et de 2 milliards de mètres cubes d'eau souterraine. Actuellement, la capacité de stockage est de 4,5 milliards de mètres cubes d'eau répartis dans 98 barrages, mais cette capacité devrait être portée à 7,3 milliards de mètres cubes une fois que les barrages en cours de construction seront mis en service.

Ce potentiel déjà limité est menacé par plusieurs problèmes. Tout d'abord, les barrages et les retenues collinaires sont affectés par un envasement qui dépasse les 60%. De plus, environ 600 millions de mètres cubes d'eau, soit l'équivalent de 10 barrages, sont affectés par la pollution urbaine, industrielle et agricole, rendant cette eau inutilisable. [6]

L'eau est une ressource naturelle très limitée dans les régions semi-arides. Elle est très demandée. Elle est nécessaire à toutes activités socio-économiques. Certaines activités sont plus exigeantes en eau et d'autres plus prioritaires, mais le plus souvent l'eau utilisée est dégradée et polluée. Les rejets issus des utilisations domestiques et industrielles de l'eau peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes pathogéniques, menacent la qualité de l'environnement dans son ensemble.

Cependant si l'eau est préalablement traitée, elle trouve d'autres utilisations surtout dans le domaine agricole, où elle vient valoriser l'itinéraire technique mis en application pour produire plus [7] (Tamrabet et al. 2003). [7]

Selon [8], Durant le mois de Février 2018, un volume de 1,5 million de m³ d'eaux épurées par le 17 STEP, ont servi à l'irrigation de 11 062 hectares de superficies agricoles, soit un taux de la RE-USE de 40% du volume épuré par les 17 STEP concernées et à 9% du volume total épuré par l'ensemble des 146 STEP en exploitation par l'ONA.

Selon [9], Pour le mois de Janvier 2019 ; la gestion et l'exploitation de 153 stations d'épuration, dont : -75 stations à boues activées - 75 stations de lagunage - 03 filtres plantés.

La réutilisation des eaux usées traité est devenue une solution, contre le manque des ressources hydriques qui se traduit par des baisses de rendement dans le domaine agricole ; en Algérie face à ce stress hydriques les agriculteurs irriguent avec des eaux usées brutes (sans épuration), qui est un acte dangereux pour le consommateur des produit agricole et interdit par les lois algérienne publié dans le journal officiel Algérien (JOA). [8]

Notre étude s'inscrit dans le contexte exposé précédemment et a pour objectif principal d'évaluer les impacts des rejets urbains et industriels sur les écosystèmes aquatiques terrestres tels que les barrages. Nous visons spécifiquement à déterminer la qualité globale des eaux de surface en utilisant une approche basée sur des analyses physico-chimiques dans le sous bassin de Nahr Ouassel.

L'objectif de cette étude est d'analyser les impacts des rejets urbains et industriels et évaluer l'intégrité physico-chimique des écosystèmes établis dans les principaux plans d'eau du bassin de Nahr Ouassel

Dans cette étude, une analyse physico-chimique de l'eau a été réalisée sur ces barrages, Les paramètres analysés comprennent, le pH, la conductivité, l'oxygène dissous, les ions ammonium (NH_4^+), les ions nitrite (NO_2^-), les ions nitrate (NO_3^-), les ions phosphate (PO_4^{3-}), la demande biochimique en oxygène (DBO5), la demande chimique en oxygène (DCO) et la matière organique (MO). Les analyses ont été effectuées par le laboratoire de l'Agence nationale des ressources hydrauliques (ANRH) de la wilaya d'Oran.

Les résultats obtenus ont ensuite été comparés aux normes de qualité des eaux des barrages établies par l'ANRH. Cette comparaison a permis d'évaluer la conformité de l'eau des barrages et des eaux épurées provenant de la station d'épuration (STEP) de la wilaya de Tissemsilt par rapport aux normes de qualité en vigueur. La période d'étude (2005 Vs 2020) définit la situation avant et après STEP. [9]

Pour réaliser ce travail, il a été question de le scinder en deux principales parties : une

Partie théorique composé de trois chapitres et une partie pratique contenant deux chapitres.

La première partie de notre étude se concentre sur une synthèse bibliographique qui rappelle les aspects généraux liés à la problématique de l'eau, ainsi que les impacts de la pollution sur les barrages de Dahmouni et Bougara, les dates de mise en service de STEP qui ont été déterminantes pour évaluer la qualité de ses eaux avant et après STEP, En l'occurrence les années 2005 Vs 2020 sont prises comme références pour le barrage Dahmouni et 2008 Vs 2020 pour le barrage de Bougara.

Partie Bibliographique

CHAPITRE I

***Contexte général de la problématique des
écosystèmes aquatiques terrestres du
bassin versant de Nahr Ouassel***

I.1 Introduction :

L'eau est une substance unique parce qu'elle se renouvelle et se nettoie naturellement en permettant au polluants de s'infiltrer (par le processus de sédimentation) ou de se détruire, en diluant les polluants au point qu'ils aient des concentrations qui ne sont pas nuisibles. Cependant, Ce processus naturel prend du temps et devient très difficile lorsqu'il y a une quantité importante de polluants qui sont ajouté à l'eau. Les gens utilisent de plus en plus des matières qui polluent ces eaux.

L'eau est une substance exceptionnelle en raison de sa capacité naturelle à se régénérer et à se purifier. Elle permet aux polluants de s'infiltrer, notamment grâce au processus de Sédimentation, ou de se décomposer en diluant leur concentration à des niveaux non nuisibles. Cependant, ce processus naturel nécessite du temps et devient extrêmement difficile lorsque de grandes quantités de polluants sont ajoutées à l'eau. Malheureusement, l'utilisation croissante de substances polluantes par les individus aggrave cette situation.

Riche en écosystèmes aquatiques, l'Algérie est parmi les pays d'Afrique les plus menacés par le fléau de la pollution de ses eaux, bien peu de cas de maladies à transmission hydrique sont enregistrés en Algérie durant ces dernières années (Ministère de la Santé, 2010-2014), la pollution des eaux continue de poser un problème sérieux pour l'homme et son environnement.

Dans ce chapitre nous allons donner un aperçu sur la problématique de l'eau en Algérie et les impacts des rejets urbains et industriels sur les écosystèmes aquatiques terrestres, ainsi que les impacts de la pollution sur les barrages de Dahmouni et Bougara en opposant les années de références marquantes de deux périodes caractéristiques : avant et après mise en service des STEP respectives de Tiaret et de Tissemsilt.

I.2-Cycle de l'eau dans la nature:

L'eau suit un cycle bien connu, comprenant les étapes d'évaporation, de condensation et de précipitation. Lorsque l'eau

S'évapore à la surface des océans, elle se condense dans l'atmosphère pour finalement retomber sous forme de pluie, de neige, etc., comme illustré dans la figure 1.

Pendant son trajet à travers l'atmosphère, l'eau à la capacité de dissoudre certains gaz présents dans l'air, tels que l'azote, l'oxygène et le gaz carbonique. Lorsqu'elle ruisselle à la surface des

Sols, elle peut également se charger de débris de roches, d'argile ou de végétaux. Ainsi, les eaux présentent toujours une certaine teneur en matières dissoutes d'origine minérale et/ou organique.

En résumé, l'eau transporte des gaz et des particules lors de son cycle naturel, ce qui lui confère une composition chimique variable en fonction de son environnement et de son parcours à travers l'atmosphère et les sols.



Figure N° 01 : Cycle de l'eau.

I.3.Répartition de l'eau sur terre :

Selon [9], la quantité totale d'eau présente sur notre planète est estimée à environ 1400 millions de kilomètres cubes (km³). Cependant, la répartition de cette eau est inégale et se présente sous différents états. La grande majorité de l'eau, soit environ 97 %, se trouve dans les mers et les océans, et elle est salée, ce qui la rend généralement inutilisable directement par l'homme. Environ 2 % de l'eau totale est gelée dans les glaciers et les calottes

Glaciaires, tandis que les nappes phréatiques très profondes retiennent une petite partie de l'eau restante.

Cela signifie que seulement une fraction minuscule de l'eau sur Terre, environ 0,4 % des disponibilités totales en eau douce, est directement exploitable par l'homme. Cette eau douce

Exploitable se trouve dans les rivières, les lacs, les réservoirs, les marais et les nappes d'eau souterraine peu profondes.

Les Figures N°: 02, 03 et 04. Illustrent cette répartition inégale de l'eau sur Terre, mettant en évidence la faible proportion d'eau douce disponible pour les besoins humains par rapport à la quantité totale d'eau présente.

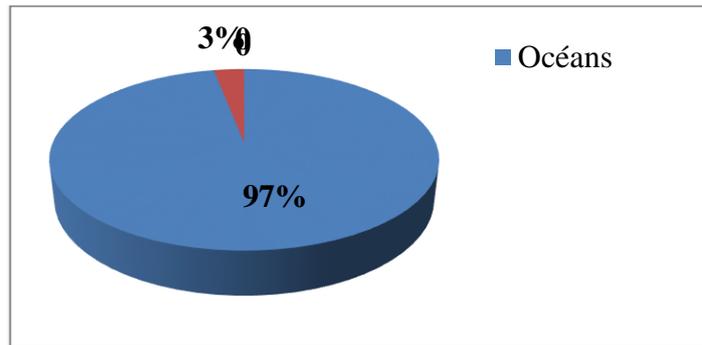


Figure N° 02 : Répartition de l'ensemble de l'eau [9]

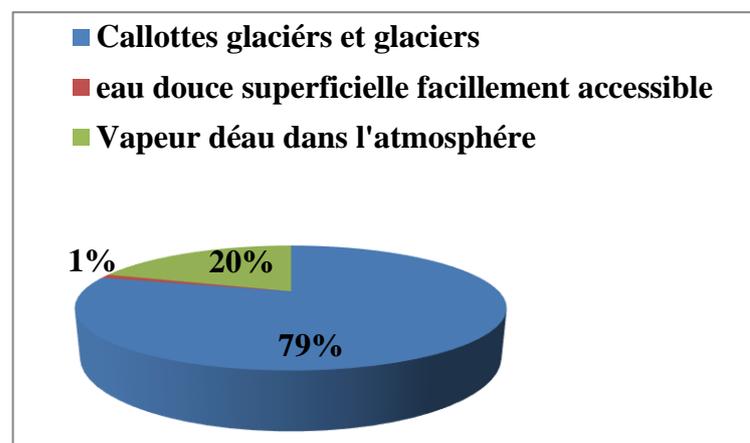


Figure N° 03 : Répartition de l'eau douce [9];

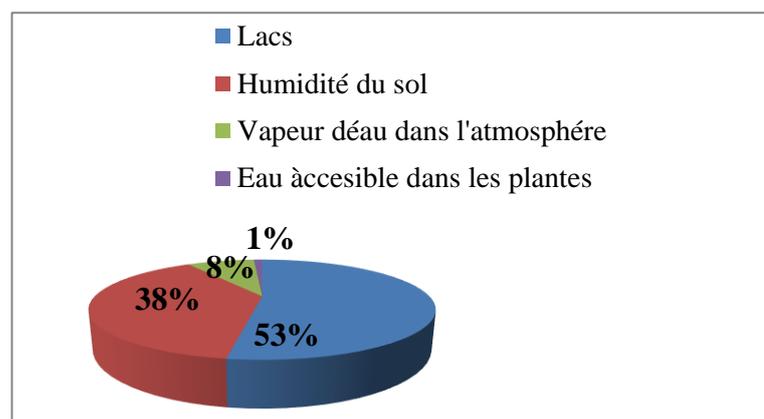


Figure N° 04 : Répartition de l'eau douce superficielle facilement accessible (Lean et Hinrichsen, 1994 in Bouziani, 2006).

I .4.Etude des impacts des rejets urbains et industriels sur les écosystèmes aquatiques terrestres

Les négatifs rejetés urbains et industriels peuvent avoir de nombreux impacts sur les écosystèmes aquatiques terrestres. Voici quelques-uns des principaux effets :

I .4.1.Pollution de l'eau :

Les rejets urbains et industriels contiennent souvent des substances chimiques nocives telles que des métaux lourds, des produits chimiques toxiques, des huiles et des graisses. Lorsqu'ils intègrent les écosystèmes aquatiques terrestres, ces polluants peuvent contaminer l'eau, rendant l'environnement inadapté à la vie aquatique. Cela peut entraîner la mort de plantes et d'animaux aquatiques, ainsi que la perturbation des chaînes alimentaires.

I .4.2.Réduction de la qualité de l'eau :

Les rejets urbains et industriels peuvent provoquer une augmentation de la turbidité de l'eau en raison de la sédimentation des particules en suspension.

I.5.Réutilisation Des Eaux Usées Interdite :

La réutilisation des eaux usées non traitées est formellement interdite par la loi n° 83-03 du 5 février 1983, relative à la protection de l'environnement et la loi n° 83-17 du 16 juillet 1983, portant le code des eaux. Les valeurs maximales de rejets d'effluents liquides par les établissements industriels sont définies par le décret 93-160 du 10 juillet 1993 qui charge également les Inspections de l'Environnement des wilayas (IEW) d'effectuer les contrôles (LAID BOUCHAALAL 2017).

Sachant que la loi Algérienne se base sur les directives de l'organisation mondiale de la santé(OMS).

I 5.1.Réutilisation des eaux usées au monde

A l'échelle mondiale la réutilisation des eaux usées s'est fortement accélérée durant la dernière décennie. Des croissances de 10 à 30% par an ont été observées en Europe, aux EtatsUnis et en Chine et de plus de 40% en Australie. On estime qu'actuellement, 1,5 à 1,7 millions de m³ d'eau par jour sont respectivement réutilisés en Californie, en Floride, au Mexique, en Chine. Le potentiel de développement reste considérable puisqu'on estime que seulement 5% des eaux usées traitées, à l'échelle du globe, sont actuellement réutilisées ce qui représente tout de même un volume de 7 milliards de m³ d'eau par an, à comparer à une demande d'eau globale qui se situerait autour de 4000 milliards de m³. Les figures et 9 ; ci-après donnent quelques éléments quantitatifs sur les volumes et les types d'utilisation dans différentes régions du monde.

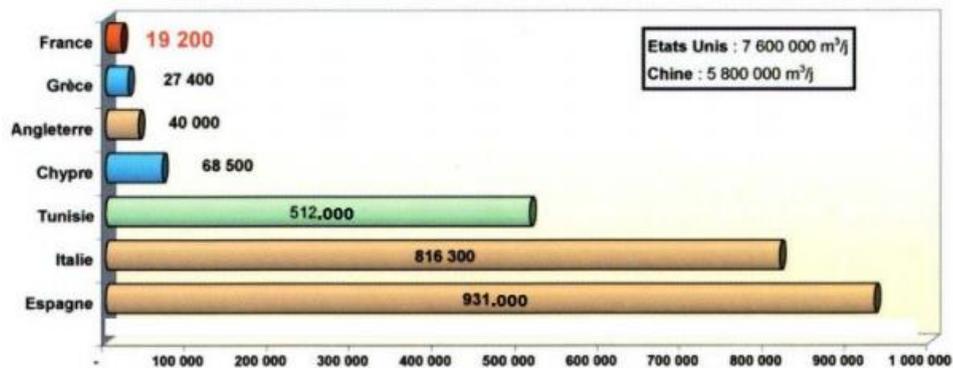
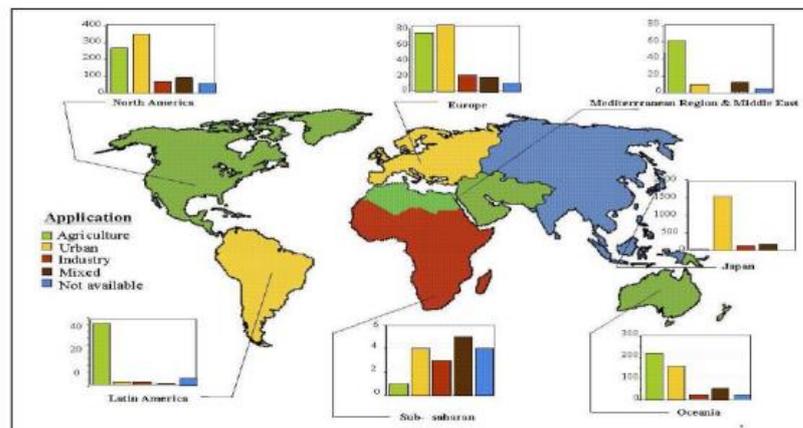


Figure 05: Volume moyen journalier des eaux usées réutilisées en Europe et quelques pays méditerranéens (Jimenez et Asano, 2007)



FigureN°06 : Différents types de réutilisation suivant les zones géographiques (Mm3/j) (FAO, 2010). [10]

I 5.2. Réutilisation des eaux usées sans traitement en Algérie

En Algérie la réutilisation des eaux usées brutes en agriculture, quoique interdite par la loi (Tamrabet, 2007) [11] est devenue une réalité. Selon (Tijani2008), [12] 8% des terres irriguées, notamment en petite et moyenne hydraulique, reçoivent des eaux usées non traitées. Cette pratique ne cesse de se développer en aval des centres urbains, des grandes et petites agglomérations (Tamrabet et al, 2007).[13] De ce fait de gros efforts sont à déployer à tous les niveaux aussi bien techniques, institutionnels, que règlementaires, pour améliorer le niveau d'utilisation avec le minimum de risques (M AZRO ; 2017).

I.6.Problématique de l'eau en Algérie

La situation de l'eau en Algérie présente plusieurs défis importants. Les ressources hydriques naturelles du pays sont estimées à environ 18 milliards de mètres cubes par an, réparties entre les régions du Nord et les régions sahariennes.

Dans les régions du Nord, on estime que 12,5 milliards de mètres cubes d'eau sont disponibles chaque année, dont 10 milliards d'écoulements superficiels et 2,5 milliards de ressources souterraines renouvelables. Quant aux régions sahariennes, elles disposent de 5,5 milliards de mètres cubes d'eau par an, dont 0,5 milliard proviennent des écoulements superficiels et 5 milliards de ressources souterraines fossiles.

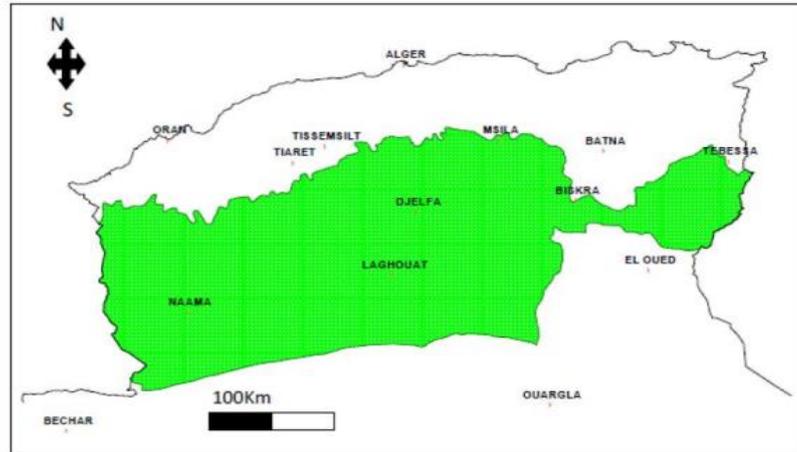
L'irrigation représente une part importante de la consommation d'eau en Algérie, couvrant environ 62 % de la demande totale du pays. La demande en eau potable a également augmenté depuis les années 1970, représentant environ 35 % de la demande totale. En revanche, le secteur industriel ne consomme qu'environ 3 % des besoins en eau.

Face à cette situation, les autorités algériennes ont adopté une nouvelle politique pour lutter contre le stress hydrique. Cela comprend l'utilisation des eaux non conventionnelles, telles que le dessalement de l'eau de mer, avec une capacité de production totale de 2,1 millions de mètres cubes par jour en 2013. De plus, les eaux usées épurées provenant de 239 stations d'épuration sont réutilisées, atteignant un volume de 1,2 milliard de mètres cubes par an en 2014.

Ainsi, les pouvoirs publics ont ces mesures entreprises pour faire face aux défis de l'eau en Algérie, notamment en diversifiant les sources d'approvisionnement et en encourageant l'utilisation rationnelle de l'eau.

I.7.La steppe en Algérie

En Algérie, les écosystèmes steppiques arides, sont marqués par une grande diversité paysagère en relation avec une grande variabilité des facteurs écologiques. Les parcours steppiques constituent la principale source de l'alimentation du bétail, bien qu'ils soient très dégradés et difficiles prévoir d'une année à l'autre. (KANOUN et al 2013)[21] Les steppes sont localisées entre l'atlas tellien au nord et l'atlas saharien au sud. Selon (NEDJRAOUI, 2001)[22] .on en distingue deux grands ensembles: les steppes occidentales, qui sont constituées des hautes plaines sud oranaises et sud algéroises, dont l'altitude décroît du djebel M'zi l'ouest (1200m) à la dépression salée du Hodna au centre (11000ha), les steppes orientales se situent à l'est du Hodna, elles sont formées par les hautes plaines du sud constantinois, ces hautes plaines sont bordées par le massif des autres et des Némemchas.



Carte 01: Délimitation des steppes algériennes (NEDJRAOUI, 2008)

1.8. Station d'épuration (STEP)

Les réseaux d'assainissement constituent un élément essentiel : ils collectent ces eaux et les transportent vers les installations de traitement, avant le rejet dans le milieu récepteur. Ces traitements sont réalisés dans des stations d'épurations où se dégradent et se séparent les polluants de l'eau (particules et substances dissoutes) par des procédés physiques, chimiques et biologiques, pour ne restituer au milieu récepteur qu'une eau de qualité acceptable.

Une STEP constitue une voie d'élimination des eaux usées dans la mesure où celles-ci y subissent toute une batterie de traitements avant leur déversement dans le milieu naturel. Elle est généralement placée à l'extrémité aval d'un réseau et est conçue pour épurer les eaux usées et limiter l'apport en excès de matière organique, substances minérales telles que les nitrates et les phosphates dans les milieux récepteurs.

Sachant que certaines substances contenues dans un effluent, à partir d'une certaine concentration, peuvent constituer un danger pour la communauté aquatique, l'épuration des eaux usées diminue l'impact de celle-ci sur les écosystèmes.

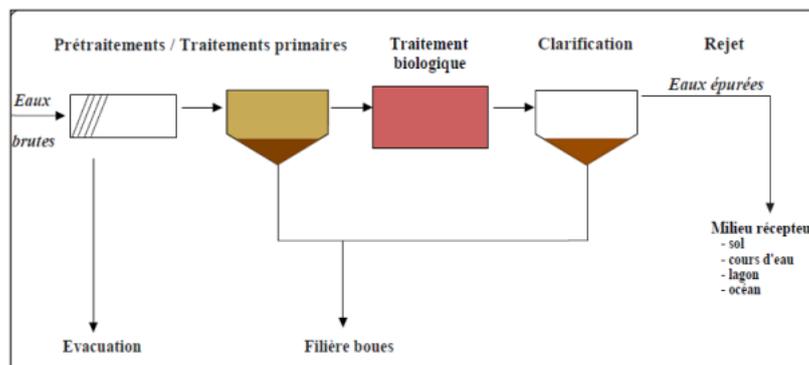


Figure N°07: Principe général de fonctionnement d'une STEP à procédé biologique

I .8.1. STEP de Tiaret :



Figure N°08 : La station d'épuration (**Ain Bouchakif**) de la wilaya de Tiaret.

La STEP de Tiaret est localisée dans la commune d'Ain Bouchekif, située à 4,5 km de la ville de Tiaret. Elle est accessible par la route qui débouche directement dans le chemin wilaya N°07. Cette zone est caractérisée par une activité agricole et par la présence Oued Nouria à long 17 km. Qui déverse directement dans le barrage Dahmouni.

I .8.2. STEP de Tissemsilt :



Figure N°09 STEP Tissemsilt (**Originale; 2019**).

La station d'épuration (S.T.E.P) de Tissemsilt est située à 07 km de la ville sur la route d'Alger.

Cette station elle s'étale sur Une superficie de 07 Hectare avec une altitude de 850 m (**ANDI, 2013**).

I.9. Les barrages

Les barrages ont été longtemps le principal vecteur disponible en matière de domestication des eaux superficielles en Algérie.

Contrairement à certaines idées reçues, en Algérie. Les barrages ne sont pas les principaux pourvoyeurs d'eau. Ils sont largement dépassés par les forages et selon certaines études. Même par les possibilités qu'offrent les puits et les prises au fil de l'eau.

Le cycle économique de l'eau est en fait d'abord fondé sur les forages, puis sur les ouvrages dits de petite hydraulique et seulement en derniers lieu sur les barrages .

Globalement, la capacité de mobilisation installée est répartie entre les barrages (21.4%), les forages (72.6%) et les sources (6%). (Bedoui, 2006). [26]

Les barrages Algériens sont de moyenne capacité, le plus grand d'entre eux a une capacité de 1 milliard de m³ (Béni Haroun de Mila).

Les barrages ont commencé à être érigés en Algérie à partir du 19^{ème} siècle, c'est le cas du premier barrage construit à Merad (W. Tipaza). Depuis 1962, de nombreux barrages ont été réalisés, 110 barrages sont aujourd'hui en exploitation dont 43 avec une capacité Supérieure à 10 millions de m³ et un volume régularisé globale de l'ordre de 1.988 millions de m³ ; 22 ouvrages sont en construction et 52 en projet. (Bedoui, 2006).

Les barrages dont la capacité est supérieure à 10 millions de m³, mis en service à ce jour, permettent avec une capacité totale de 4.9 milliards de m³ et un volume régularisé un volume annuel estimé à 1.75 milliard, ce qui représente environ 40% du potentiel mobilisable. Ce taux serait porté avec les barrages en cours de construction à 60 %. Si on ne tient pas compte des volumes utilisés pour la production d'énergie électrique à travers les barrages d'Erraguene et d'EghilEmda, les ressources en eau déjà mobilisées sont réparties approximativement pratiquement à parts égales entre l'irrigation et l'alimentation en eau potable et industrielle.

Avec les barrages en cours de réalisation la capacité totale passerait à 7 milliards de m³. NB : Certains barrages achevés même avant 1990 ne sont pas exploités ou ne le sont pas de façon optimale parce que les infrastructures à l'aval ne sont pas terminées ou pas lancées du tout, ex celui de Hammam Débagh.

I.9.1. Les problèmes rencontrés :

L'eau en Algérie se expose à de très graves problèmes dont on site :

- Des disponibilités en eau limitées.
- De longues Séquences de sécheresses.
- Une connaissance des ressources en eau encore insuffisante.
- Des capacités de stockage amoindries dans les barrages.

- Faiblesse des ressources en eau exploitables.

I .9.2.Barrage de Dahmouni :

- ❖ Objectifs

Afin de répondre aux besoins agro-industriels, la réalisation du barrage de Dahmouni fut lancée en 1982 et achevée en 1987 date de sa mise en eau.

- ❖ Caractéristiques techniques

- Digue en terre
- Hauteur 35 m
- longueur de la crête 885 m



Figure N°10 : Barrage Dahmouni

I.9.3 Barrage Bougara :

Il est destiné à stocker 13 Hm pour de fins d'irrigation.

- Digue en terre
- Hauteur de la digue : 20m
- Longueur de crête : 300 m



Figure N°11: Barrage C.Bougara (Photo original, 2021)

La superficie du bassin versant du barrage Bougara est de 454 Km² et qui englobe neuf communes dont les superficies sont illustrés.

I .10. Signification d'un bassin versant

Un bassin versant est une région géographique délimitée par des lignes de crête où les eaux de pluie et de fonte des neiges convergent vers un point commun, généralement un cours d'eau principal. Il joue un rôle crucial dans le cycle de l'eau en collectant et en acheminant les précipitations vers les cours d'eau et les rivières, tout en transportant également les particules de matière, telles que les solutés et les sédiments, des terres vers les océans. Le bassin versant agit comme un système hydraulique intégré, fournissant à la fois une voie de drainage pour les eaux et un moyen de transport pour les matériaux vers leur destination finale (Fort, 2015).

Le bassin versant est une entité géographique définie par des lignes de crête, au sein de laquelle toutes les eaux de surface et/ou souterraines s'écoulent naturellement en suivant la pente naturelle des versants vers un point de sortie commun. Il représente une portion de territoire qui collecte toutes les précipitations et les achemine vers un même endroit. Cette caractéristique est essentielle pour comprendre le fonctionnement hydrologique d'une région donnée, car les eaux de pluie ou de fonte des neiges provenant de divers endroits du bassin versant convergent vers un exutoire unique, tel qu'un cours d'eau principal ou une embouchure.

Met en évidence l'importance du bassin versant en tant que système hydraulique intégré, où les eaux se rassemblent et sont drainées de manière cohérente vers une destination commune (Marie-Pierre en 2008). [30]

I .10.1. Les différentes fonctions d'un bassin versant

Un Bassin versant remplit plusieurs fonctions (Figure1) Les fonctions hydrologiques, écologiques et socio-économiques ne sont que quelques exemples.



Figure N° 12: Schéma d'un bassin versant et ses différentes fonctions.

CHAPITRE II

Les rejets urbains et industriels

Introduction

Les rejets urbains et industriels font référence aux rejets d'eaux usées provenant des zones urbaines et des activités industrielles. Ces rejets comprennent une grande variété de substances et de polluants qui peuvent avoir des impacts négatifs sur l'environnement et la santé humaine.

Les rejets urbains désignent les eaux usées rejetées par les activités domestiques, commerciales et institutionnelles dans les zones urbaines. Ils comprennent les eaux de toilettes, les eaux de lavage, les eaux de cuisine, les eaux de pluie fournies par les systèmes d'assainissement, ainsi que les rejets provenant des stations d'épuration des eaux usées. Les eaux usées urbaines peuvent contenir diverses substances telles que des matières organiques, des nutriments (azote et phosphore), des produits chimiques, des micro-organismes pathogènes, des métaux lourds et d'autres contaminants provenant des activités humaines.

Les rejets urbains et industriels peuvent présenter des caractéristiques physicochimiques et biologiques spécifiques en fonction des activités humaines et des sources de contamination. Les paramètres couramment surveillés dans ces rejets comprennent la demande biochimique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO), les matières en suspension, les nutriments tels que l'azote et le phosphore, les métaux lourds, les substances toxiques, les micro-organismes pathogènes, le pH, la température, etc.

Il est essentiel de surveiller, contrôler et traiter les rejets urbains et industriels afin de minimiser leur impact sur l'environnement et de préserver la qualité des ressources en eau. Des réglementations strictes sont souvent mises en place pour limiter les niveaux de pollution autorisés et encourager l'adoption de pratiques et de technologies plus respectueuses de l'environnement. Le traitement des eaux usées, y compris le traitement physicochimique et biologique, est souvent mis en œuvre pour éliminer ou réduire les contaminants avant le rejet dans les milieux naturels.

En résumé, les rejets urbains et industriels sont des rejets d'eaux usées provenant des zones urbaines et des activités industrielles. Ils peuvent contenir une variété de contaminants et fournir une gestion adéquate pour prévenir la pollution de l'eau et préserver la santé des écosystèmes aquatiques

II.1 Définition:**II.1 .2. La pollution des eaux:**

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique et biologique ou Bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités.

Les eaux polluées peuvent s'infiltrer et polluer les eaux souterraines ou bien rester en Surface (lacs, mers, cours d'eau ... etc.), donc elles peuvent causer de sérieux problèmes d'hygiène et réduire les sources d'eau potable (**GUERCHI et BOUZAR ; 2010**).



Figure N°13: pollution de l'eau

II.1.3. Principe de la pollution :

Un polluant est un agent physique, une substance chimique ou biologique issu de l'activité humaine provoquant sous une intensité ou une concentration anormale une dégradation de la qualité de l'eau naturelle.

Le pouvoir polluant d'une substance est déterminé par deux facteurs principaux:

La dose d'introduction dans le milieu récepteur, déterminée par la concentration dans l'eau et le volume d'eau en mouvement, véhicule de transport.

La fréquence des apports, dont la répétition accroît les risques par effet cumulatif.

II.4. Les caractéristiques physico-chimiques des eaux de surface :

Du fait qu'elle dissout ce qui est soluble, qu'elle déplace ce qui flotte, et qu'elle dissimule

Se qui coule, l'eau est utilisée, qu'on le veuille ou non, pour évacuer se qui gêne et accède ainsi

Au statut peu enviable de véhicule privilège de la pollution. Mais il y a eau et eau selon qu'elle Court ou elle stagne. Non pas qu'il s'agisse de séparé radicalement ces deux types d'eau et D'imaginé le territoire sillonné d'une part de rivière dont l'eau jaillirait des sources pour se

Précipiter vers la mer, et criblé d'autre part de lacs dont l'eau proviendrait des seules pluies Tombant à l'intérieur de leur périmètre ou de l'affleurement d'éventuelles nappes phréatiques.

La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par L'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Au cours de son Cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitutifs des terrains. Par échange à la Surface eau-atmosphère ces eaux se chargent en gaz dissous (oxygène, azote, gaz carbonique)

II.5. Caractéristiques des eaux usées :

Les normes de rejet des eaux usées, fixent des indicateurs de qualité physicochimique et biologique. Ce potentiel de pollution généralement exprimés en mg/l, est Quantifié et apprécié par une série d'analyses. Certains de ces paramètres sont Indicateurs de modifications que cette eau sera susceptible d'apporter aux milieux Naturels récepteurs. Pour les eaux usées domestiques, industrielles et les effluents naturels, on Peut retenir les analyses suivantes :

II .6. Les paramètres physico-chimiques :

Ils résultent de l'introduction dans un milieu des substances conduisant à son altération, se traduisant généralement par des modifications des caractéristiques physicochimiques du milieu récepteur. La mesure de ces paramètres se fait au niveau des rejets, à l'entrée et à la sortie des usines de traitement et dans les milieux naturels.

Paramètres physiques

II.6.1.1 La température :

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32°C par contre, elle est fortement diminuée pour des Températures de 12 à 15°C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C (Bollags JM 1973 ; Rodier et al, 2005).

II.6.1.2. La turbidité

Est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées.

Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau.

II.6.1.3. Les matières en suspension (MES)

Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques (MVS) ou minérales (MMS), non dissoutes. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel.

L'abondance des MES dans l'eau augmente la turbidité, réduit la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'un cours d'eau, entraînant ainsi une chute en oxygène dissous et freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la réitération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommables d'oxygène (Duguet et al, 2006).

II.6.1.4 Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau entre deux électrodes métalliques. La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions. Ainsi, plus l'eau contient des ions comme le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), le sodium (Na^+), le potassium (K^+), le bicarbonate (HCO_3^-), le sulfate (SO_4^{2-}) et le chlorure (Cl^-), plus elle est capable de conduire un courant électrique et plus la conductivité mesurée est élevée. (Mokeddem, K, Ouddane, S., 2005)

L'unité de conductivité est le siemens paramètre (S/m). Un conductimètre est un appareil permettant de mesurer la conductivité électrique de l'eau.

Tableau N°01 : Qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique.

Conductivité électrique (exprimée en $\mu\text{s}/\text{cm}$)	Qualité de l'eau
50 à 400	Excellente
400 à 750	bonne qualité
750 à 1500	médiocre mais eau utilisable
> à 1500	minéralisation excessive

II.6.1.5. La Salinité :

La salinité désigne la quantité de sels dissous dans un liquide, notamment l'eau qui est un puissant solvant pour de nombreux minéraux. Nous ne faut pas confondre la salinité avec la dureté de l'eau qui est relative à son dosage en calcium et magnésium. Ces derniers officiellement mesurée à Ig/kg ou en PSU (pratiques salinité unité).

II.6.1.6. Couleur

La couleur de l'eau résulte des éléments qui s'y trouvent à l'état dissous

Colloïdal. Une eau colorée n'est pas agréable pour les usages domestiques, car elle présente toujours un doute sur sa potabilité. La couleur grise de l'égout est d'origine domestique, alors qu'une couleur noire indique une décomposition partielle de la matière organique. Les autres nuances indiquent un apport d'eau résiduaire industrielle (Guerre. H et Gommela. C, 1978).

II.6.1.7 Odeur

Le test d'odeur ne constitue pas une mesure mais une appréciation, et/ou un Caractère personnel. Les odeurs proviennent des produits chimiques, des matières organiques en décomposition (en anaérobie) et des protozoaires ou d'organismes aquatiques (Rodier.J, 2005).

Paramètres chimique

II.6.2.1 Oxygène dissous :

Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène, alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous saturée. En effet, la forte présence de matière organique, dans un plan d'eau par exemple, permet aux micro-organismes de se développer tout en consommant de l'oxygène. (Rodier et al. 1996)

II.6.2.2 Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et un développement Correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise Entre 6 et 9. L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les Autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur Mobilité en solution bio disponible et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important Dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne Se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7,5 et 9 (Métahri, M.2012). [38]

II.6.2.3 La demande biochimique en oxygène (DBO5)

La DBO5 comme étant la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C à l'obscurité et pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée. Ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour la mesurer, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours ; c'est la DBO5. Elle se résume à la réaction chimique suivante :

Substrat + micro organisme + O₂ → CO₂ + H₂O + énergie + biomasse

II.6.2.4 La demande chimique en oxygène (DCO)

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non contenue dans les eaux à l'aide du bichromate de potassium à

150°C. Elle est exprimée en mg O₂/l. La valeur du rapport DCO/DBO indique le coefficient de biodégradabilité d'un effluent, il permet aussi de définir son origine (Suschka. J et Ferreira.

E, 1986).

Généralement la valeur de la DCO est;

La relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la DBO5 et la DCO est donnée par l'équation suivante :

$$MO = (2 DBO5 + DCO)/3 \text{ (Métahri, M.2012).}$$

II.6.2.5 Nitrate NO₃

Les nitrates (NO₃ -) Les nitrates représentent la forme la plus oxygénée, c'est une forme très soluble. Sa présence dans l'eau est liée à l'utilisation des engrais chimiques (BENELHADJ DJELLOUL. A ; 2013).

II.6.2.6 Nitrite NO₂

Les nitrites (NO₂ -) Les nitrites sont appelées aussi azote nitreux, représentent une forme moins oxygénée et moins stable. Elle représente la forme du passage entre les nitrates et l'ammonium, c'est une forme toxique. (BENELHADJ DJELLOUL A ; 2013).

II.6.2.7 Le phosphate PO₄ : Le phosphate est la forme sous laquelle le phosphore peut être assimilé par les êtres vivants ; en particulier les algues. Les phosphates échappent en majeure partie (80%) au traitement des stations d'épuration biologique classique et de ce fait, se retrouvent dans les rejets. Des teneurs supérieures à 0.5mg/l dans les eaux naturelles doivent constituer un indice de pollution (RODIER J., 1996).

II.7. Origine des pollutions :**II.7.1. Pollution d'origine domestique**

D'après PEDOYA ; 1993, cette pollution provenant des habitations, elle est en générale véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration.

La pollution domestique par: des germes fécaux, des fortes teneurs en matière organique, des sels minéraux (N, P), des détergents.

II.7.2. Pollution d'origine agricole

Elle est causée par l'utilisation massive des engrais chimiques et des pesticides, l'utilisation de l'engrais chimique en agriculture peut donner lieu à une pollution accidentelle des eaux superficielles et souterraines, par suite de l'entraînement dans le sol, des constituants les plus habituellement contenues dans les engrais tel que: les nitrates, les chlorures, le potassium .

II.7.3. Pollution d'origine industrielle

Selon le type d'activité industrielle, les polluants peuvent être des substances organiques banales, produits organiques de synthèse, hydrocarbures, sels minéraux, et métaux lourds. Une eau usée résiduaire industrielle, c'est l'eau rejetée après un traitement primaire par cette activité industrielle dans le milieu extérieur, après avoir contribué à la fabrication

II.7.3.1. Pollution chimique

L'eau par son pouvoir dissolvant dissout les substances rejetés par l'activité humaine, les pollutions chimiques sont nombreuses et d'origines diverses: sels minéraux dissous, métaux lourds, pesticides, détergents et hydrocarbure.

II.7.3.2. Pollution physique

Les trois principaux agents physiques de la pollution sont: le transport de la matière solide en suspension, la radioactivité et la chaleur.

II.7.3.3. Pollution thermique

Du au réchauffement des eaux de rivières dans les turbines des centrales électriques, ou par les rejets d'eaux de refroidissement des usines.

II.7.3.3.1. Les matières en suspension

Il s'agit de matière qui ne sont ni solubilisées, ni colloïdales, on peut considérer qu'elles représentent un intermédiaire entre les particules minérales du type sable ou poussière de charbon et les particules minérales de type mucilagineux.

II.7.3.3.2. La radioactivité

La radioactivité est potentiellement la plus dangereuse des pollutions physiques, c'est pourquoi tous les rejets sont sévèrement réglementés et contrôlés, les radios éléments présents dans les organismes vivants constituent les sources naturelles de radioactivité dans les eaux.

Cette radioactivité est due à des éléments dissous à partir de ces sources naturelles, les radioactivités des eaux souterraines est essentiellement due à l'élimination du radium qui est présent dans toutes les roches et la présence d'autres radios éléments tels que l'uranium, le thorium, le plomb associée aux roches granitiques avec des dépôts d'uranium (DEGREMENT, 1989).[45]

II.7.4. Pollution microbiologique

Les eaux d'égout contiennent une multitude d'organismes vivants apportés par les excréments d'origine humaine ou animale, la nature de la pollution bactérienne est très variée et la présence importante des staphylocoques, Escherichia. Coli, Salmonelles, Shigelles, les virus...etc.

Le rôle des ces bactéries comme témoin de pollution est connue depuis longtemps et différents rapports ont été établis entre la contamination des eaux, la présence des bactéries et des maladies déclarées chez les individus présents dans le voisinage immédiat de la zone de rejets (HUGUES et LORAUX 1991).

II.8 Types de pollution

II.8.1. Pollution physique

Selon Benkaddour (2018), la pollution physique est produite par divers éléments solides transportés par les déchets ménagers et industriels, nous distinguons :

II.8.1.1 Pollution solide : particules solides de l'eau industrielles et eaux de ruissellement et issue des décharges de déchets à ciel ouvert.

II.8.1.2 Pollution thermique : généralement causée par l'eau dans le circuit de chauffage. L'usine se refroidit, en fait, tout changement de température de l'eau aura impact significatif sur l'équilibre écologique du milieu aquatique naturel et de l'environnement survie des organismes vivants.

II.8.1.3 Pollution radioactive : liée au rejet d'éléments radioactifs dans les installations et installations centrales nucléaires et usines de traitement des déchets radioactif.

II.8.2. Pollution chimique Cela est dû à la nature organique et minérale des polluants chimiques de différentes activités humaines. Ce type de pollution comprend les solvants, les métaux (zinc, plomb, cadmium,), hydrocarbures aromatiques polycycliques, bi-phényles poly-chlorés, médicaments, pesticides, sel, etc. (Gis, 1996).

II.8.3. Pollution biologique

Il provient de nombreuses sources, telles que les hôpitaux, l'agriculture et évacuation des eaux usées. Ensuite, les microorganismes pathogènes (bactéries, virus, parasites), qui peuvent être dangereux pour l'environnement et la santé humaine (François, 2009).

II.9. Principaux contaminants associés aux rejets urbains et industriels**II.9.1 Vecteur de contamination :**

D'après Osset (2001), à travers la chaîne alimentaire, les poissons vont contaminer l'homme, consommateur de manière chronique. Ceci constitue un problème sanitaire. Aujourd'hui, Pb, Cd, PCB et dioxines véhiculés par les poissons sont reconnus comme cancérigène très probable outre leur toxicité chronique plus spécifique.

Les dangers liés à l'exposition chronique, il suscite le plus d'inquiétude vis-à-vis du grand public concerne le risque cancérigène quand on sait que le cancer est la première cause de mortalité en France dans la tranche d'âge 35-64 ans, et la seconde tous âges confondus (Osset, 2001).

Le risque pour la santé humaine doit prendre en compte des données épidémiologiques, telles que l'existence de populations cible car fortement consommatrices et des populations à risque telles que femmes enceintes, personnes débilitées, jeunes enfants (Osset, 2001).

En billon, les analyses de contaminant dans la chair des poissons présentant un double intérêt, sanitaire d'abord, puis dans le suivi des milieux (Osset, 2001).

II.9.2 Contamination de l'eau :

Les métaux présents dans l'eau peuvent exister sous forme de complexes, de particules Ou en solutions. Les principaux processus qui gouvernent la distribution et la répartition des Métaux lourds sont la dilution, la dispersion, la sédimentation et l'adsorption/désorption.

Certains processus chimiques peuvent néanmoins intervenir également. C'est ainsi que la Spéciation selon les diverses formes solubles est régie par les constantes d'instabilité des Différents complexes, et par les propriétés physico-chimiques de l'eau (pH, ions dissous, et Température) (Harte, 1991).

Les principales sources de contamination de l'eau sont les suivantes :

- Les eaux usées domestiques et industrielles ;
- La production agricole ;
- Les polluants atmosphériques ;
- Les anciennes décharges ;
- L'utilisation de substances dangereuses pour l'eau ;
- La navigation, etc. (Fishbein, 1981).

II.10. Les maladies et transmission hydrique

Les principales maladies d'origine microbienne qui peuvent être répandues par voie hydrique sont les fièvres entérales les gastro-entérites (typhoïde, paratyphoïde, salmonelloses) le cholera, la dysenterie bactérienne, parmi les maladies moins fréquentes il faut citer certaines formes de tularémie et la jaunisse hémorragique (maladie de Weil) il faut Mentionner aussi la dysenterie amibienne (due au protozoaire parasite) (GOMELLA, et GUERRE 1978).

Tableau N° 02 : origines et maladies provoquées (GAID, 1984).

Organismes	Maladie	Origines
Shigelles	Dysenterie bacillaire	Eau usée
Brucella	Brucellose	Eau usée, lait
M. Tuberculose	Tuberculose	Eau de sanatoriums et des hôpitaux
Entamoeba, Hystolitica	DYSENTERIE amibienne	Engrais eaux contaminées
Salmonelles	Fièvre typhoïde	Eau usée
Vibro cholera	Cholera	Eau usée
Virus: -Entrovirus -Echo	Poliomyélite Diarrhées	Eau usée
Insecte vecteur	Filariose Urbaine	Eau usée

II.11 Conséquences de pollution de l'eau :

II.11.1 Sur l'environnement

Les mortalités liées aux altérations physico-chimie de l'eau

Les altérations physico-chimiques sont des modifications des caractéristiques des milieux, comme la salinité, l'acidité ou la température de l'eau. Passé un certain seuil, ces modifications deviennent toxiques pour les organismes vivant dans le milieu.

Parmi tous les paramètres qui constituent la physico-chimie, l'oxygène est particulièrement déterminant pour la faune et la flore. Une quantité d'oxygène dissous trop faible pour assurer la vie des êtres vivants est qualifiée d'hypoxie. L'anoxie est le stade ultime, où il n'y a plus d'oxygène dissous dans l'eau. Les épisodes d'hypoxie peuvent être la conséquence d'un apport trop important de matières organiques. Celles-ci sont dégradées par les bactéries du milieu, qui consomment

l'oxygène dissous dans l'eau lors de ce processus. Toutefois, l'hypoxie peut avoir d'autres origines : augmentation de la température de l'eau (l'oxygène étant moins soluble dans l'eau chaude), stagnation de l'eau, rejet d'eau

Désoxygéné, eutrophisation etc.

Les phénomènes d'hypoxie et d'anoxie ont de lourds impacts sur la biodiversité, essentiellement du fait des épisodes de mortalités qu'ils provoquent. Les poissons sont particulièrement touchés, mais globalement tous les animaux et les plantes pâtissent d'un manque d'oxygène.

De nombreux autres paramètres physico-chimiques sont déterminants : par exemple, de nombreux organismes d'eau douce (poissons, amphibiens, etc.) ne sont pas capables de survivre à une salinité supérieure à 3 grammes de sel par litre d'eau.



Figure N°14 : mortalité des espèces liées aux altérations physico-chimie de l'eau

Tous les usages de l'eau et des milieux qui dépendent du vivant peuvent être Impactés par les altérations physico-chimiques si elles conduisent à des mortalités : la Pisciculture, la conchyliculture, la pêche professionnelle comme la pêche de loisir, etc.

II.11.1.1 L'eutrophisation des milieux :

L'eutrophisation est l'ensemble des symptômes que présente un écosystème Aquatique à la suite d'un apport excessif de nutriments - en particulier le phosphore et L'azote - d'origine humaine. L'apport de substances qui contiennent ces nutriments comme par exemple les nitrates et les phosphates - stimule fortement la croissance des organismes végétaux, entraînant le développement soudain de plantes et d'algues, qualifié de "prolifération végétale". Ce phénomène est accentué par les températures élevées, l'abondance de lumière et le faible renouvellement de l'eau.



Figure N°15 : eutrophisations des milieux aquatiques

Leur proliférations végétales impactent les milieux et leur biodiversité. Elles entraînent une augmentation de la consommation d'oxygène, notamment la nuit (par la respiration des végétaux) ou lorsque des grands volumes de plantes se décomposent. Des mortalités soudaines d'organismes vivants peuvent alors se produire à cause d'un manque d'oxygène.

L'eutrophisation peut aussi avoir des conséquences sur la santé : certaines espèces d'algues proliférâtes produisent des toxines dangereuses, et peuvent par exemple nécessiter l'interdiction de la baignade en cas de prolifération (cas des cyanobactéries).

De plus, la décomposition de volumes importants de plantes mortes produit des gaz toxiques : c'est un phénomène régulièrement observé sur les plages des eaux côtières victimes de l'eutrophisation (cas des algues vertes).

Enfin, ce phénomène peut impacter de nombreux autres usages: les proliférations végétales peuvent rendre impossible l'accès aux milieux, contraignant la pratique de la navigation par exemple.

Elles peuvent obstruer le matériel utilisé pour les prélèvements d'eau. Les risques toxiques liées aux proliférations peuvent aussi impacter la pisciculture ou l'élevage, lorsqu'ils provoquent des mortalités d'animaux.

II.11.1.2 Des effets toxiques sur les êtres vivants

À partir d'une certaine dose, les substances polluantes ont un effet toxique sur les êtres vivants.

Cela signifie que, lorsqu'elles pénètrent dans l'organisme (essentiellement par ingestion, mais parfois par respiration), elles sont néfastes à sa survie ou sa santé. Une distinction est faite entre la toxicité aiguë et la toxicité chronique.

La toxicité aiguë est la réaction soudaine de l'organisme à une quantité importante d'une substance toxique. Elle peut entraîner la mortalité partielle ou totale des différents êtres vivants

dans le milieu pollué. Parfois, elle ne provoque pas de mortalité mais réduit fortement la capacité des organismes à survivre à une autre perturbation.

La toxicité chronique est la réaction d'un organisme exposé sur une longue période à de petites quantités de substances polluantes. Elle fait suite à la présence régulière (voire permanente) de ces substances en faible concentration dans l'eau. Elle peut provoquer des maladies, des déficiences physiologiques (le dysfonctionnement d'un organe par exemple), mais peut aussi affecter la reproduction.

En outre, certains polluants ne sont pas biodégradables et s'accumulent tout au long de la chaîne alimentaire. Pour ces substances, même si elles se trouvent en petites quantités dans le milieu, sans conséquences sur les organismes, des effets toxiques peuvent s'observer chez les espèces prédatrices situées en haut de la chaîne alimentaire.

Des contrôles existent avant la commercialisation des produits pour éviter les risques : lorsqu'une pollution est avérée, la vente des produits est interdite. La santé est protégée, mais les activités économiques - la conchyliculture, la pisciculture, la pêche professionnelle - sont fortement impactées.

Dans le cas de la pêche de loisir, il n'y a pas de commercialisation, donc pas de contrôle : c'est au pêcheur lui-même de s'informer sur les risques éventuels dans les secteurs où il pêche.

II.11.1.3 La contamination microbiologique des êtres vivants

Une contamination microbiologique correspond à la présence dans l'eau de bactéries, de parasites ou de virus pathogènes, c'est-à-dire capables de provoquer des maladies. Essentiellement d'origine fécale, leur présence dans l'eau est principalement liée au rejet d'eaux usées insuffisamment épurées dans le milieu. D'autres types de microbes peuvent aussi être transmis par la présence de cadavres d'animaux - dans un ruisseau par exemple. Dans les milieux stagnants, comme les plans d'eau, existent aussi des cyanobactéries : ces algues microscopiques ne transmettent pas de maladies, mais elles peuvent produire des toxines potentiellement mortelles.

Les organismes pathogènes transmis par l'eau provoquent généralement des diarrhées et des gastro-entérites, mais parfois des maladies dangereuses comme le choléra ou la salmonellose. La transmission à l'homme se fait par ingestion (lors de l'alimentation ou d'une baignade) ou à travers des blessures de la peau en contact avec de l'eau contaminée. Elle peut aussi intervenir en cas de consommation de coquillages - comme les moules ou les huîtres - qui concentrent les microorganismes dans leur chair. La surveillance de la qualité de l'eau destinée à l'alimentation en eau potable ou à la baignade permet heureusement de limiter fortement les transmissions à l'homme.

➤ II.11.2 Sur la santé

L'identification de risque éventuel est liée à la présence d'un large spectre de Pathogènes dans les eaux usées. Ainsi l'isolement de ces derniers, dans l'environnement (eau, sol, végétaux....) est souvent pris comme risques pour la santé des populations avoisinantes. (Boutin, 1981) [54]

Par ailleurs la transmission des pathogènes et l'intoxication par les substances chimiques peuvent avoir lieu selon deux modes ; par contact direct avec les eaux usées ou indirectement lors de l'ingestion des aliments qui fixent et amplifient le risque apporté par les eaux usées. Dans le milieu continental, le risque est souvent indirect, par la contamination des produits agricoles irrigués par les eaux usées, notamment ceux qui sont consommés crus

II.11.3 Sur le sol :

Les propriétés du sol peuvent être modifiées par les pratiques d'épandage.

La connaissance du SAR (Rapport d'Absorption du Sodium) de l'effluent, est alors importante. Il y a un danger si le SAR approche la valeur de 10 (DEGREMENT, 1989)

Outre la perte de sa structure par l'apport de fortes quantités en sodium et/ou en autres élément salinisant, le sol peut être le siège d'accumulation d'éléments traces au niveau des premières couches à cause de leur mobilité réduite ; ce qui peut conduire à la déstabilisation des équilibres biologiques et donc à la stérilisation progressive du sol

(Amrouni, H., & Labaci, S. 2016).

➤ II.11.4 Sur l'atmosphère

La collecte et le traitement des eaux usées entraînent également le rejet dans l'atmosphère de certains produits chimiques volatils, notamment le méthane, le dioxyde de carbone, d'oxyde d'azote, de sulfure d'hydrogène, de thiol, du chlore (s'il il est utilisé dans le processus de traitement).

Divers produits chimiques peuvent également être libérés dans l'atmosphère mais à des quantités moins élevées.

➤ II.11.5 Biodiversité :

Ecosystème et Biodiversité

Le terme « écosystème » est défini comme l'unité écologique de base à laquelle des systèmes écologiques plus complexes peuvent être réduits. Structurellement, un écosystème est composé de l'association de deux composantes en interaction constante : un milieu physico-chimique, abiotique spécifique bien défini dans l'espace et dans le temps, nommé biotope, associé à une communauté vivante caractéristique de ce biotope, nommée la biocénose, d'où la relation : « Écosystème = biotope + biocénose » (Ramade, 1998).

Cette unité fonctionnelle évolue constamment et de manière autonome, alimentée par des flux d'énergie.

De plus, chaque entité de la communauté vivante, c'est-à-dire l'ensemble des gènes, des espèces et de l'écosystème, est une composante de la biodiversité ou diversité biologique (MDR, 2005).

En effet, le terme biodiversité désigne un certain nombre d'entités de complexité variable et croissante. La littérature scientifique fait état de trois niveaux de complexité croissante ou de caractérisation de la biodiversité (Ramade, 2002 ; MDR, 2005).

Diversité génétique : La diversité des gènes exprime la diversité des caractères d'une population. Ce niveau de complexité comprend les caractéristiques des gènes et leur distribution au sein d'une espèce mais aussi la comparaison de gènes d'espèces différentes (MDR, 2005).

Diversité spécifique: Ce niveau sert de référence de base dans toutes les actions visant à conserver la biodiversité des espèces (Ramade, 2002).

Il prend en compte (MDR, 2005) : (i) le nombre d'espèces vivantes ; (ii) la place des espèces dans la classification des organismes vivants ; (iii) la répartition en nombre d'espèces par unités de surface et les effectifs de chaque espèce.

Biodiversité écosystémique : Ce niveau a des caractéristiques spécifiques. Elle ne se caractérise pas seulement par le nombre d'espèces qu'elle englobe mais surtout par les propriétés découlant de l'assemblage des espèces qui la composent en tant que telle. L'assemblage d'espèces interconnectées entre elles et propres à un écosystème donné donne naissance aux particularités qui le différencient d'autres écosystèmes analogues (Ramade, 2002).

II.12. Réglementation et normes de classification des eaux :

Normes de rejet appliquées en Algérie :

Selon Journal Officiel de la République Algérienne réglementant les rejets d'effluents liquides, définit un rejet comme tout Déversement, écoulement, jets, dépôts directs ou indirects d'effluents liquides dans le milieu naturel le Décret Exécutif n° 36 du

27 jourmada ethania 1430 correspondant au 21 juin 2009 valeurs limites maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestique au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration (JON°36 2009).

Tableau N°03 : Normes de rejets de l'OMS appliqué en Algérie

Paramètre	Norme
T°	C°
PH	6.5 à 8.5
O2	Mg/l
DBO5	< 30 mg/l
DCO	< 90 mg/l
MES	< 20 mg/l
NH4	< 0.5 mg/l
NO2	- < 1 mg/l
NO3	- < 1 mg/l
PO4	- < 2 mg/l
Température	< 30 C°
Odeur	-----
Couleur	Incolore

(ONA, 2019)

Tableau N°04 : Normes de rejets de l'OMS

Paramètres	Unité	Norme
T°	C°	30
PH	//	6.5 à 8.5
O2	mg/l	05
DBO5	mg/l	30
DCO	mg/l	90
MES	mg/l	30
Zinc	mg/l	02
Chrome	mg/l	0.1
Azote totale	mg/l	50
Phosphate	mg/l	02
Hydrocarbures	mg/l	10
Détergents	mg/l	01
Huiles et grasses	mg/l	20

(ONA, 2019)

II.13. Grille de la classification

Différentes classes de qualité

C1 : Bonne qualité, utilisable sans exigence particulière

C2 : Qualité moyenne, nécessite traitement simple

C3 : Mauvaise qualité, nécessite traitement poussé

C4 : Très mauvaise qualité, nécessite traitement très poussé

**Tableau N°05 : Grille de la classification de la qualité des eaux
Superficielles en Algérie**

	<i>C1-bonne</i>	<i>C2- acceptable</i>	<i>C3- mauvaise</i>	<i>C4- très mauvaise</i>
<i>Ph</i>	<6.5	6.5-8.5	8.5-9	>9
<i>O2 dissous%</i>	100-90	90-50	50-30	>30
<i>NH4</i>	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
<i>NO3</i>	0-10	10-20	20-40	>40
<i>NO2</i>	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
<i>PO4</i>	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
<i>DBO5</i>	<5	5-10	10-15	>15
<i>DCO</i>	<20	20-40	40-50	>50
<i>MO</i>	<5	5-10	10-15	>15
<i>RS</i>	300-1000	1000-1200	1200-1600	>1600

SOURCE (ANRH. TIARET)

CHAPITRE III

Présentation de la zone d'étude

Introduction :

Les cadres physiques et géologiques sont indispensables pour comprendre le cheminement et le comportement des eaux aussi bien souterraines que superficielles. Ainsi, nous allons dans ce chapitre essayer de comprendre le relief, le réseau hydrographique, les formations géologiques et **les activités humaines** la démographie et la situation économique dans la zone d'étude.

III.1 Caractéristiques **démographiques** de la zone d'étude :➤ **Bassin versant Naher Ouassel :**

L'Oued Nahr El Ouassel prend sa source dans la région de Dahmouni (Tiaret), en suite il se dirige vers l'Est en passant au sud de Tissemsilt, pour rejoindre l'Oued Touil et former ainsi l'Oued Ouerk. Il est limité au nord par les Djebels Guerouaou, et Redjem Gana, à l'ouest par la région de Tiaret, au sud par la plaine du Sersou, et à l'Est par la plaine de Nahr Ouassel. Sa superficie est de 39.5 km². (ABH CZ 2014).

La nappe aquifère est constituée par les alluvions des vallées d'âge Quaternaire, d'une croute calcaire, et de dépôts continentaux argilo-gréseux du Mio-Pliocène. L'épaisseur des alluvions ne dépasse pas 25m, par contre les forages captant le Mio-pliocène peuvent atteindre 100 m.

D'après l'étude ANRH/ENERGOPROJEKT (2009) [63], les ressources exploitables de l'Oued Nahr Ouassel sont de l'ordre de 1.8 Hm³/an.

➤ **Tissemsilt**

La wilaya de Tissemsilt présente une grande partie montagneuse à une vocation Agricole est dominée par l'arboriculture méditerranéenne.

La céréaliculture et l'élevage rustique constituent des appoints non négligeables pour les montagnards de l'Ouarsenis.

La population totale de la wilaya est de 294 476 habitants, soit une densité moyenne de 93 habitants par Km² (Ministère d'agriculture et développement rural et de la pêche).

➤ **Tiaret**

La wilaya de Tiaret, s'étend sur une superficie totale de 2.005.005 ha, (soit 66,45 %) est située au nord-ouest du pays. Sa structure s'identifie au nord par une zone montagneuse, au centre par des hauts plateaux et au sud par des espaces steppiques, la wilaya de Tiaret dispose de 14 Daïras et 42 Communes dont 24 communes rurales. Elle est limitée :

Au nord par les wilayas de Tissemsilt et Relizane.

- ♣ A l'est par la wilaya de Djelfa.
- ♣ A l'ouest par les wilayas de Mascara et Saida.
- ♣ Et au sud par la wilaya d'El Bayadh et Laghouat.

♣ Dont 1.332.245 ha se trouvent en milieu steppique (DSA ; Tiaret 2018)

III.2 Activités socio-économiques :

L'agriculture-l'élevage : La wilaya de Tiaret a un caractère agro-pastoral.

Il y'a essentiellement une agriculture de céréales, des fourrages.

L'industrie : Le tissu industriel est conséquent et permet d'énormes possibilités en matière de Manufacture et de sous-traitance. La zone industrielle de Tiaret dispose des entreprises Évoluant dans les domaines alimentaires (produits alimentaires, élevage avicole,..), des fabrications (Bitumes, bétons, menuiserie,) et de stockage de produits (hydrocarbure, médicaments, etc.). (OUEDRAOG. A, ARRARIA.A 2018) [65]

III.3 Le relief :

Le territoire de la wilaya est constitué des zones montagneuses qui représentent 65 % de sa surface globale, le reste est occupé par les hauts plateaux 25%et dans une moindre mesure les steppes 10%.

La wilaya abrite le Parc national de THENIET EL-HAAD, connu par sa forêt de cèdres, le domaine forestier couvre 20 % du territoire de la wilaya. (Direction général des forêts; 2019). [66]

Selon (Nouar, 2015) [68]; L'analyse des photographies aériennes (1/100.000), permet d'identifier quatre unités géomorphologiques distinctes et plus ou moins homogènes. (Duvignaud, 1992). Il s'agit de : l'unité des bas piémonts l'Ouersnis, l'unité des collines de Tiaret, l'unité du plateau du Sersou et les parcours steppiques.

D'une manière globale le relief est caractérisée par le versant méridional du chaînon de l'Atlas tellien (Ouarsenis) qui constitue sa limite septentrionale, au Sud-ouest par les monts de Frenda. La caractérisation des différentes zones a été synthétisée à partir d'une étude récente portant rapport sur les ressources naturelles et évaluation des terres établie en 1995 par l'Institut Technique des Grandes Cultures, Algérie

Au vu de son étendue, le relief de la Wilaya qui est hétérogène, est matérialisé par :

- Une zone de montage au Nord ;
- Des hautes plaines au Centre ;
- Des espaces semi-arides au Sud; (ANDI Tiaret 2014)

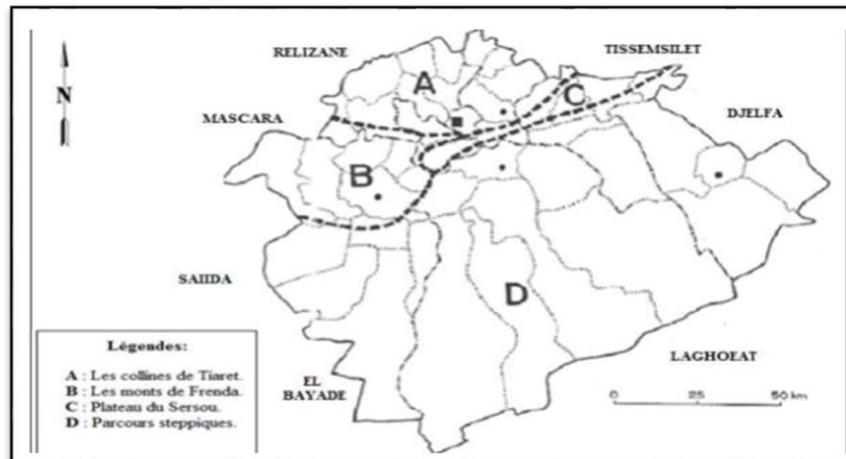


Figure N°16 : Les régions naturelles de la wilaya de Tiaret (Duvignaud, 1992 in Nouar, 2015).

III.4 Situation géographique (Bassin versant Naher Ouaseel) :

La zone d'étude, telle quelle est délimitée s'étend essentiellement sur les terrains du Miocène, du Pliocène et du Quaternaire de la vallée de l'Oued Nahr Ouassel. Les terrains du Miocène occupent l'extrémité Nord Ouest sur la rive gauche de l'Oued.

Les terrains du Pliocène occupent, quant à eux, la partie de secteur situé sur le plateau du Sersou (rive droite).

Le reste du secteur se situe à l'Aval du barrage de Dahmouni sur les terrasses Quaternaires du lit de l'Oued Nahr Ouassel.

Dans le secteur la limite entre le Miocène et Pliocène est matérialisée par le lit de l'Oued Nahr Ouassel. (InBenzeghouda M., 2015) (Voir la Fig. ; N°15).

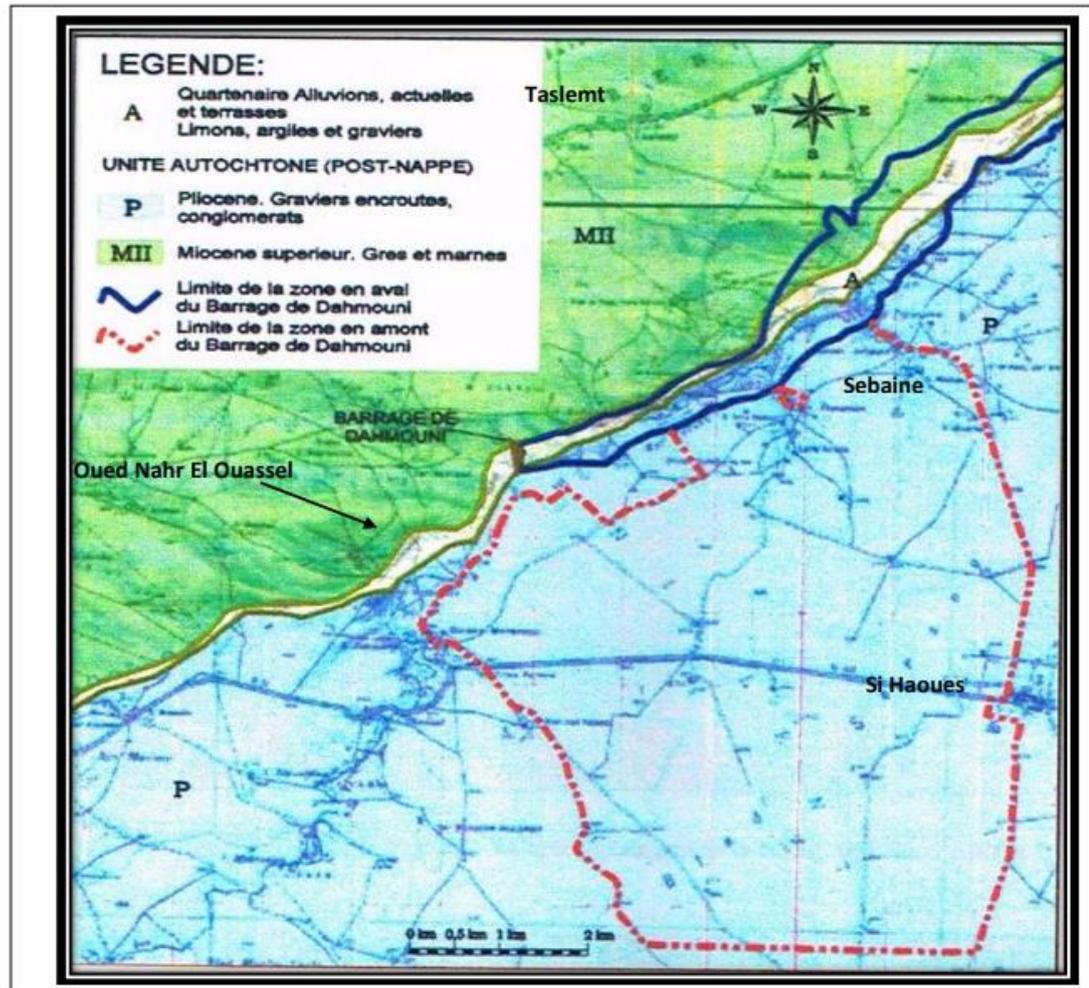


Figure N°17: Carte géologique schématique de la zone d'étude.

Au 1/50.000 (in BENZEGHOUDA M., 2015)

III.5 Cadre géographique de la wilaya de Tiaret:

Située à 340 km de la capitale « Alger » au nord-ouest du pays, la wilaya de Tiaret se présente comme une zone de contact entre le Nord et le Sud.

Le territoire de la wilaya est constitué de zones montagneuses au Nord, de hautes plaines au centre et des espaces semi-arides au Sud. Elle s'étend sur un espace délimité entre 0.34° à 2.5° de longitude Est et 34.05° à 35.30° de latitude Nord.

Tiaret occupe une superficie de 20.086,62 km², elle couvre une partie de l'Atlas tellien au Nord et les hauts plateaux au centre et au Sud. Elle est délimitée au Nord par les wilayas de Relizane, Cheliff et Tissemsilt, à l'Ouest par les wilayas de Mascara et Saida, à l'Est par la wilaya de Djelfa, au Sud et Sud-Est par Laghouat et El Bayad. (Site officiel de wilaya 2014).

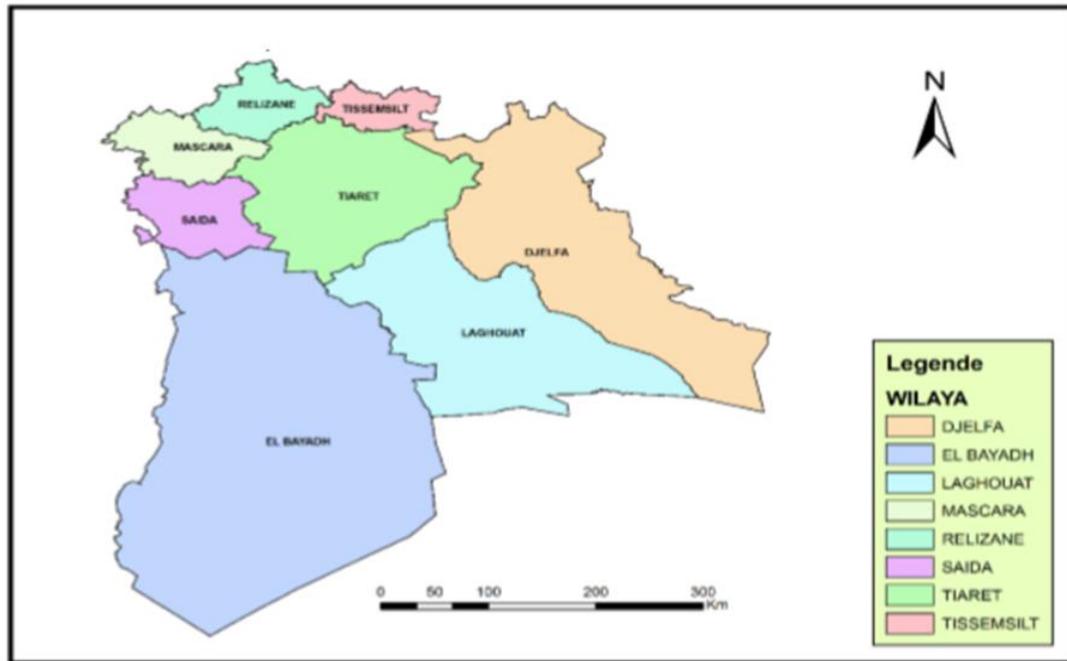


Figure N°18: Carte de localisation de la wilaya de Tiaret (CFT Tiaret, 2014)

III.6 Cadre géographique de la wilaya de Tissemsilt

Situation géographique :

La wilaya de Tissemsilt est située au Nord Ouest de l'Algérie ; à 250 Km de la Capitale Alger. Elle couvre sur une superficie de 3 151,37 km² et s'étend au nord autour De l'imposant massif de l'Ouarsenis sur plus de la moitié nord de son territoire (60%).

Elle est limitée par :

- Au Nord, par les Wilaya d'AIN DEFLA et CHLEF.
- A l'Est, par la wilaya de MEDEA.
- A l'Ouest, par la wilaya de RELIZANA.
- Au sud –ouest, par la wilaya de TIARET. (Direction des Ressources en Eau de
- La Wilaya de TISSEMSILT)

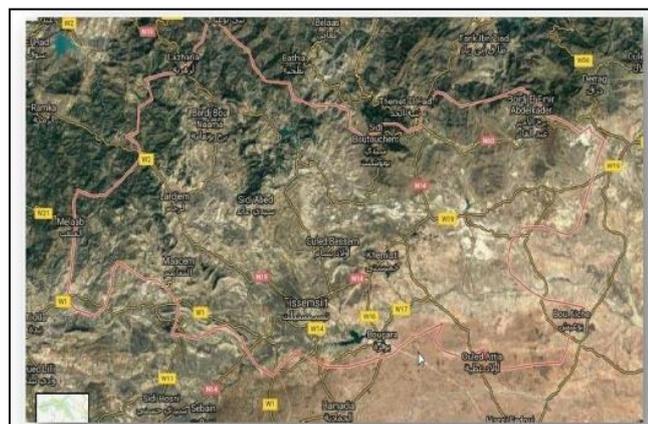


Figure N°19 : Image satellitaire de La wilaya de Tissemsilt (Google Maps).

III.7 Géologie :

La géologie est la base de toute étude hydrogéologique. En effet, elle fournit d'importants enseignements sur les formations lithologiques susceptibles de constituer les réservoirs en eaux souterraines.

III.7.1 Géologie régionale:

L'Algérie se divise de la méditerranée au Sahara, en quatre unités géomorphologiques. On a : l'Atlas tellien, les Hauts plateaux et Hautes plaines, l'Atlas saharien, les chaînes calcaires littoraux et le Sahara. Dans la région d'étude, plusieurs grandes structures existent. Cependant, nous feront une brève description des plus importants qui entre en relation avec notre travail. Ainsi, on peut distinguer les monts de Tiaret, le Plateau de Sersou et les monts du Nador. (Ouedraogo A et Arraria A, 2018)

III.7.1.1 Lithologie des formations géologiques :

D'après l'inventaire stratigraphique dressé par plusieurs géologues et en particulier par Ficheur, 1970, la région d'étude est représentée par la succession de terrains allant du Jurassique au Quaternaire. Le terrain constituant la structure du Djebel Guezoul est une superposition de bancs de grès tendres du Miocène surmontant en concordance une assise argileuse de la même formation.

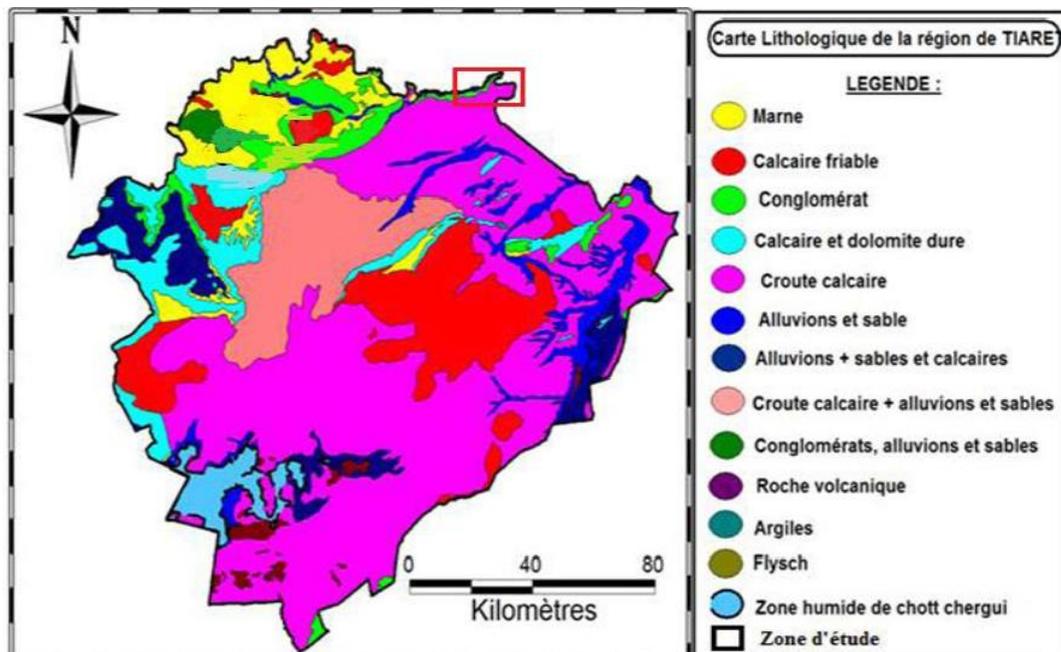


Figure N°20 La carte lithologique de la région de Tiaret (DRE Tiaret, 2014)

III.7.1.2 Le Jurassique inférieur-Moyen :

Le Jurassique inférieur et moyen est caractérisé par des calcaires marneux à silex, des marnes, des dolomies cristallines et du calcaire massif et localement dolomitique.

III.7.1.3 Le Jurassique supérieur :

Le Jurassique supérieur affleure dans les monts de Tiaret au Djebel Bou Rharda (1000m), au Djebel Louza et Djebel Oudia avec des couches subhorizontales. Le Malm est à une lithologie composé des argiles, des grés, du calcaire et des marnes.

Egalement, le Kimméridgien présente des dolomies calcaires et des argiles. Enfin, au Tithonien on a des dolomies cristallines, des calcaires et des marnes.

III.7.1.4 Le Crétacé :

Le crétacé supérieur est caractérisé par une alternance de dépôts marins et continentaux. Il est observé au sud de Tiaret et dans d'autres communes (Mellakou, Medroussa, etc.) avec des formations calcaireuses et des marnes.

Après la régression du crétacé supérieur, il est à nouveau submergé, par les dépôts Eocènes et Oligocènes marins. Les formations continentales nummulitiques sont représentées par des calcaires lacustres, des grès et des conglomérats.

Eocène (Yprésien et Lutétien inférieur) :

Ce sont des formations calcaire-marneuse localisé au niveau de l'oued Salenese.

III.7.1.5 Le Miocène :

Le Miocène supérieur et moyen est constitué par des formations gréseuses correspondant à la région Mechraa Sfa.

Le Miocène Inférieure est représenté par le Burdigalien où l'on a toujours des formations gréseuses puis du conglomérat et des marnes.

III.7.1.6 Les dépôts du Plio-Quaternaire

Ils sont constitués de cailloutis (grés et conglomérats) et marne.

III.7.1.7 Le Quaternaire :

De l'Holocène, on assiste à des dépôts continentaux tels des alluvions récentes, des alluvions des terrasses anciennes, des dépôts de daïas et des croutes de calcaires au plateau de Sersou. Ces dépôts de formation récente proviennent de la désagrégation de la roche mère et sont composés de divers éléments (sables, galets et cailloutis) de taille grossière. L'épaisseur de ceux-ci varie en fonction de la topographie du terrain.

Etage	Coupe stratigraphique	Epaisseur	Lithologie
Plio Quaternaire		10 m	Alluvions
Miocène inférieur		40 m	Conglomérats+Argiles
Sénonien		35 m	Calcaires à gypse
		100 m	Dolomies cristallines
		100 m	Marno-calcaires
		50 m	Calcaires graveleux
Turonien		100 m	Dolomies calcaires
Cénomaniens		150 m	Calcaires marneux fissurés
		30 m	Dolomies+ calcaires
		10 m	Lumachelles
		150 m	Argiles gréseuses
Crétacé inférieur		100 m	Grès
Jurassique supérieur		20 m	Dolomies cristallisées

Figure N°21: Coupe Litho-stratigraphique locale de Tiaret

Le bassin versant du Barrage Bougara se situe dans le domaine des Hautes Plaines sud-oranaises, plus précisément dans le Plateau du Sersou. Ce dernier est formé d'un vaste bassin continental compris entre la limite du piedmont méridional des reliefs de Tiaret et la chaîne du Nador. Le Plateau du Sersou est caractérisé par un substrat de conglomérats calcaires pliocènes engendré par l'accumulation de dépôts issus du démantèlement des reliefs environnants.

À l'exception de modestes reliefs entre Tiaret et Sougueur, le paysage est plat avec une légère pente SO-NE près des principaux cours d'eau.

Le bassin versant du Barrage Bougara présente des formations géologiques datant du tertiaire jusqu'au quaternaire récent. Les formations tertiaires proviennent du Miocène supérieur dans le Djebel Guezou et du Miocène inférieur pour la zone comprise entre Tiaret et Dahmouni. Ces formations sont caractérisées par du grès, du grès marneux, des marnes et des marnes gréseuses.

Finalement, des formations quaternaires se trouvent sous la forme de croûtes et/ou d'encroûtements calcaires indurés et de terrasses alluviales créées par l'Oued Nahr Ouassel. **DRE Tissemsilt.**

III.8 Hydrologie :**III.8. Eaux de surface et souterraines:**

Selon le découpage de l'ANRH, les deux barrages sont érigés dans le bassin des Zahrez de la région hydrographique Cheliff-Zahrez. Les réservoirs des Barrages Bougara et Dahmouni reçoivent respectivement un apport moyen de 14,43 hm³/an et de 13,3 hm³/an provenant principalement de l'Oued Nahr Ouassel, selon un document de la Direction de l'Environnement de la Wilaya de Tiaret (2009).

Selon l'Étude du Plan d'Aménagement de la Wilaya de Tiaret (Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire de la Wilaya de Tiaret, année inconnue), le volume des eaux souterraines de la Wilaya de Tiaret n'est pas connu avec précision puisque les estimés provenant de diverses études varient de 37 hm³/an à 95 hm³/an. Malgré ceci, le Programme National de Développement Agricole (PNDA) a autorisé la réalisation de nombreux forages à des fins d'irrigation. DRE Tissemsilt.

III.9. Climatologie :

Les eaux de surface sont très dépendantes du climat, et par conséquent ce dernier à une influence immédiate sur les réserves en eau. Il est donc impératif d'analyser l'évolution dans le temps et dans l'espace des différents facteurs climatiques (précipitation, température, évaporation, etc...) qui conditionnent le bilan hydrologique.

Pour mener des études climatiques, nous disposons de données pluviométriques. Température. L'humidité et la vitesse du vent de la station météo d'Ain Bouchekif, à 60 km de la zone étudiée.

L'analyse des facteurs climatiques, en particulier les précipitations, températures, et évaporation permettent non seulement de connaître les grands traits du climat mais aussi l'influence de ces facteurs sur la ressource d'eau de surface. Ceci permet de mieux cerner la question du comportement chimique des eaux du barrage Bougara.

Station de mesure :

Dans le but d'une élaboration de cette étude hydro-climatique on a recouru à la station météorologique d'AIN BOUCHAKIF dans la wilaya de TIARET. Dans cette station on a des observations faites durant 29 ans (1986-2019).

Tableau N° 06 : Les caractéristiques de la station d'Ain Bouchekif

Station	Les coordonnées UTM		Altitude Z (m)	Zone	Période d'observation
AIN BOUCHEKIF	X	Y	976	31 S	2006-2017
	361 514 ,01 m	3 912160,19 m			

III.3. Les facteurs climatiques :

Pour étudier l'évolution des eaux de barrage Bougara au cours d'une période de 12 ans avec des série d'observations des paramètres sur les changement climatiques que la zone a subie, pour cette étude nous exploitons les données météorologique disponibles.

III.4. Les précipitations :

La pluie est considérée comme l'un des principaux facteurs par les quels nous distinguons le climat d'une région particulière, car elle est la principale source du comportement hydraulique des vallées, des rivières et des eaux souterraines renouvelables.

III.4.1. Les Précipitations moyennes mensuelle:

L'examen de l'histogramme de variation des précipitations mensuelle (Figure N° III.1), Sur une période de 15 ans, montre que le mois de février est le mois le plus arrosé a été enregistré le maximum de précipitations avec 63.1 mm. Cependant le minimum a été enregistré en mois de juillet comme le mois le plus sec avec 2.9 mm, La moyenne mensuelle est de l'ordre de 34.86 mm.

Tableau N° 07 : la quantité des précipitations moyennes mensuelle (mm) d'Ain Bouchekif, (2006/2017)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout
P moy (mm)	28,5	35,2	48,2	38,6	56,5	63,1	46,9	42,5	34,3	12,8	2,9	8,9

(Source station d'Ain Bouchekif, 2019)

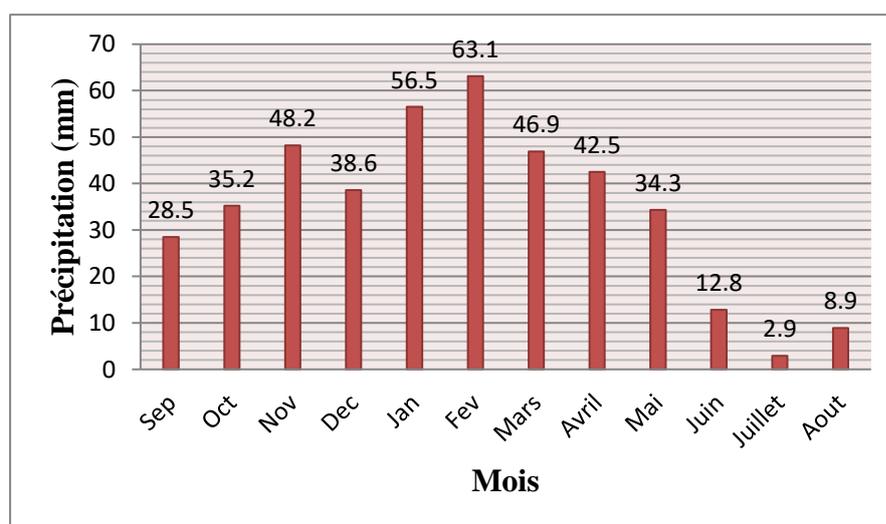


Figure N°22: précipitations moyennes mensuelles (mm)

D'après la figure ci-dessus on peut tirer les observations suivantes :

Le mois de Février est le mois le plus pluvieux où on a enregistré une moyenne de l'ordre de 63,1

mm, tandis que le mois de Juillet est le mois le moins pluvieux auquel on note une moyenne de l'ordre de 2,9 mm.

III.4.2. Précipitation saisonnier :

Les précipitations sont réparties de façon inégale durant les saisons. Les précipitations les plus significatives sont celles qui tombent en hiver et en automne. Cependant, les autres saisons printemps et été constituent un apport non négligeable (Tableau N° III.3 et Figure N° III. 2)

Tableau N08 : Précipitations saisonnière de la station d'Ain Bouchekif, (2005/2020)

Automne		Hiver		Printemps		Eté	
Sep-Oct-Nov		Déc-Jan- Fév		Mars-Avril-Mai		Juin-Juillet-Aout	
P (mm)	P (%)	P (mm)	P (%)	P (mm)	P (%)	P (mm)	P (%)
37,29	26,74	52,75	37,82	41,25	29,57	8,19	5,87

(Source station d'Ain Bouchekif, 2019)

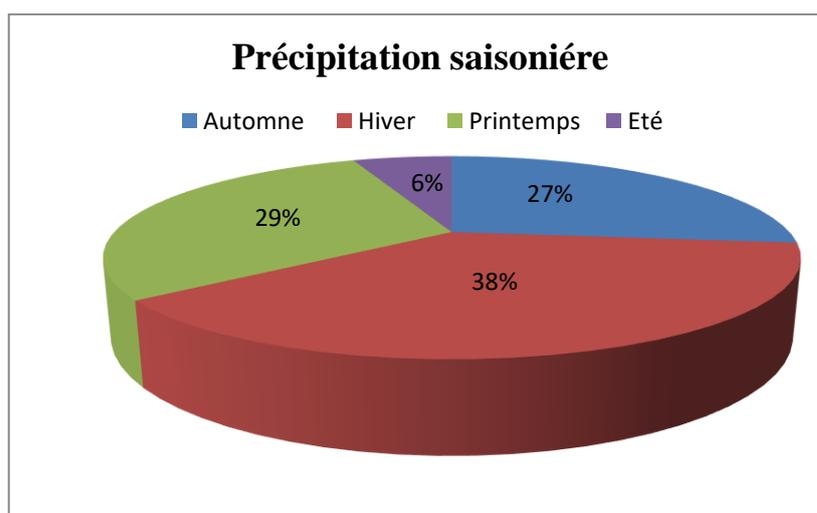


Figure N° 23 : pourcentage des précipitations moyennes saisonnières (station d'Ain Bouchekif, (2006/2017)

Dans la période 2006-2017, on constate que les moyennes des précipitations saisonnières montre que le pourcentage des précipitations de saisonne hiver est donne une valeur maximale 39 % et saisonne d'été donne une valeur minimale 6 %.

III.5. Température :

La température est le deuxième élément important dans l'étude du climat, elle joue un rôle important dans la détermination des paramètres climatiques particulièrement la détermination du bilan hydrique.

III.5.1. Les températures moyennes mensuelles:

L'analyse des données des températures moyennes mensuelles est basée sur les données Relevées au niveau de la station d'Ain Bouchekif de l'année 2006 jusqu'à 2017, et qui sont représentées au tableau et figure ci-dessous:

Tableau N°09: Les températures moyennes mensuelles (°C) de la station d'Ain Bouchékif (2006/2017)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
T (°C)	21,5	15,4	10,5	6,2	6,2	7,1	9,0	11,7	17,2	20,5	27,0	26,5

(Source station d'Ain Bouchekif, 2019)

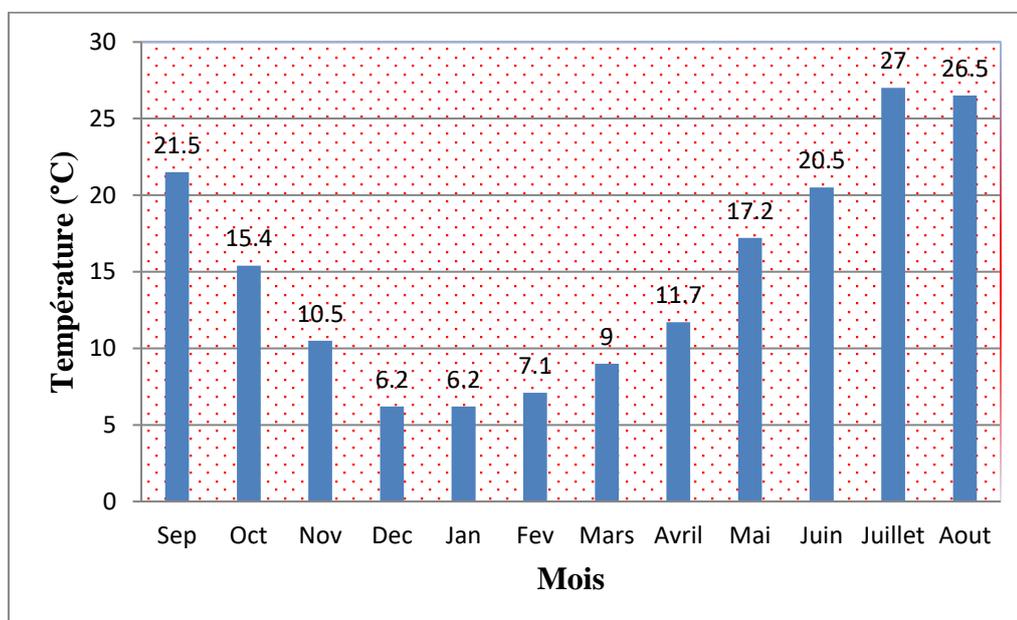


Figure N°24: L'évolution des températures moyennes mensuelles (°C)

D'après la figure ci-dessus, On remarque que le mois le plus froid est les mois de Décembre et janvier avec une température moyenne mensuelle de 6,2 °C, par contre le mois le plus chaud est le mois de Juillet avec une température moyenne mensuelle qui atteint 27°C.

III.6. Evaporation :

L'évaporation est une transformation physique qui se produit lorsque la température de l'eau monte à 100 degrés sous la pression atmosphérique. L'évaporation est importante pour le bilan hydrique et pour l'étude du climat d'une région.

L'évaporation est liée à plusieurs facteurs variables tels que les précipitations, la température, l'humidité de l'air, la vitesse du vent...etc.(station d'Ain Bouchekif, 2019)

Tableau N°:10 La quantité d'évaporation moyenne mensuelle de la station d'Ain Bouchékif
(2006/2017)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Evp (mm)	143	111	59	39	41	43	57	81	117	165	246	223

(Source station d'Ain Bouchekif, 2019)

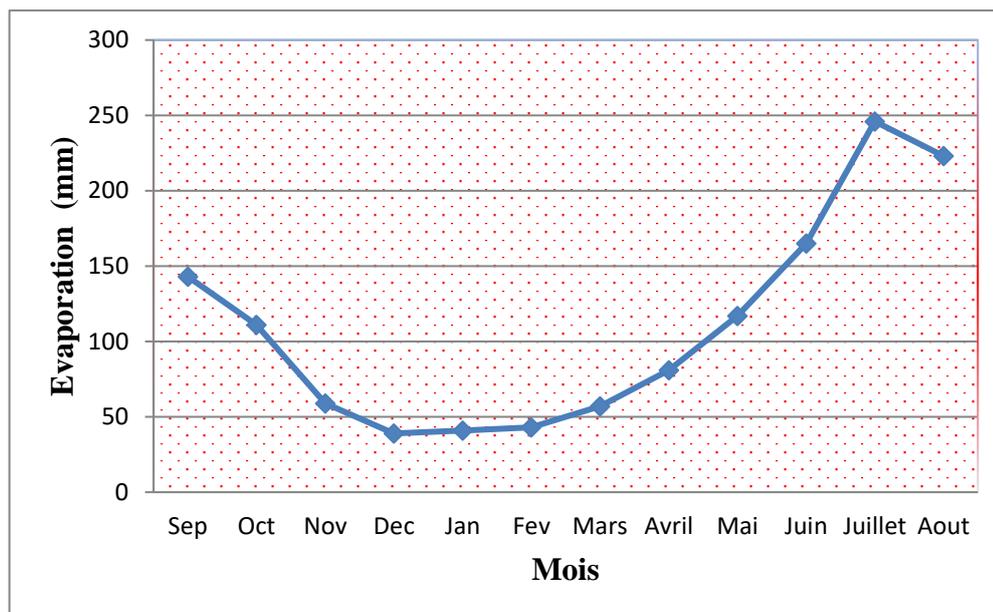


Figure N°25: L'évolution des évaporations moyennes mensuelles (mm)

La courbe ci-dessus montre que les valeurs moyennes mensuelles des évaporations sont élevées dans les mois Juillet et Aout jusqu'à 246 mm et l'évaporation est basse dans les mois Décembre, Janvier et février jusqu'à 43 mm

III.7. Diagramme ombrothermique :

La combinaison des deux principaux facteurs climatiques, la température et les précipitations, est intéressante dans la mesure où elle permet de déterminer les mois véritablement secs. (Figure N°III.5). L'application de cette technique à la région d'étude, montre qu'elle est caractérisée par un climat possédant une saison sèche qui s'étend du mois Mai jusqu'au mois d'Octobre, et une saison humide qui s'étend le reste de l'année.

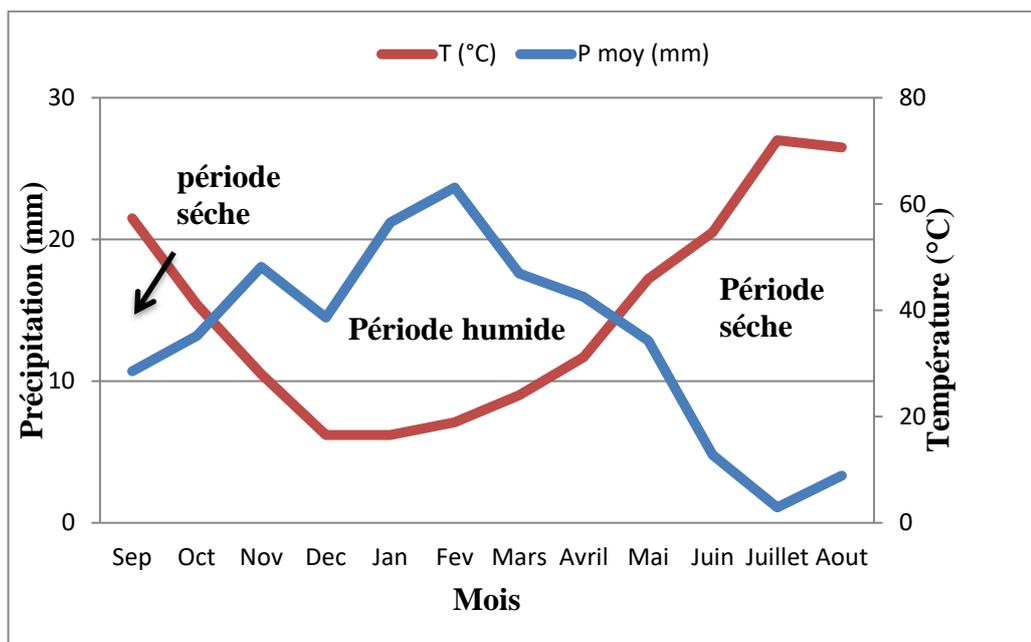


Figure N°26 : Diagramme ombrothermique d'Ain Boucekif (2006/2017)

D'après le figure ci-dessus que la zone d'étude est caractérisée par deux périodes bien distinctes:

- 1- Une période humide qui s'étend de mois d'Octobre jusqu'au mois d'Avril.
- 2- Une période sèche qui d'étalant du mois de Mai jusqu'au mois d'Octobre.

III.8. L'humidité :

L'humidité relative de l'air est le rapport, exprimé en pourcentage, de la tension de vapeur d'eau à la tension de vapeur d'eau saturante.

Tableau N° 11: L'humidité relative moyenne mensuelle d'Ain Boucekif, (2006/2017)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Humidité (%)	54	62	75	82	79	80	76	67	62	49	38	43

(Source station d'Ain Boucekif, 2019)

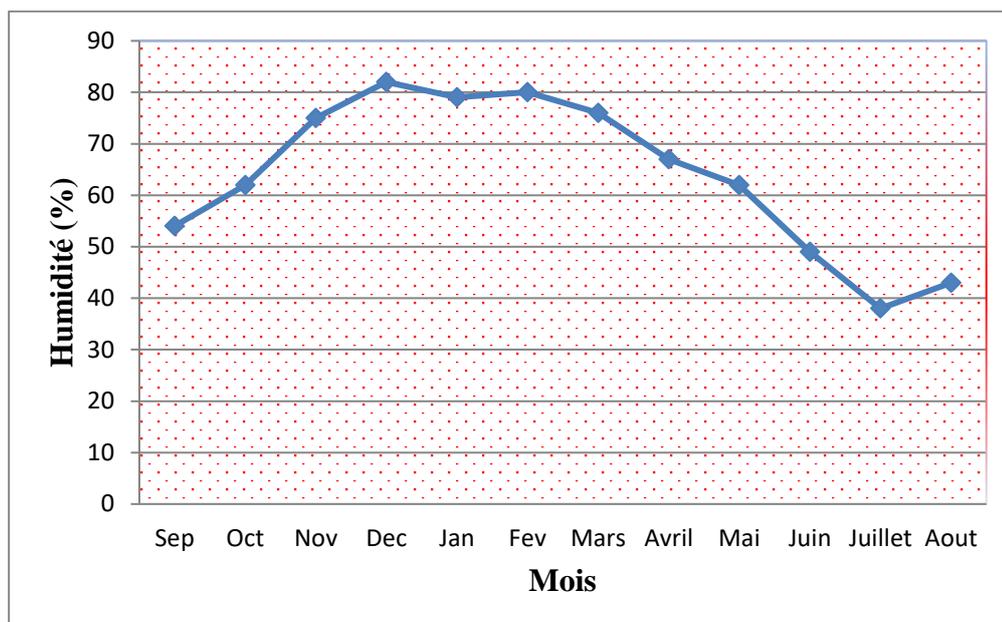


Figure N°27: L'humidité relative moyenne mensuelle (%) de la station d'Ain Bouchékif (2006/2017).

D'après la figure ci-dessus, On remarque que la valeur maximum de l'humidité est enregistrée le mois de Décembre (82 %) et la valeur minimum enregistrée en mois de juillet. (38 %). (Source Station d'Ain Bouchekif ,2019).

III.9. Le vent:

Le vent affecte le climat d'une région. Il est également une composante active du climat. La vitesse du vent est affectée par la nature géologique de la région, comme le relief et les montagnes. Le vent est produit en raison de la différence de température et de pression atmosphérique. La vitesse du vent varie d'un mois à l'autre et d'une saison à l'autre.

Tableau N° 12: La Vente moyen mensuelle d'Ain Bouchekif, (2006/2017)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Vent (m/s)	3,1	3,3	4,3	4,0	4,4	4,8	4,5	3,8	3,4	3,3	3,3	3,1

(Source station d'Ain Bouchekif, 2019)

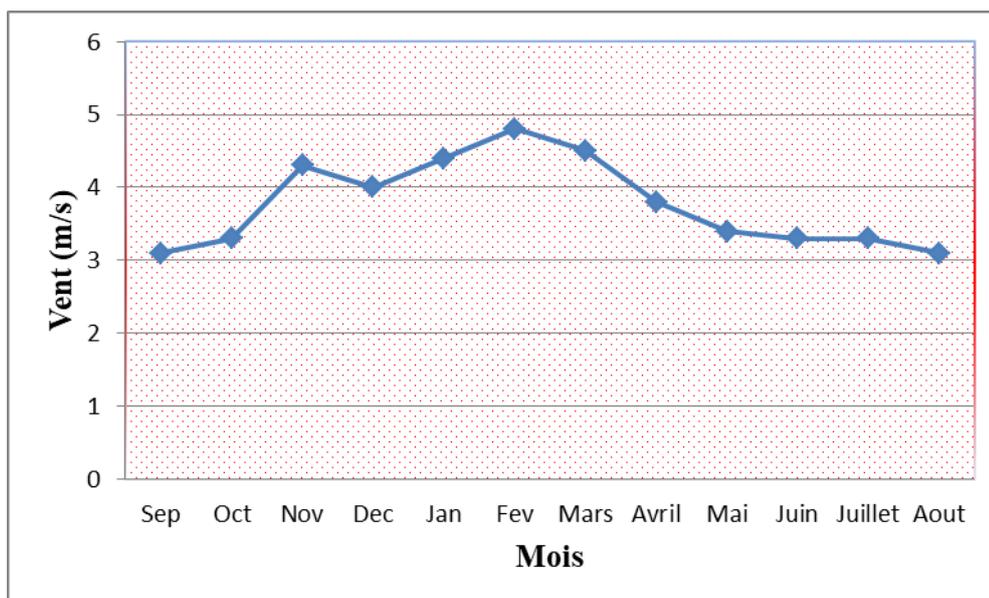


Figure N° 28: Vente moyenne mensuelle (m/s) de la station d'Ain Bouchékif (2006/2017).

D'après la figure ci-dessus en remarque que la vitesse moyenne du vent présente une petite variation pendant toute l'année, en oscille entre une valeur minimale enregistré en mois d'août et September, de l'ordre de 3,1 m/s et une valeur maximal de 4,8 m/s enregistré en mois Janvier.

III.10 Fiches techniques des barrages

Barrages	Bougara	Dahmouni
Situation : - mise en eau	1989	1987
- Levé bathy	2005	2005
Nombre d'années d'exploitation	16	18
Capacité en Hm ³		
- Mise en eau	12.92hm ³	41hm ³
- Levé bathy	11.31hm ³	39.51hm ³
Perte annuelle en Hm ³	0.1	0.082
Taux Envasement en pourcentage	12	3.63

III.11 Les périmètres irrigués :

Les barrages de Dahmouni et Bougara sont principalement destinés à l'irrigation de grands périmètres irrigués du bassin versant situés immédiatement en aval de deux ouvrages.

L'ensemencement de plan d'eau par les alevins de carpes constitue un objectif secondaire qui vise à :

- Favorise l'investissement par la pêche continentale commerciale
- Créer une récréative pour la population.

- Instaurer une biodiversité et assure l'équilibre écologique du plan d'eau

Les principales caractéristiques des grands aménagements hydrauliques et agricoles de la région sont résumées au tableau (09)

Tableau N° 13 : Caractéristiques principales des Barrages GPI

Barrages	Mise en Service	Capacité initiale hm ³	Capacité en 2005 hm ³	Objectif	Mise en service	Superficie équipée hm ²	ressource	Volume affecté hm ³
Bougara	1989	13	11.31	irrigation	2010	798	Barrage	5.5
Dahmouni	1987	41	39.51	Irrigation industrie	2005	4340	Barrage	15

Source : ANBT et Idom, 2005

Partie expérimentale

Chapitre IV
Matériels et méthodes

IV.1. Matériels et méthodes**IV.2. Objectif**

Nous allons effectuées les principales analyses sur les échantillons d'eau pour déterminer leurs caractéristiques, ainsi que les différents appareils et modes opératoires utilisés pour ces analyses.

IV.3. Introduction

Il y a eu un événement marquant de pollution en 2008 dans le barrage de Bougara. Des eaux usées non traitées ont été rejetées dans le barrage, entraînant la mortalité en masse de poissons et la contamination de l'eau. L'origine de la pollution semble être une panne de la station d'épuration des eaux usées qui était censée traiter les eaux avant de les déverser dans le barrage. Cet événement a eu un impact significatif sur l'environnement local et a suscité des inquiétudes quant à la gestion et la surveillance des ressources en eau en Algérie.

Les principales causes de la pollution des barrages sont multiples et englobent des pratiques humaines néfastes. En effet, la contamination des eaux peut être due à la fuite de produits chimiques ou d'hydrocarbures, à l'évacuation des déchets industriels ou agricoles dans les cours d'eau avoisinants, ou encore à la négligence lors du traitement et de l'élimination des déchets solides à proximité des barrages. De même, la pollution bactérienne peut surgir lorsque les déchets humains ou animaux sont déversés dans les eaux sans avoir subi de traitement préalable.

Enfin, la déforestation et la dégradation des sols environnants peuvent favoriser l'accumulation de sédiments et de débris dans les cours d'eau et les réservoirs, menant ainsi à une détérioration de la qualité de l'eau.



Photo N°1 : mort de poisson (Barrage Bougara)

IV.4. Prélèvement des échantillons

Le processus de prélèvement de l'eau est crucial pour garantir des résultats précis lors de l'analyse. Les échantillons doivent être prélevés en utilisant des méthodes appropriées, dans des conditions optimales et en évitant toute contamination possible. Il est également important de les

conserver correctement et de les transporter de manière adéquate jusqu'au laboratoire pour une analyse rapide. Le mode de prélèvement varie en fonction de l'origine de l'eau. **(Rodier, 1996).**

IV.5. Prélèvements à partir d'un robinet

Pour prélever de l'eau à un robinet, il est important d'attendre que l'eau en stagnation dans les canalisations soit éliminée. L'eau doit être prélevée dans des conditions stériles, en utilisant un flacon stérile et en flambant le robinet pendant au moins une minute avant de prélever l'eau. Un assistant peut être utile pour maintenir la lampe à souder allumée pendant l'attente et le prélèvement. Une fois le flacon rempli, il doit être rapidement scellé avec un coton et un bouchon stériles. **(Rodier, 2005).**

IV.6. Prélèvement à partir d'une eau de surface (barrage)

Pour prélever des échantillons d'un lac ou d'une retenue d'eau, il est recommandé de choisir plusieurs points de prélèvement et de prélever plusieurs échantillons à différentes profondeurs pour tenir compte de l'hétérogénéité de l'eau. Il est important de descendre à l'eau de barrage à environ 2 mètres de la rive tout en évitant de mettre en suspension les dépôts. La bouteille doit être rincée trois fois avec l'eau du barrage, puis plongée dans l'eau à une distance de 50 cm de la surface, ouverte et remplie jusqu'au bord. **(Rodier, 2005).**

IV.7. Choix et stérilisation des récipients

Pour prélever de l'eau sans la contaminer, il est important d'utiliser des récipients hermétiquement fermés. Avant leur utilisation, ces récipients doivent être soigneusement nettoyés, rincés et séchés.

Ensuite, ils doivent être bouchés avec un coton et enveloppés séparément dans du papier filtre, tout comme le bouchon qui doit être également nettoyé, rincé et séché.

Pour stériliser les récipients et les bouchons, deux options sont possibles : l'autoclave à 120°C pendant 15 minutes ou le four pasteur à 170°C pendant 1 heure. Il est recommandé d'utiliser des flacons en verre pour effectuer le prélèvement d'eau. **(Rodier, 2005).**

IV.8. Transport et conservation au laboratoire

L'analyse d'un échantillon doit être effectuée rapidement car la quantité de germes initiale peut être modifiée avec le temps. Si le transport dépasse une heure et si la température est supérieure à 10 °C, les prélèvements doivent être conservés dans des glacières dont la température doit être maintenue entre 4 °C et 6 °C. Néanmoins, même dans ces conditions, l'analyse bactériologique doit être effectuée dans les 8 heures suivant la collecte de l'échantillon.

Les échantillons qui ne sont pas analysés immédiatement doivent être stockés dans un réfrigérateur jusqu'au début de l'analyse. **(Rodier, 2005).**

IV.9. Matériel

- pH mètre.
- Balance analytique.
- Agitateur magnétique chauffante.
- Agitateur magnétique.
- Plaque chauffante.
- Spectrophotomètre.
- Dessiccateur.
- Etuve.
- Conductimètre
- Bain-marie.
- Thermomètre.
- Réfrigérant
- La rampe de filtration.
- Verreries propre et spécifique à chaque usage.

Remarque

Notre étude expérimentale a été réalisée au niveau du laboratoire d'ONA au sein de la STEP Tissemsilt.

IV.10. les paramètres physico-chimiques

Ces paramètres font référence aux propriétés physiques et chimiques d'un échantillon d'eau ou d'un milieu environnant, qui peuvent être mesurées pour évaluer sa qualité ou sa composition. Les paramètres physiques incluent la température, le pH, la conductivité électrique, la turbidité et la couleur. Les paramètres chimiques incluent les concentrations en oxygène dissous, en nutriments (azote et phosphore), en métaux, en composés organiques, en pesticides et en autres produits chimiques qui peuvent affecter la qualité de l'eau ou de l'environnement. L'analyse de ces paramètres physico-chimiques est souvent utilisée pour surveiller la qualité de l'eau potable, des eaux de surface, des eaux souterraines et des sols.

IV.10. 1.Détermination des paramètres physico-chimique

IV.10.2. Détermination de Potentiel d'hydrogène (pH)

Principe

Le pH est une mesure de l'acidité ou de la basicité d'une solution. Il est déterminé par la concentration en ions hydrogène H^+ présents dans cette solution. **(Rodier (1996)).**

$$pH = - \text{Log} [H^+].$$

L'échelle de pH varie de 0 à 14 en fonction de la force ionique, si :

- $[H^+] < [OH^-] \Rightarrow pH > 7$: l'eau est basique.
- $[H^+] > [OH^-] \Rightarrow pH < 7$: l'eau est acide.
- $[H^+] = [OH^-] \Rightarrow pH = 7$: l'eau est neutre

Matériel utilisé

- pH Mètre.
- Electrode de pH combinée.



Photo N°2 : pH Mètre, mesurer le PH et température en °C.

Mode opératoire

- Prélever environ 100 ml d'eau à analyser.
- Allumer le pH-mètre.
- Rincer soigneusement l'électrode avec de l'eau distillée.
- Mettre en marche l'agitateur à une vitesse faible.
- Plonger l'électrode dans le bécher contenant l'échantillon.
- Attendre que la mesure se stabilise jusqu'à ce que l'affichage indique la valeur standard.
- Noter ensuite la valeur du pH.

IV.10.3. Mesure de la température

Principe

Il est crucial de mesurer la température de l'eau avec une grande précision car elle a un impact sur la solubilité des sels et des gaz. Cette mesure doit être effectuée sur site pour garantir la fiabilité des résultats (Rodier, 2005).

Mode opératoire

La température est mesurée à l'aide d'un thermomètre simple selon les étapes suivantes

- Plonger le thermomètre dans l'eau au niveau du barrage, à l'emplacement du prélèvement
- Lire la température en veillant à ce que l'extrémité du thermomètre reste immergée dans l'eau.

- La valeur de la température est affichée directement en degrés Celsius (°C).

IV.10.4. Détermination de conductivité électrique

Principe

La conductivité électrique d'une eau se réfère à la capacité de l'eau à conduire l'électricité entre deux électrodes métalliques de surface 1 cm² et séparées d'une distance de 1 cm. Cette conductivité est généralement exprimée en microsèmes par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

La résistivité, qui est l'inverse de la conductivité, est quantifiée en mégohms-centimètres ($\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$). (Rodier, 2005).

Résistivité ($\Omega\cdot\text{cm}$) = 1000000 / conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Matériel utilise

- Conductimètre
- Electrode de la conductivité.

Mode opératoire

- Vérifier l'étalonnage de l'appareil conformément à la procédure fournie.
- Immerger l'électrode dans la solution à analyser.
- Attendre que la conductivité, la salinité et la température se stabilisent.
- Rincer soigneusement l'électrode après chaque utilisation et conserver l'électrode dans de l'eau déminéralisée.

Unité : milli siemens par centimètre (mS/cm) ou en microsèmes par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

IV.10.5. Mesure du taux de résidus sec

Principe

La mesure des résidus permet d'estimer la quantité de matières dissoutes et en suspension dans l'eau. La mesure des résidus totaux est effectuée sur l'eau non filtrée, tandis que la mesure des résidus correspondant uniquement aux matières dissoutes est effectuée sur l'eau filtrée.

Une quantité d'eau est évaporée dans une capsule préalablement tarée, puis le résidu desséché est pesé.

Matériel utilisé

- Capsule en porcelaine.
- Balance analytique.
- Four à étuve réglable.

Mode opératoire

- Tarer une capsule préalablement lavée, rincée à l'eau distillée et séchée.
- Prélever 100 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée et le verser dans la capsule.
- Mettre la capsule dans le four à étuve réglé à 105°C pendant 24 heures.

- Laisser refroidir pendant 15 minutes dans un dessiccateur.
- Peser immédiatement et rapidement.

Unité : en mg/l .

IV.10.6. Détermination de la teneur en matières oxydables en milieu acide

Principe

Les matières oxydables présentes dans l'échantillon sont oxydées par un excès de permanganate de potassium en milieu acide et à ébullition (10 min). L'excès de permanganate est ensuite réduit par l'oxalate de sodium en excès et titré en retour par le permanganate de potassium.

Mode opératoire

- Prélever 100 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 20 ml d'une solution d'H₂SO₄ à 196 g/l (2.2M) et homogénéiser. Porter à ébullition douce.
- Ajouter 20 ml d'une solution de KMnO₄ à 2 mmol/l, puis laisser bouillir pendant 10 min de manière régulière et douce.
- Ajouter ensuite 20 ml d'acide oxalique à 5 mmol/l.
- Titrer après décoloration, alors que la solution est encore chaude, avec une solution de KMnO₄ à 2 mmol/l jusqu'à l'apparition d'une coloration rose claire qui persiste de 15 à 20 secondes.
- Un essai à blanc est nécessaire.

Expression du résultat

L'indice permanganate (X) de l'échantillon, exprimé en milligrammes d'oxygène par litre, est donné par l'expression suivante :

$$(X) \text{ KMnO}_4 \text{ (mg/l)} = \frac{(V_1 - V_2)}{V_3} * \frac{C}{V_S} * F * 16$$

V₁ : volume de la solution de KMnO₄ à 2 mmol/l utilisé pour l'analyse de l'échantillon.

V₂ : volume de la solution de KMnO₄ à 2 mmol/l utilisé pour l'analyse de l'eau distillée (blanc).

V₃ : volume de la solution de permanganate de potassium utilisé pour le titrage de la solution de permanganate de potassium.

V₄ : volume de la solution d'oxalate de sodium utilisé pour le titrage de la solution de permanganate de potassium.

C : concentration de la solution d'oxalate de sodium à 5 mmol/l.

V_S : volume de la prise d'essai de l'échantillon.

F : facteur de dilution éventuel de l'échantillon avant analyse.

D'où :

$$V_4 = 20 \text{ ml}$$

$$V_S = 100 \text{ ml}$$

$$C = 5 \text{ mmol/l}$$

Ainsi, l'expression devient :

$$(X) \text{ KMnO}_4 \text{ (mg/l)} = \frac{(V_1 - V_2)}{V_3} * F * 16$$

Notez que si l'oxalate de sodium n'est pas disponible, il peut être remplacé par l'acide oxalique (H₂C₂O₄) avec la même concentration.

Unité : mg/l.

IV.10.7. Détermination des matières en suspension (MES)

Principe

L'eau est filtrée et l'échantillon obtenu est séché à 150°C pendant 2 heures. Les matières en suspension sont déterminées par pesée différentielle. Pour les eaux contenant une faible concentration de MES, des filtres sont utilisés.

Matériel

- Papiers filtres.
- Rampe de filtration.
- Pompe à vide.
- Etuve chauffée (105 °C).
- Balance.
- Fioles.
- Capsules.
- Dessiccateur.

Mode opératoire

- Mouiller le filtre avec de l'eau distillée.
- Chauffer le filtre dans l'étuve à 105°C pendant quelques minutes.
- Laisser refroidir les filtres dans le dessiccateur pendant quelques minutes après l'étape précédente.
- Peser le filtre sur la balance jusqu'à obtention d'un poids stable (P₀ en mg).
- Placer le filtre dans la rampe de filtration et le connecter à la pompe à vide.

- Filtrer un volume (V ml) de l'échantillon, puis rincer l'éprouvette graduée avec environ 20 ml d'eau distillée, et rincer les parois internes de l'entonnoir avec un autre volume de 20 ml d'eau distillée.
- Retirer le filtre de l'entonnoir avec précaution à l'aide de pinces à extrémités plates si nécessaire. Le filtre peut être empilé.
- Placer le filtre dans l'étuve à 150°C pendant 2 heures.
- Mettre le filtre dans le dessiccateur pendant 15 minutes jusqu'à refroidissement total.
- Peser le filtre (Pi en mg).

Expression des résultats

La teneur en Matières En Suspension est calculée à partir de l'expression suivante :

$$\text{MES (mg/l)} = ((P_i - P_0) / V) * 1000$$

P₀ : poids du filtre sec avant filtration (en mg).

P_i : poids du filtre sec après filtration (en mg).

P_i-P₀ : poids des matières retenues par le filtre sec.

V : volume de la prise d'eau (en ml).

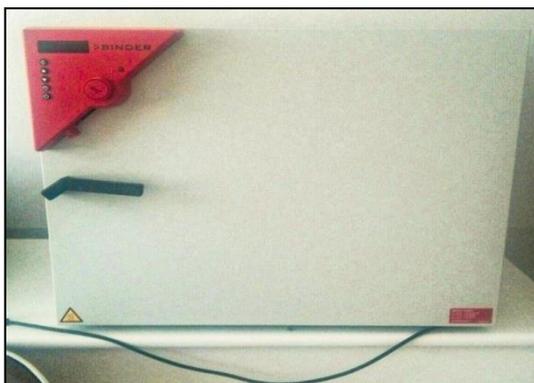


Photo N° 3: Étuve.



Photo N°4: Balance analytique



Photo N°5 : Dessiccateur

IV.10.8.Détermination de l'oxygène dissous

Principe

L'oxygène est toujours présent dans l'eau mais n'en est pas un élément constitutif. Sa solubilité dépend de la température, de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La méthode potentiométrique permet des mesures rapides et peut être utilisée sur le terrain ou en laboratoire. Elle est basée sur une réaction électrochimique qui est mesurée par un oxymétrie, affichant la teneur en oxygène dissous soit en concentration (mg d'O₂/l) soit en pourcentage de saturation en oxygène.

Matériel utilisé

➤ Oxymétrie

Mode opératoire

- Allumer l'oxymétrie.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Prélever environ 100 ml d'eau à analyser.
- Tremper l'électrode dans le bécher contenant l'échantillon.
- Laisser stabiliser un moment.
- Lire la concentration en oxygène dissous.
- Rincer soigneusement l'électrode après chaque utilisation avec de l'eau distillée.

Unité : en mg/l.



Photo N°6 :Oxymétrie.

IV.10.9.Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)

Principe

Certaines matières contenues dans l'eau peuvent être oxydées par du dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) en présence de sulfate d'argent comme catalyseur d'oxydation et de sulfate de mercure pour complexer les ions chlorures, en milieu acide et sous certaines conditions. La quantité de matière oxydable est proportionnelle à la quantité de dichromate réduit, qui peut être dosé par la suite à l'aide de sulfate de fer et d'ammonium.

Matériel utilisé

- Kit de mesure de la DCO.
- Spectrophotomètre.
- Thermo-réacteur.
- Pipette graduée de 2 mL.



Photo N°7 : Spectrophotomètre.

Mode opératoire

- Sélectionner le programme DCO sur le Spectrophotomètre.
- Agiter le kit pour obtenir une solution homogène.
- Ajouter 2 ml d'échantillon dans le tube de réactif DCO.
- Fermer hermétiquement le tube avec le bouchon fileté et nettoyer l'extérieur.
- Agiter énergiquement le tube en le saisissant par le bouchon.
- Chauffer le tube à $148^{\circ}C$ pendant 120 minutes dans le porte-tubes du Spectrophotomètre.
- Enlever le tube brûlant du Spectrophotomètre et le laisser refroidir dans un porte-tubes.

- Agiter le tube toutes les 10 minutes et le remettre dans le porte-tubes jusqu'à ce qu'il refroidisse à température ambiante (le temps de refroidissement doit être d'au moins 30 minutes).
- Ne pas refroidir le tube avec de l'eau froide.
- Mesurer l'échantillon à l'aide d'un spectrophotomètre en utilisant le programme approprié, qui sera automatiquement défini par le lecteur de code-barres.
- Les kits utilisent un système de code-barres. Un lecteur de code-barres spécial, intégré dans le compartiment des cuves, lit automatiquement le code-barres des cuves ou des fioles de 13mm lorsqu'elles effectuent une simple rotation.
- L'instrument utilise l'identification par code-barres pour déterminer automatiquement la longueur d'onde appropriée pour l'analyse et calcule immédiatement les résultats enregistrés. La mesure démarre automatiquement et les résultats sont affichés

IV.10.10.Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO5)

Principe

La DBO5 est mesurée en mesurant la pression d'un système fermé où les microorganismes consomment l'oxygène dans l'échantillon et génèrent des émissions de CO₂. Le CO₂ est absorbé avec NaOH, créant une pression négative qui est directement mesurée par le transmetteur. La valeur de la pression est convertie en DBO5 (mg/l) par le transmetteur. Différents volumes d'échantillons sont utilisés pour réguler la quantité d'oxygène disponible, ce qui permet de déterminer la DBO5 à différentes concentrations avec des volumes initiaux différents.

Matériel utilisé

- Flacons d'incubation à bouchons hermétiques de 510 ml.
- Capteurs de mesure de la DBO (DBO sensors).
- Ampoules de mesure en verre brun.
- Agitateurs magnétiques.
- Pinces.
- Lentilles de NaOH.
- Armoire thermostatique pour maintenir une température constante de 20°C.
- Inhibiteur de la nitrification.
- Eau distillée



Photo N° 8 : Mesure de la DBO5 thermostatique

Mode opératoire

- **Préparation des échantillons** : Tout d'abord, les échantillons d'eau sont prélevés dans des flacons en verre stérilisés munis de bouchons en caoutchouc. Les échantillons doivent être prélevés avec soin pour éviter toute contamination et stockés à une température de 4°C avant l'analyse.
- **Ajout de nutriments** : Ensuite, des nutriments tels que le phosphate, le nitrate et le sulfate sont ajoutés aux échantillons pour stimuler la croissance microbienne. La quantité de nutriments ajoutée dépend de la concentration en matière organique de l'échantillon.
- **Mesure de la DBO initiale** : La DBO initiale est mesurée en ajoutant une quantité connue d'un oxydant fort, tel que le permanganate de potassium, à l'échantillon. Le temps nécessaire pour que la couleur de l'oxydant change est noté.
- **Incubation** : Les flacons d'échantillons sont ensuite incubés dans l'obscurité à une température de 20°C pendant une période de cinq jours.
- **Mesure de la DBO finale** : Après cinq jours, la DBO finale est mesurée en ajoutant à nouveau une quantité connue d'un oxydant fort à l'échantillon. Le temps nécessaire pour que la couleur de l'oxydant change est noté.
- **Calcul de la DBO** : Enfin, la DBO est calculée en soustrayant la DBO finale de la DBO initiale. La DBO est exprimée en mg/L d'oxygène.

Cette méthode est une mesure courante de la qualité de l'eau, car elle permet de mesurer la quantité de matières organiques dans l'eau. Cela est important car une grande quantité de matières organiques dans l'eau peut affecter la qualité de l'eau et la santé des organismes qui y vivent. Cette méthode est simple et peu coûteuse, ce qui la rend accessible à de nombreux laboratoires d'analyse de l'eau.

IV.10.11. Détermination des nitrites (NO_2^-) méthode colorimétrique

Principe

Les nitrites dans l'échantillon d'eau réagissent avec un réactif mixte pour former un complexe coloré rose. La couleur rose est proportionnelle à la quantité de nitrites présente dans l'échantillon.

Matériel utilisé

- Spectrophotomètre

Mode opératoire

- Prélever 50 ml de l'échantillon d'eau à analyser.
- Ajouter 1 ml du réactif mixte.
- Attendre 10 minutes.
- L'apparition de la couleur rose indique la présence de nitrites dans l'échantillon.
- Faire la lecture de la couleur à la longueur d'onde $\lambda=543$ nm sur le spectrophotomètre.

Expression des résultats

Le résultat est directement donné en mg/L. La quantité de nitrites dans l'échantillon est proportionnelle à l'intensité de la couleur rose mesurée par le spectrophotomètre à la longueur d'onde $\lambda=543$ nm. Les niveaux élevés de nitrites dans l'eau peuvent indiquer une pollution ou une contamination, ce qui peut affecter la qualité de l'eau et la santé des organismes qui y vivent. Il est donc important de surveiller les niveaux de nitrites dans l'eau pour maintenir sa qualité

IV.10.12. Détermination des nitrates (NO_3^-)

Principe

La détermination des nitrates (NO_3^-) est un processus important en chimie analytique, utilisé pour mesurer la teneur en nitrates dans les échantillons d'eau, de sol et d'autres substances. C'est un test rapide et fiable qui peut être réalisé à l'aide d'un spectrophotomètre. Le principe de cette méthode est basé sur la réaction des nitrates avec le salicylate de sodium pour former du paranitrosnylate de sodium, qui peut être détecté par une mesure colorimétrique.

Matériel utilisé

- Le matériel nécessaire pour la détermination des nitrates (NO_3^-) comprend une étuve et un spectrophotomètre.
- L'étuve est utilisée pour évaporer l'échantillon à analyser, tandis que le spectrophotomètre est utilisé pour mesurer la couleur du paranitrosnylate de sodium formé.

Mode opératoire

Le mode opératoire pour la détermination des nitrates (NO_3^-) est simple et rapide. Voici les étapes à suivre :

- 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 à l'étuve à 75-88°C.
- Laisser refroidir.
- Reprendre le résidu avec 2 ml de H₂SO₄ et laisser reposer 10 min.
- Ajouter 15 ml d'eau distillée.
- Ajouter 15 ml de Tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre à la longueur d'onde 415 nm.

Unité : en mg/l.

IV.10.13. Détermination de l'azote ammoniacal (NH₄⁺)

Principe

La méthode consiste en une mesure spectrométrique du composé bleu formé par la réaction de l'ammonium avec des ions salicylates et des hypochlorites en présence de nitroprussiate de sodium à une longueur d'onde d'environ 655 nm.

Matériel utilisé

- Spectrophotomètre.

Mode opératoire

- Prélever 40 ml de l'échantillon d'eau à analyser.
- Ajouter 4 ml de réactif 1 et 4 ml de réactif 2.
- Ajuster le volume à 50 ml avec de l'eau distillée.
- Attendre 1h 30min (l'apparition d'une coloration verdâtre indique la présence de NH₄⁺).
- Mesurer la densité optique de la solution à la longueur d'onde $\lambda=655\text{nm}$ en utilisant le spectromètre.

Unité : en mg/l.

IV.10.14. Détermination des phosphates (PO₄³⁻)

Principe

Formation d'un complexe en milieu acide avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium. Réduction en un complexe coloré en bleu par l'acide ascorbique, présentant deux pics d'absorption maximale, l'un vers 700nm et l'autre plus important à 880nm.

Matériel utilisé

- Spectrophotomètre

Mode opératoire

- Prélever 50 ml d'eau à analyser dans un bécher propre.
- Ajouter 5 ml d'acide chlorhydrique concentré dans le bécher et chauffer doucement jusqu'à évaporation complète de l'eau.
- Ajouter 5 ml d'acide nitrique concentré dans le bécher et chauffer doucement jusqu'à évaporation complète de l'acide chlorhydrique.
- Dissoudre le résidu obtenu avec 50 ml d'eau distillée et transférer la solution dans un ballon jaugé de 100 ml.
- Ajouter 1 ml d'acide ascorbique et 2 ml du réactif mixte dans le ballon jaugé.
- Compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et agiter pour homogénéiser la solution.
- Attendre 10 minutes jusqu'à ce que la couleur bleue se développe.
- Mesurer l'absorbance de la solution à une longueur d'onde de $\lambda=880$ nm à l'aide d'un spectrophotomètre.
- Répéter le processus de mesure pour obtenir une moyenne de trois mesures.
- Calculer la concentration de phosphate en mg/l à partir de la courbe d'étalonnage établie avec des solutions standards de phosphate

Unité : en mg/l.

IV.11. Normes adoptes dan cette étude

- Ph : logarithme négatif d'activité molaire des ions hydrogènes l'échelle de **PH** s'étend en pratique de 0 (très acide) a 14 (très alcaline).
- O₂ diss% : Exprime le pourcentage de concentration d'oxygène dissous dans Léau .
- NH₄ : Exprime la concentration en mg/l d'ammonium.
- NO₃ : Exprime la concentration en mg/l nitrates.
- NO₂ : Exprime la concentration en mg/l nitrites.
- PO₄ : Exprime la concentration en mg/l phosphates.
- DBO₅ : Indique la concentration d'oxygène par oxydation des composés organiques biodégradables.
- DCO : Indique la concentration d'oxygène par oxydation a toute de la matière organiques.
- MO : Mesure l'oxydation chimique des matières organiques au milieu acides et a chaud par la permanganate de potassium.
- RS : Exprime la mesure de la salinité ou minéralisation d'une eau en (mg /l)
-

Tableaux N°14: de différentes classes de qualité

	C1-bonne	C2-acceptable	C3- mauvaise	C4- très mauvaise
ph	<6.5	6.5-8.5	8.5-9	>9
O2 diss%	100-90	90-50	50-30	>30
NH4	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
NO3	0-10	10-20	20-40	>40
NO2	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
PO4	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
DBO5	<5	5-10	10-15	>15
DCO	<20	20-40	40-50	>50
MO	<5	5-10	10-15	>15
RS	300-1000	1000-1200	1200-1600	>1600

(ANRH ,Tiaret 2023)

IV.11. 1. Différentes classes de qualité

C1 : Bonne qualité, utilisable sans exigence particulière

C2 : Qualité moyenne , nécessite traitement simple

C3 : Mauvaise qualité, nécessite traitement poussé

C4 : Très mauvaise qualité, nécessite traitement très poussé

IV.12. Ratio de qualité

IV.12.1. Ratio DCO/DBO₅

Le rapport DCO/DBO₅ permet de déduire si les eaux usées rejetées directement dans le milieu récepteur ont les caractéristiques des eaux usées domestiques (rapport DCO/DBO₅ inférieur à 3) [ONEP (1998)].

Les résultats de ce rapport constituent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables (kaepula et al.(2015)).

DCO/DBO₅ < 2 : l'effluent est facilement biodégradable.

2 < DCO/DBO₅ < 3 : l'effluent est partiellement biodégradable.

DCO/DBO₅ > 3 : l'effluent n'est pas biodégradable.

IV.12.2. Ratio DBO₅/DCO

Ce rapport sert à caractériser une pollution industrielle. Il donne souvent des indications très intéressantes sur l'origine de la pollution des eaux usées et ses possibilités de traitement.

Pour les rejets chargés en matière organique ce ratio est élevé. Un rapport DBO₅/DCO compris entre [0.2 et 0.4] implique que la matière organique contenue dans l'effluent est partiellement biodégradable (Kradolfer et al. 2013).

Conclusion :

Afin d'évaluer la pollution des rejets urbains et industriels les paramètres physico-chimiques tels que la matière organique, la matière azotée et phosphorée de l'eau du barrage Bougara doivent être mesurés.

Pour se faire des échantillons seront prélevés sur place et transportés au laboratoire pour les analyses. Nous identifierons chaque échantillon et appliquerons rigoureusement le protocole de chaque paramètre à mesurer avant de dresser les résultats sur une fiche récapitulative.

CHAPITRE V

Résultats et Discussion

V.1. Introduction :

Notre étude est basée sur des analyses effectuées par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH) au niveau du barrage de Bougara et Dahmouni.

Les années 2008 et 2020 sont considérées pour barrage Bougara et les années 2005,2020 pour barrage Dahmouni, La raison pour laquelle nous avons sélectionné les années 2005 et 2008 représente respectivement les états des lieux respectifs qui précèdent la mise en place des STEP.

Ce qui nous a permis d'effectuer des comparaisons saisonnières intéressantes et mettre en évidence les différents éléments pouvant affecter la qualité des eaux étudiées, et les origines de ces anomalies.

En utilisant des courbes et des diagrammes, nous avons pu visualiser l'évolution des différents paramètres physico-chimiques au fil du temps et comprendre les origines des variations observées. Ces données sont essentielles pour mieux comprendre la qualité de l'eau dans la région et pour déterminer les mesures à prendre pour protéger les sources d'eau locales.

Le but de cette étude est également d'évaluer l'impact des STEP de Tissemsilt et Tiaret sur la qualité de l'eau des barrages de Bougara et Dahmouni. Nous nous appuyons sur les analyses effectuées par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques pour comparer la qualité de l'eau avant et après la mise en service des STEP en l'occurrence les années 2005 , 2008 et 2020. L'objectif est de mettre en relief la qualité physicochimique des écosystèmes aquatiques terrestres représentés par les barrages de Bougara et Dahmouni.

V.2. Evolution des paramètres de la qualité des eaux:

V.2.1. Résultats des analyses des eaux brutes et épurées des STEP de Tissemsilt et Tiaret :

Tableau N° 15 :Analyses des eaux brutes et épurées STEP de Tissemsilt

(moyenne saisonnière de l'année 2020)

Paramètres	Eaux brutes				Eaux épurées				Normes national
	Automne	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Hiver	Printemps	Eté	
Volume (m³)	459240	434748	434396	386172	436513	415180	423 230	368 134	
T (°C)	20.66	11.72.	12.27	23,11	20,8	11,755	12,126	22,40	
O2 Dissous (mg/l)	0.64	1.03	1.01	0,6483	2,08	2,4	2,41	1,38	100-50
Ph	7.26	7.40	7.52	7,58	7,05	7,10	7,18	7,23	6.5-8.5
Conduct (µS/cm)	2862.33	2991.28.	2936	2898,2	2832.33	2853	2803.67	2806.33	
MES (mg/l)	144.44	180.39	268.33	191,33	39.22	25.83	25	45	
DBO5 (mg/l)	94.56	160.07.	261.11	174,28	38.72	36.8	33.38	47.97	5-10
DCO (mg/l)	210.19.	310.01	357.71	297,15	114.2	101.43	94.07	139.53	20-40
NO3 (mg/l)	—	1.62	1.84	1.69	—	0.31	—	—	0-20

Tableau N° 16: Analyses des eaux brutes et épurés STEP de Tiaret 2020
(moyenne saisonnière de l'année 2020)

Paramètres	Eaux brutes				Eaux épurées				Normes national
	Automne	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Hiver	Printemps	Eté	
Volume (m ³)	458293,3	516862	549795,6	560676	430748	486143,3	522566,3	520231,6	
T (°C)	20,33	11,85	13,1	22,16	20,80	11,46	13,56	23,06	
O ₂ dissous(mg/l)	0,02	0,93	0,68	0	0,10	1,79	1,15	0,03	100-50
Ph	7,99	7,69	7,83	7,89	7,99	7,67	7,62	7,78	6,5-8,5
Conductivité (µS/cm)	—	—	—	—	—	—	—	—	
MES (mg/l)	354,33	201,03	184	296,22	62,67	55,06	34,67	35,67	
DBO ₅ (mg/l)	373	291,4	295,75	333,33	202,53	106	114,13	145,44	5-10
DCO (mg/l)	724,08	569,56	555,67	755,09	414,65	229,32	222,32	364,2	20-40
NO ₃ (mg/l)	2,36	1,27	0,86	—	1,15	1,63	1,76	—	0-20

5.3. Qualité de l'eau de barrage Bougara

En mai 2004, une opération de peuplement du barrage a eu lieu, au cours de laquelle 5 000 alevins de carpes, notamment des carpes herbivores et des carpes royales, ont été introduits. Cette initiative visait à favoriser l'équilibre écologique du site du plan d'eau, à créer des opportunités de pêche récréative pour la population locale et à encourager l'investissement dans la pêche continentale commerciale.

Le 20 juillet 2006, une autre opération de repeuplement du barrage a été réalisée, cette fois-ci avec des alevins de carpes argentées et de carpes à grande bouche provenant de Hongrie. Ces nouvelles espèces ont été ajoutées à celles déjà présentes, à savoir la carpe herbivore, la carpe royale et les barbeaux.

5.3.1 Evolution saisonnière du volume régularisé de barrage Bougara en 2008

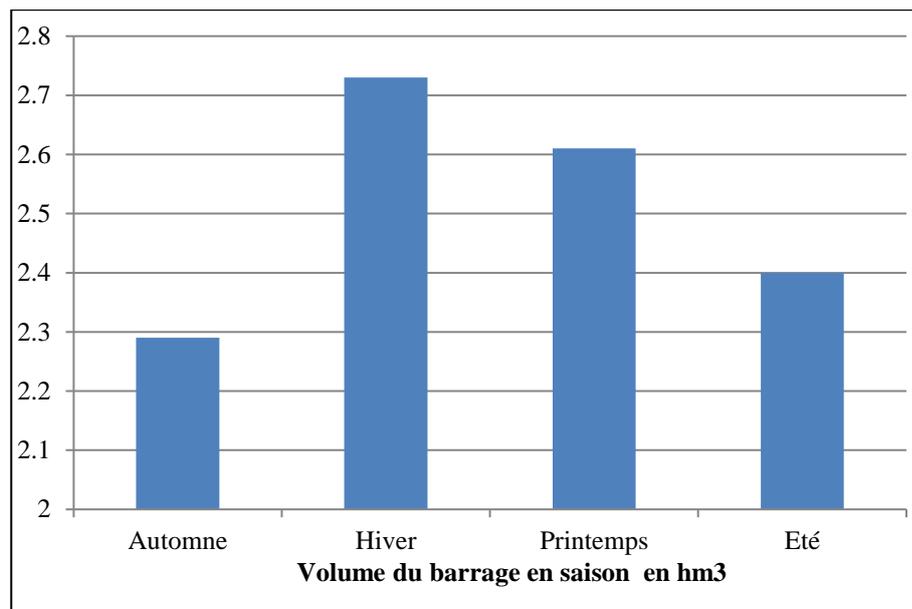


Figure N° 29: Variations saisonnière du volume en 2008

On remarque que lors de la saison d'automne, le volume moyen enregistré était de 2.29 Hm³, indiquant une quantité relativement faible d'eau stockée dans le barrage. Cette situation peut être due à des précipitations moins abondantes ou à une demande plus élevée en eau à cette période de l'année.

En hiver, le volume moyen du barrage Bougara est passé à 2.73 Hm³, montrant une légère augmentation du volume d'eau stocké. Cela peut être expliqué par des précipitations plus abondantes caractéristiques de cette saison.

Au printemps, le volume moyen du barrage est resté relativement stable, atteignant 2.61 Hm³. Cette période est souvent marquée par des variations des précipitations, ce qui peut influencer le niveau d'eau dans le barrage.

Pendant la saison estivale, le volume moyen enregistré était de 2.4 Hm³, légèrement inférieur à celui du printemps. Cette diminution peut être attribuée à la chaleur et à la sécheresse estivales, qui entraînent une diminution de la quantité d'eau disponible.

Il est important de noter que, selon les données de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques, le volume du barrage de Bougara en 2008 a atteint des niveaux exceptionnellement bas. Cette situation témoigne d'une sécheresse sévère qui a touché la région, ayant un impact néfaste sur l'écosystème aquatique.

5.3.2. Résultats des analyses des eaux de barrage Bougara en 2008

Tableau N°17: Résultats des analyses des eaux de barrage Bougara en mois de juin 2008

profondeur	pH	T(°C)	MO (mg/l)	DCO (mg/l)	O ₂ dissous (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)
surface	7.96	21.5	28.0	347	0	4.90	0.05	6
0.5m	7.45	21.5	/	/	0	5.20	0.05	5
1.0m	7.72	21.5	/	/	0	5.10	0.04	5
2.0m	7.99	21.3	28.5	386	0	5.10	0.05	5
3.0m	7.81	21.0	/	/	0	6.60	0.04	5
4.5m	7.74	20.5	32	376	0	7.20	0.05	5

(ANRH .DRO service laboratoire)

5.3.3. Evolution de qualité de l'eau brute du barrage Bougara en 2008

Sur le Tableau № 5.3, nous avons noté plusieurs paramètres pertinents pour l'analyse de la qualité de l'eau :

O₂ dissous (mg/litre) : Le taux d'oxygène dissous dans l'eau est une mesure importante de la qualité de l'eau. Dans notre cas, il est indiqué que la concentration d'oxygène dissous est de 0 mg/litre. Cela suggère un faible niveau d'oxygène dans l'eau, ce qui peut être préoccupant car cela peut affecter la vie aquatique.

DCO (Mg/l) : Le terme DCO fait référence à la Demande Chimique en Oxygène, qui est une mesure de la quantité totale de matière organique présente dans l'eau. La valeur indiquée pour le DCO est de 386 mg/litre. Une valeur élevée de DCO peut indiquer une pollution organique et une détérioration de la qualité de l'eau.

MO (Mg/l) : L'abréviation MO désigne la Matière Organique, qui est un paramètre lié à la quantité de matière organique dissoute dans l'eau. La concentration de MO est indiquée comme étant de 28.5 mg/litre. La matière organique peut provenir de diverses sources, y compris les déchets organiques, les produits chimiques organiques et les substances biologiques. Une augmentation de la MO peut indiquer une contamination de l'eau par des substances organiques.

Il convient de noter que ces valeurs ne sont pas normalisées, ce qui signifie qu'elles ne sont pas conformes aux normes officielles de qualité de l'eau.

5.4. Qualité de l'eau du barrage Bougara

5.4.1. Evolution de volume du barrage Bougara en saison 2020

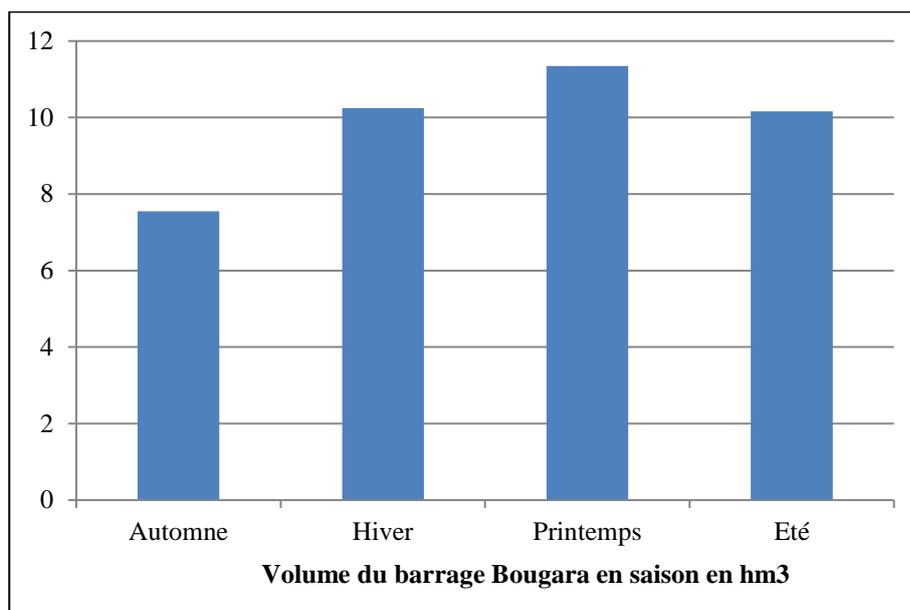


Figure N°30: Variations saisonnière moyenne du volume en 2020

les variations du volume moyen du barrage Bougara au cours de l'année 2020, pour chaque saison.

A l'automne : Le volume moyen enregistré pendant la saison d'automne est de 7.546 Hm³. Cette valeur indique une quantité relativement basse d'eau stockée dans le barrage pendant cette période. Cela peut être dû à des précipitations moins abondantes ou à une utilisation accrue de l'eau pendant cette saison.

Hiver : Pendant la saison d'hiver, le volume moyen du barrage Bougara est de 10.245 Hm³. Cette valeur est plus élevée par rapport à l'automne, ce qui suggère une augmentation de la quantité d'eau stockée. L'hiver est généralement une saison où les précipitations sont plus fréquentes, ce qui peut contribuer à cette augmentation.

Printemps : Au printemps, le volume moyen du barrage atteint 11.351 Hm³. Cette valeur est la plus élevée parmi toutes les saisons de l'année. Le printemps est souvent associé à des précipitations plus abondantes, notamment en raison de la fonte des neiges, ce qui peut expliquer cette augmentation significative du volume d'eau stocké.

Été : Pendant la saison estivale, le volume moyen enregistré est de 10.165 Hm³. Cette valeur est légèrement inférieure à celle du printemps, mais elle reste relativement élevée. L'été est généralement une saison chaude et sèche, ce qui peut entraîner une diminution de la quantité d'eau disponible dans le barrage.

5.4.2. Résultats d’analyses saisonnières d’eaux barrage Bougara en 2020

Tableau N° 18: Résultats d’analyses saisonnières d’eaux barrage Bougara 2020

Saisons	VOLU ME (Hm3)	PH	RS (mg/l)	O2D (%)	NO3 (mg/l)	NO2 (mg/l)	NH4 (mg/l)	PO4 (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	MO (mg/l)
Automne	7.546	8.155	2500	61.35	1.5	0	0.865	1.11	50.75	116	32
Hiver	10.245	8.295	1963	85.35	0.5	0.015	4.415	0.365	34.2	85	25.5
Printemps	11.351	8.505	2119	91.25	4.8	0.212	0.43	0.9515	22.35	15.85	15.85
Eté	10.165	7.626	2360	72.3	2	0.063	0.926	0.696	29.7	119.33	25.833

5.4.2.1. Evolution des paramètres physico-chimiques (pH, RS, MO) d’eaux barrage Bougara 2020

5.4.2.1.1 Evolution du potentiel d’Hydrogène (pH)

La figure ci-dessous représentant les variations moyenne saisonnière du pH des eaux du barrage Bougara.

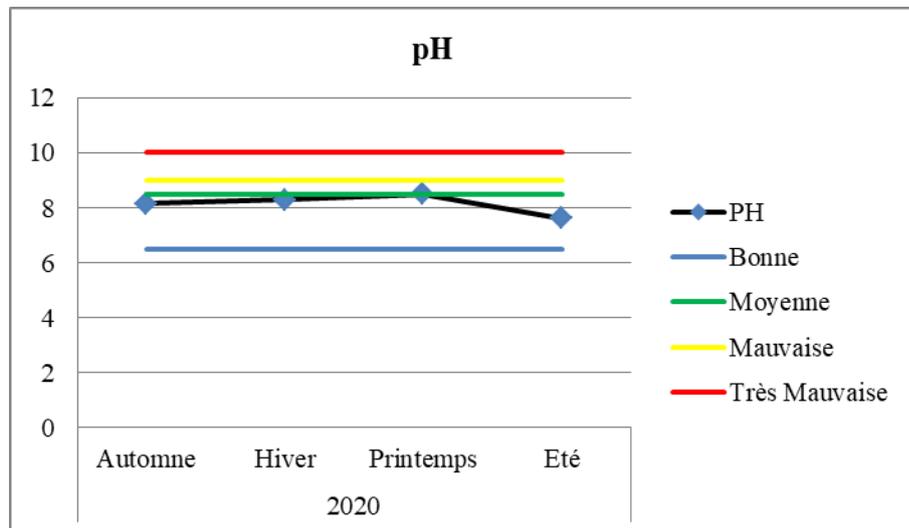


Figure N°31: Evolution saisonnière du pH de l’eau brute du barrage Bougara 2020

Les variations saisonnières du pH dans le barrage Bougara en 2020 montrent une légère tendance vers la neutralité, avec des valeurs moyennes se situant entre 8.155 et 8.505. Ces variations peuvent être attribuées à divers facteurs tels que la dissolution de minéraux, les processus biologiques et les variations de température. Malgré ces fluctuations, le pH de STEP Tissemsilt reste dans les normes acceptables. (Tableau N° 5.1

5.4.2.1.2. Evolution de Résidu sec (RS)

La figure ci-dessous représente l'évolution de Résidu sec moyen saisonnier de l'eau du barrage Bougara.

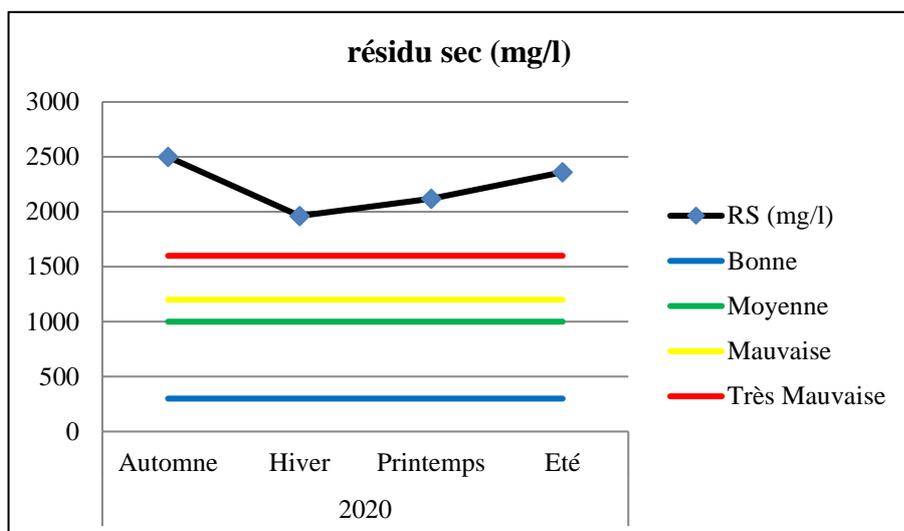


Figure N°32: Evolution saisonnière des résidus secs des eaux du barrage Bougara 2020

Les variations saisonnières des résidus secs dans le barrage Bougara en 2020 montrent une concentration élevée, atteignant 2500 mg/l en automne. Cette augmentation peut être due à divers facteurs tels que les apports sédimentaires et les activités humaines. Malgré une légère diminution en hiver, la concentration reste élevée, augmentant légèrement au printemps et en été. Les précipitations et l'évaporation accrues pendant cette période peuvent contribuer à l'accumulation de solides dissous, justifiant ainsi la classification de la valeur des résidus secs comme "très mauvaise" selon la norme. (Fig N°31)

5.4.2.1.3. Evolution de la Matière organique (MO)

La variation des MO durant la période d'étude est représentée dans la figure ci-dessous :

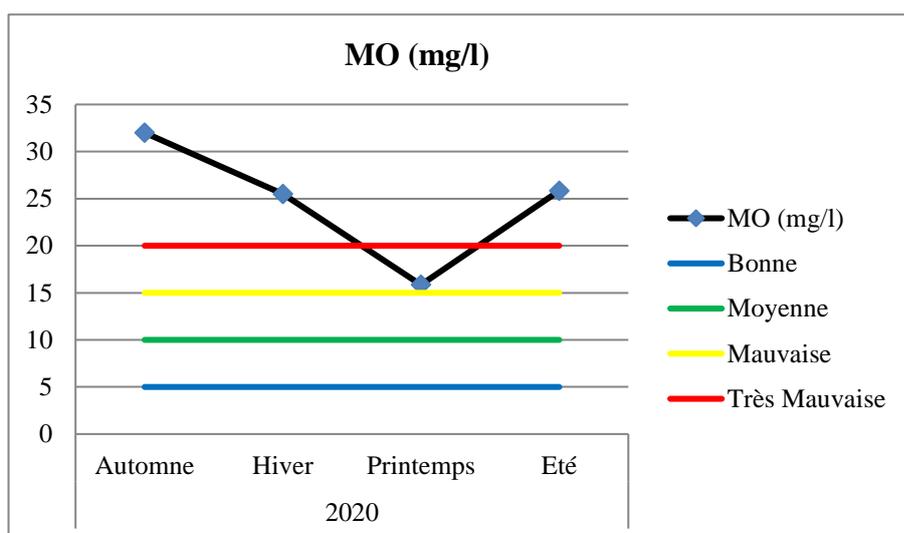


Figure N°33: Evolution saisonnière des MO des eaux du barrage Bougara 2020

Les variations saisonnières de la concentration en matière organique (MO) dans le barrage Bougara en 2020 montrent une diminution significative au printemps. La concentration moyenne

de MO est passée de 32 mg/l en automne à 15.85 mg/l au printemps. Cette baisse peut être attribuée à plusieurs facteurs tels que la réduction des apports sédimentaires et des activités humaines liées à la matière organique pendant cette période. Cependant, la concentration reste élevée par rapport aux normes de qualité, nécessitant des efforts continus pour réduire la présence de matière organique et améliorer la qualité de l'eau.

5.4.2.2. Evolution des paramètres de Matière organique (DCO ,DBO5,O2) d'eaux barrage Bougara 2020

5.4.2.2.1. Evolution de l'oxygène dissous (O2)

La figure ci- dessous montre les variations des teneurs moyennes saisonnières de l'oxygène dissous des eaux brutes du barrage Bougara.

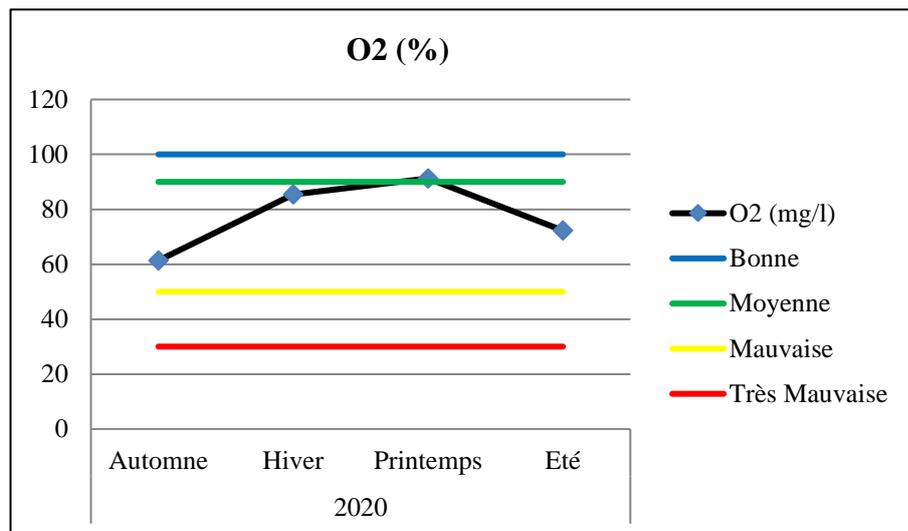


Figure N°34: Evolution saisonnière d'oxygéné dissous des eaux du barrage Bougara

Les variations saisonnières de la concentration en oxygène dissous (O2) dans le barrage Bougara en 2020 montrent une augmentation de la disponibilité en oxygène du hiver au printemps, atteignant une concentration maximale de 91.25 mg/l. Cependant, cette concentration diminue légèrement à 72.3 mg/l en été. Les facteurs tels que la décomposition de la matière organique, la demande en oxygène et les conditions environnementales peuvent influencer ces variations. Globalement, la disponibilité en oxygène reste dans une plage acceptable, mais une attention continue est nécessaire pour maintenir un équilibre adéquat d'oxygène dissous dans l'eau.

5.4.2.2. Evolution de la Demande Biochimique en Oxygène au bout de 5 jours (DBO₅)

La figure ci-dessous représente l'évolution de la DBO₅, pendant la période d'étude

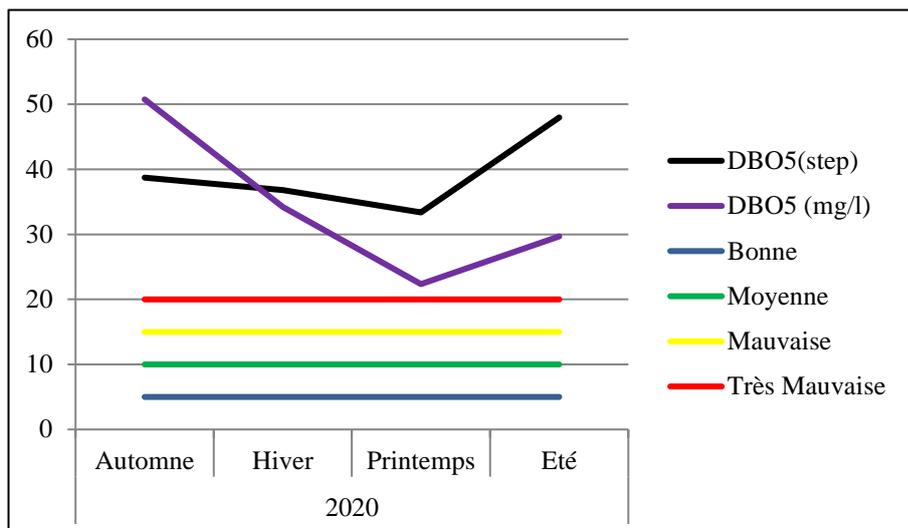


Figure N°35: Evolution saisonnière des DBO₅ des eaux du barrage Bougara 2020

Les variations saisonnières de la demande biochimique en oxygène à 5 jours (DBO₅) dans le barrage Bougara en 2020 montrent une diminution de l'automne au printemps, atteignant une valeur moyenne de 22.35 mg/l. Cependant, cette valeur reste supérieure à la norme de qualité "Mauvaise". L'hiver et l'été présentent des niveaux de DBO₅ moyens de 34.2 mg/l et 29.7 mg/l respectivement, également dépassant la norme "Mauvaise". Étant donné que les eaux épurées de STEP contiennent des taux élevés de DBO₅. (Tableau N° 5.1)

5.4.2.2.3. Evolution de la demande chimique en oxygène (DCO)

L'évolution de la DCO pendant la période d'étude est montrée dans la figure ci-dessous :

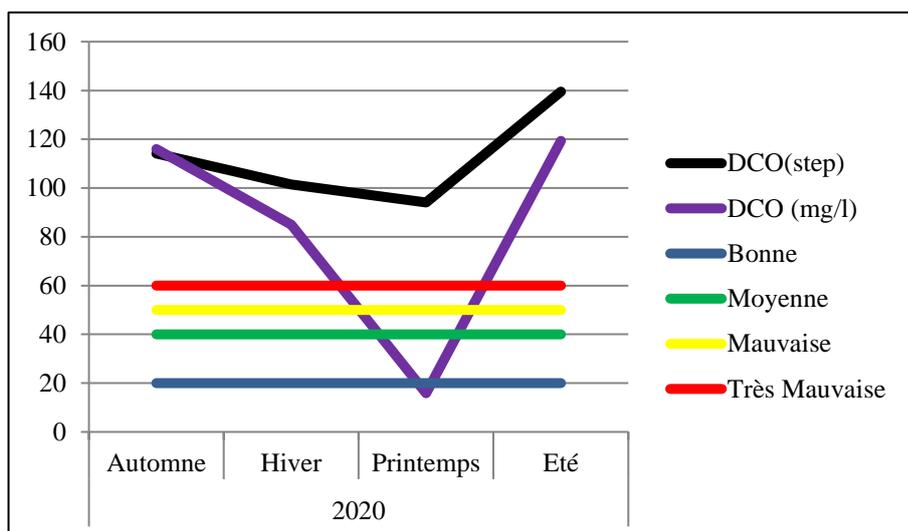


Figure N°36: Evolution saisonnière des DCO des eaux du barrage Bougara 2020

Les variations saisonnières de la demande chimique en oxygène (DCO) dans le barrage Bougara en 2020 montrent des niveaux élevés tout au long de l'année. La valeur moyenne de DCO en automne était de 116 mg/l, dépassant la norme "Mauvaise" de 50 mg/l. Bien que la DCO ait diminué en hiver (85 mg/l) et au printemps (15.85 mg/l), elle reste supérieure aux normes

recommandées. En été, la DCO moyenne atteignait 119.33 mg/l, dépassant la norme "Très Mauvaise" de 60 mg/l. Étant donné que les eaux épurées de STEP contiennent des taux élevés de DCO, des mesures urgentes doivent être prises pour améliorer la qualité de l'eau dans le barrage Bougara. (Tableau N° 5.1)

Au printemps, le niveau de DCO s'est amélioré en raison de l'augmentation de l'activité biologique, de précipitations plus abondantes et de mesures de gestion de l'eau. Ces facteurs ont contribué à la décomposition des substances chimiques, au ruissellement des contaminants et à l'application de techniques de purification. Cela a entraîné une diminution de la concentration de DCO, améliorant ainsi la qualité de l'eau pendant cette saison. (Fig. N° 5.2)

5.4.2.3 Evolution des paramètre de Matière azotes (NO₃,NO₂,NH₄)

5.4.2.3.1 Evolution de nitrate(NO₃)

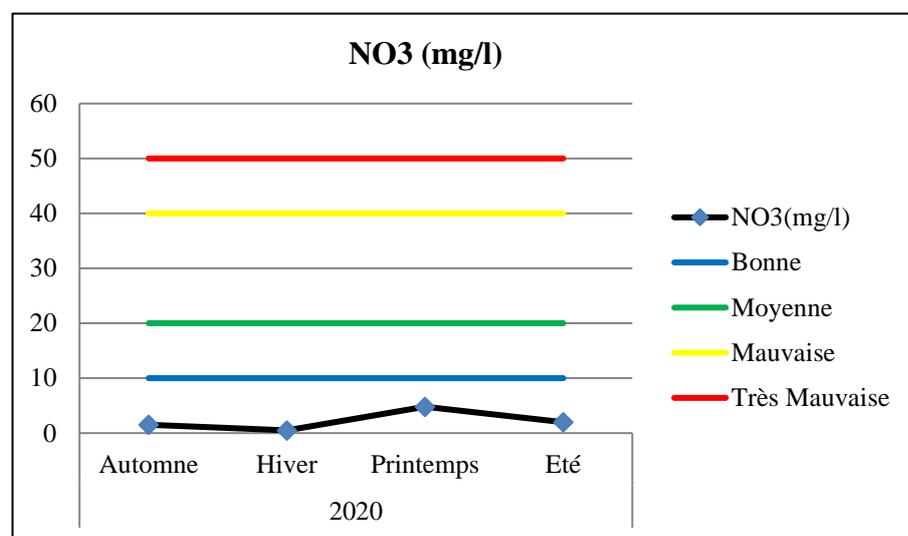


Figure N°37: Evolution de NO₃ (nitrate) dans barrage Bougara saison 2020

Les données présentées pour la saison 2020 du barrage Bougara montrent les niveaux de NO₃ (nitrate) dans l'eau pour chaque saison. Voici les changements notés :

Automne : le niveau de NO₃ était de 1,5 mg/L.

Hiver : le niveau de NO₃ était de 0,5 mg/L.

Printemps : le niveau de NO₃ était de 4,8 mg/L.

Été : le niveau de NO₃ était de 2 mg/L.

Le printemps a montré le niveau le plus élevé de NO₃, tandis que l'hiver a enregistré le plus bas. Notez également que toutes les proportions sont de bonne qualité.

5.4.2.3.2 Evolution de nitrite(NO2)

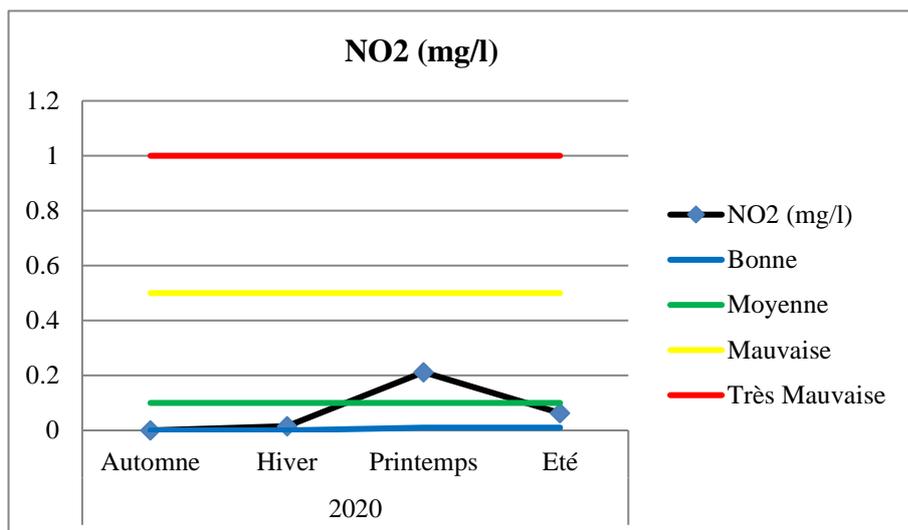


Figure N°38: Evolution de NO2 (nitrite) dans barrage Bougara saison 2020

Les données présentées pour la saison 2020 du barrage Bougara montrent les niveaux de NO2 (nitrite) dans l'eau pour chaque saison. Voici les changements notés:

Automne : le niveau de NO2 était de 0 mg/L.

Hiver : Le niveau de dioxyde d'azote était de 0,015 mg/L.

Printemps : Le niveau de dioxyde d'azote était de 0,212 mg/L.

Été : Le niveau de dioxyde d'azote était de 0,063 mg/L.

Le printemps a enregistré le niveau le plus élevé de dioxyde d'azote, suivi de près par l'été. L'automne et l'hiver ont montré des niveaux inférieurs de nitrite en général, nous voyons que les pourcentages montrent une bonne et moyenne

5.4.2.3.3 Evolution de ammonium (NH4)

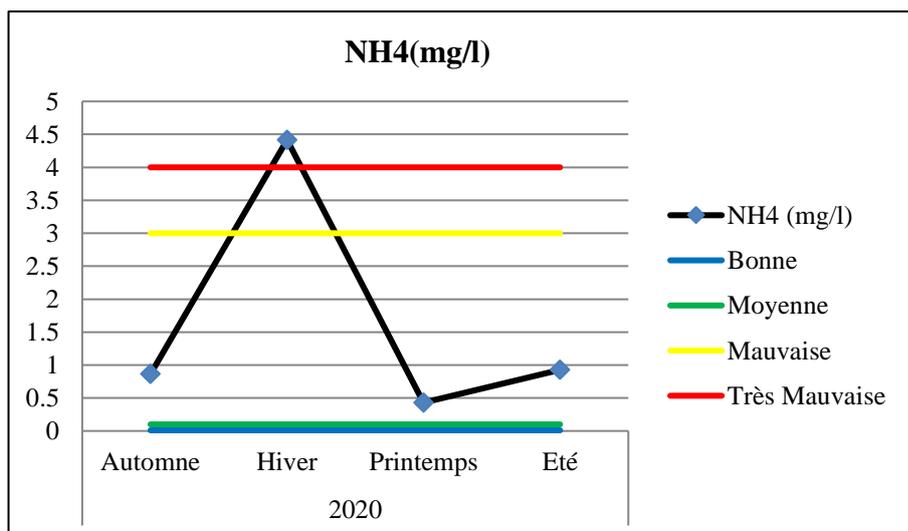


Figure N°39 : Evolution de NH4 (ammonium) dans barrage Bougara saison 2020

Les données disponibles pour la saison 2020 du barrage Bougara révèlent des variations des niveaux de NH4 (ammonium) dans l'eau pour chaque saison. Voici les changements notés:

Automne : le niveau de NH4 était de 0,865 mg/L.

Hiver : le niveau de NH4 était de 4,415 mg/L.

Printemps : le niveau de NH4 était de 0,43 mg/L.

Été : le niveau de NH4 était de 0,926 mg/L.

Une augmentation significative du pourcentage d'ammonium est observée pendant la saison hivernale, suivie d'une diminution significative au printemps et en automne. L'été montre un niveau légèrement supérieur par rapport aux autres saisons, mais il reste inférieur à l'hiver. En général, ces ratios sont de mauvaise qualité et non conformes aux normes

5.4.2.3.4 Evolution Paramètres Matière phosphorée (PO4)

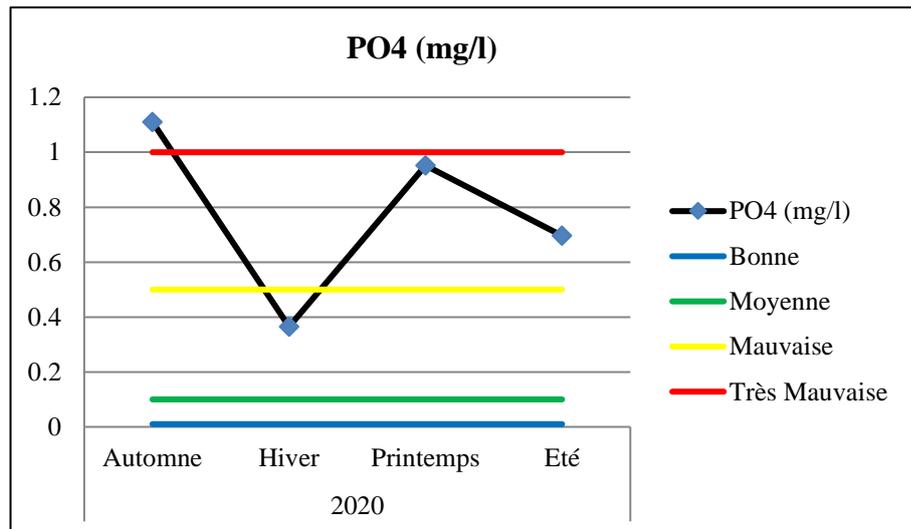


Figure N°40: Evolution de phosphorée (PO4) dans barrage Bougara saison 2020

Les données disponibles pour la saison 2020 du barrage Bougara révèlent des différences dans les niveaux de PO4 (phosphate) dans l'eau pour chaque saison. Voici les changements notés :

Automne : le niveau de PO4 était de 1,11 mg/L.

Hiver : le niveau de PO4 était de 0,365 mg/L.

Printemps : le niveau de PO4 était de 0,9515 mg/L.

Été : le niveau de PO4 était de 0,696 mg/L.

On observe une hausse du phosphate au printemps, suivie d'une diminution durant l'automne et l'hiver, et d'une valeur intermédiaire durant l'été. En général, les phosphates sont élevés et ne répondent pas aux norme.

5.5. Qualité de l'eau du barrage Dahmouni

5.5.1. Qualité de l'eau du barrage Dahmouni en 2005

Tableau N° 19 : résultats d'analyses d'eaux barrage Dahmouni en saison 2005

	Volume (Hm3)	PH	RS (mg/l)	O2D (%)	NO3 (mg/l)	NO2 (mg/l)	NH4 (mg/l)	PO4 (mg/l)	DB05 (mg/l)	DCO (mg/l)	MO (mg/l)
Automne	15.097	7.966	1486.66	63.8	3.666	0.316	2.973	2.893	9.7	40	16.633
Hiver	13.582	7.75	1350	68.3	5.5	0.45	4.975	2.01	10.75	50	9.1
Printemps	16.157	7.866	1360	67.9	9.666	0.466	6.65	2.016	13.3	59	8.266
Eté	17.056	7.9	1523.33	63.5	6.666	1.766	2.7	3.186	16.6	76.666	14.5

5.5.2. Qualité de l'eau du barrage Dahmouni en 2020

Tableau N° 20 : résultats d'analyses d'eaux barrage Dahmouni en saison 2020.

	Volume (Hm3)	PH	RS (mg/l)	O2D (%)	NO3 (mg/l)	NO2 (mg/l)	NH4 (mg/l)	PO4 (mg/l)	DB05 (mg/l)	DCO (mg/l)	MO (mg/l)
Automne	8.948	7.87	1180	57.25	9	3.17	8.11	6.125	40.65	87	22
Hiver	13.688	8.025	1003	90.55	54.85	8.65	2.453	4.115	16.05	56.5	19.6
Printemps	17.752	8.795	955.5	110.7	40.25	0.5085	0.047	0.382	22.15	74.5	18
Eté	14.329	8.143	1180	310.53	8	2.2633	0.663	1.396	20.266	87.33	22.76

5.6. Evolution des paramètres physico-chimiques (pH, RS, MO) d'eaux barrage Dahmouni

5.6.1. Evolution de la potentiel d'Hydrogène (pH)

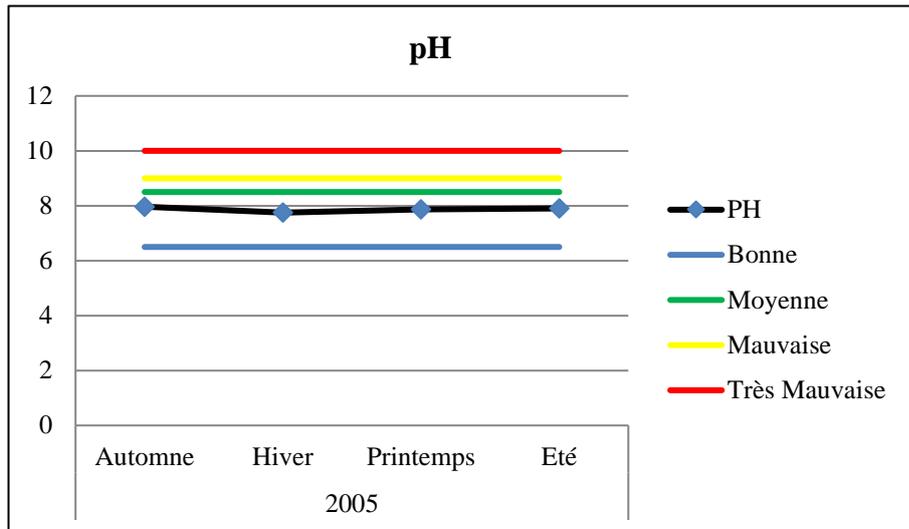


Figure N°41: Evolution de la potentiel d'Hydrogène (pH) de barrage Dahmouni en 2005.

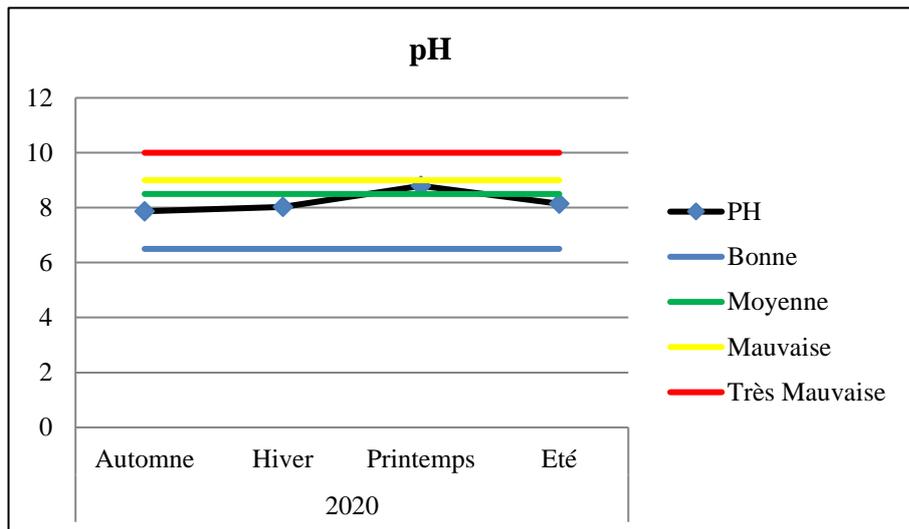


Figure N°42: Evolution de la potentiel d'Hydrogène (pH) de barrage Dahmouni en 2020.

L'analyse des résultats de pH de l'eau du barrage Dahmouni entre 2005 Vs 2020 montre une légère baisse d'acidité en automne, une augmentation d'alcalinité en hiver, une augmentation significative en printemps, et une légère augmentation en été. Ces variations saisonnières suggèrent une tendance générale à l'augmentation de l'alcalinité de l'eau, probablement due à des facteurs environnementaux et des activités humaines, nécessitant une surveillance continue de la qualité de l'eau..

5.6.2. Evolution de la Résidu sec (RS)

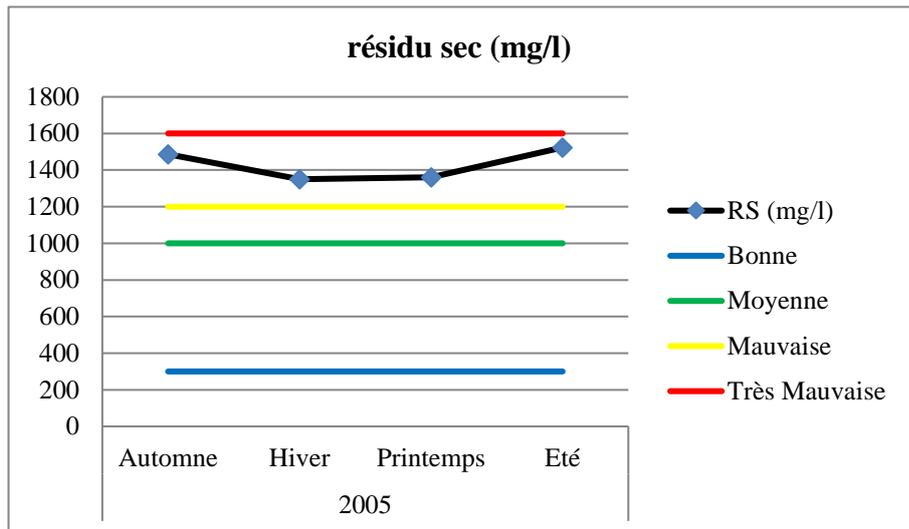


Figure N°42: Evolution de la Résidu sec (RS) de barrage Dahmouni en 2005.

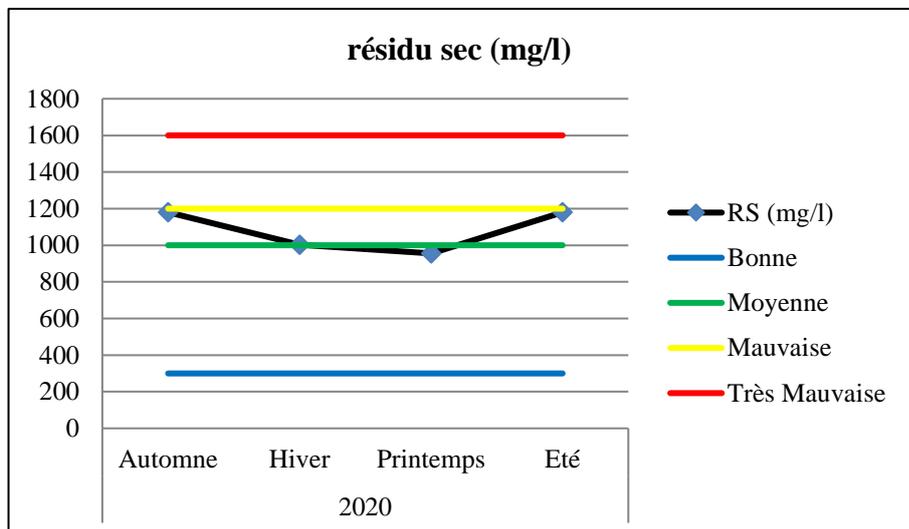


Figure N°43 : Evolution de la Résidu sec (RS) de barrage Dahmouni en 2020.

En comparant les analyses des eaux du barrage Dahmouni entre 2005 et 2020, on note une diminution globale de la concentration en résidus secs (RS) en mg/L. En automne, RS a diminué de 306,66 mg/L, en hiver de 347 mg/L, au printemps de manière significative et en été légèrement. Malgré le fonctionnement de la station d'épuration, ces résultats indiquent une baisse légère mais inacceptable, avec des concentrations de RS globalement en baisse en 2020 par rapport à 2005.

5.6.3. Evolution de la Matière organique (MO)

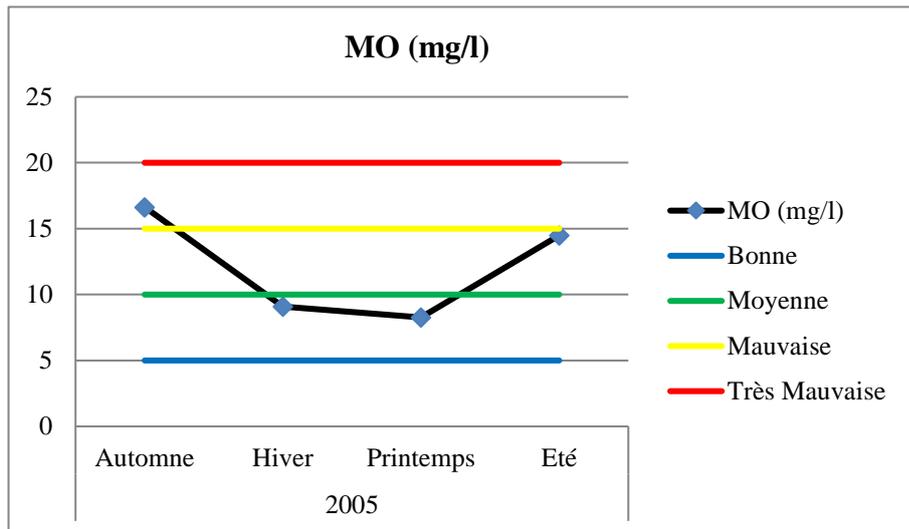


Figure N°44 : Evolution de la Matière organique (MO) de barrage Dahmouni en 2005

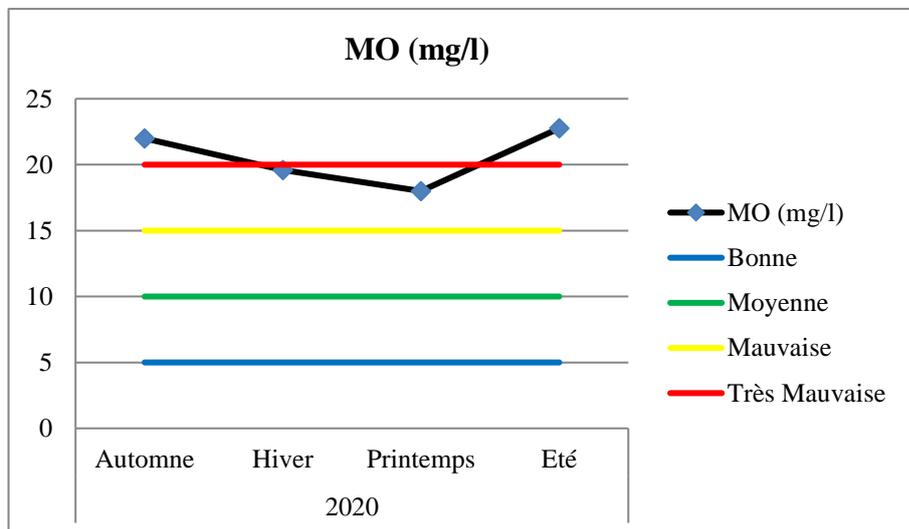


Figure N°45 : Evolution de la Matière organique (MO) de barrage Dahmouni en 2020.

En comparant les résultats d'analyse d'eau du barrage Dahmouni entre 2005 Vs 2020, des variations significatives de la matière organique (MO) ont été observées. En automne, la concentration de MO a augmenté de 16.633 mg/l à 22 mg/l en 2020. En hiver, une augmentation considérable est passée de 9.1 mg/l à 56.5 mg/l, et au printemps de 8.266 mg/l à 74.5 mg/l. En été, une augmentation importante est passée de 14.5 mg/l à 87.33 mg/l. Ces variations saisonnières suggèrent une augmentation globale de la matière organique dans l'eau du barrage Dahmouni entre 2005 Vs 2020, nécessitant une surveillance étroite et des mesures appropriées pour préserver la qualité de l'eau

5.7.Evolution des paramètres de Matière organique (DCO ,DBO5,O2) d’eaux barrage Dahmouni

5.7.1.Evolution de l’oxygène dissous (O2)

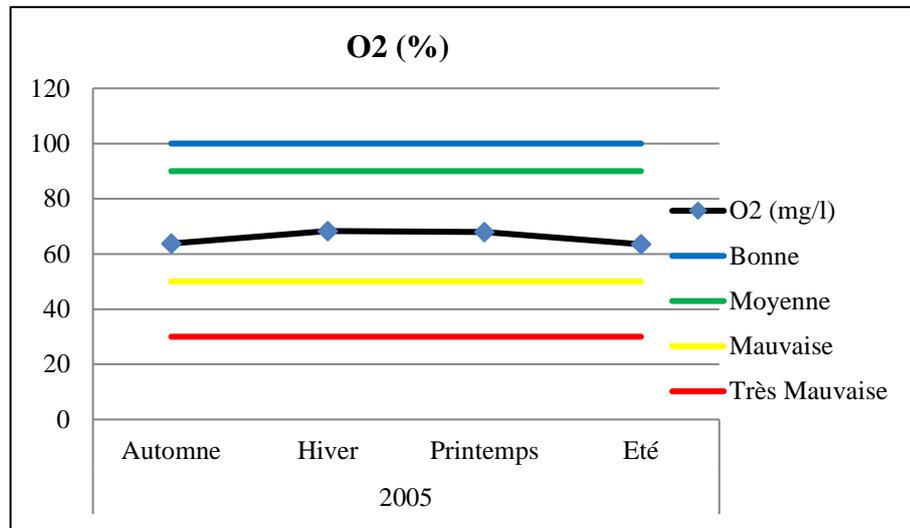


Figure N°46: Evolution de l’oxygène dissous (O2) de barrage Dahmouni en 2005.

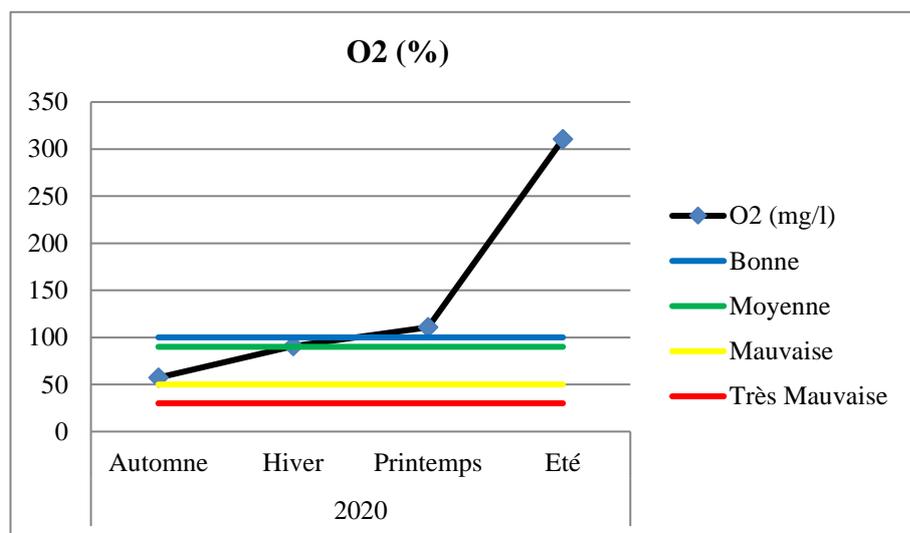


Figure N°47: Evolution de l’oxygène dissous (O2) de barrage Dahmouni en 2020.

En comparant les résultats d'analyse de l'eau du barrage de Dahmouni entre 2005 Vs 2020, les variations suivantes ont été observées dans le pourcentage d'oxygène dissous (O2) :

Automne : de 63,8 à 57,25, montrant une diminution notable de l'oxygène dissous.

Hiver : de 68,3 à 90,55, indiquant une augmentation significative de l'oxygène dissous.

Printemps : de 67,9 à 110,7, mettant en évidence une augmentation significative de l'oxygène dissous.

Été : de 63,5 à 310,53, indiquant une augmentation très importante de l'oxygène dissous.

Ces résultats démontrent des variations saisonnières importantes dans la teneur en oxygène dissous du barrage de Dahmouni entre 2005 Vs 2020

5.7.2. Evolution de la Demande Biochimique en Oxygène au bout de 5 jours (DBO₅)

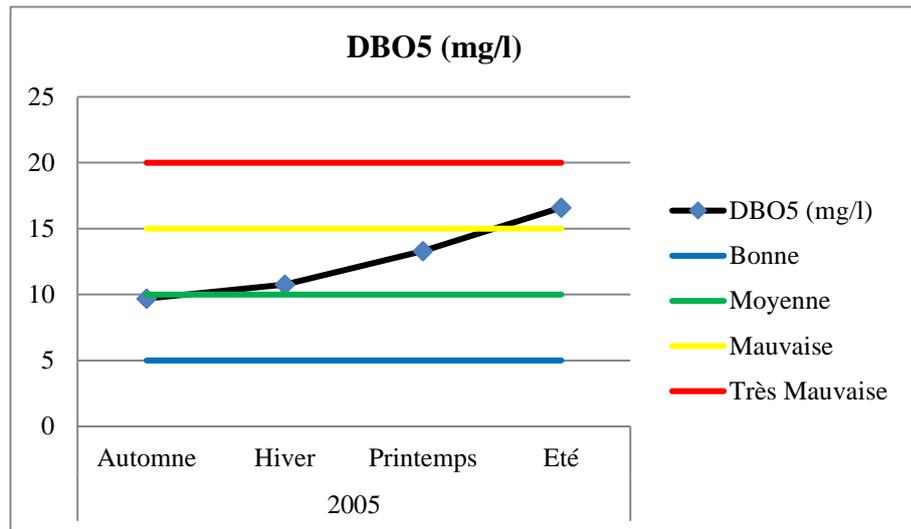


Figure N°48 : Evolution de la Demande Biochimique en Oxygène au bout de 5 jours (DBO₅) de barrage Dahmouni en 2005.

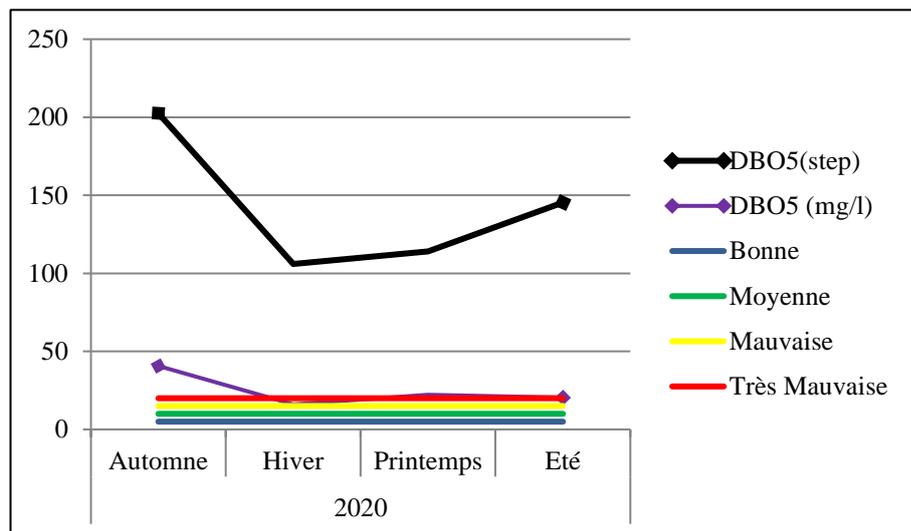


Figure N° 49: Evolution de la Demande Biochimique en Oxygène au bout de 5 jours (DBO₅) de barrage Dahmouni en 2020 .

En comparant les résultats d'analyse de l'eau du barrage de Dahmouni entre 2005 Vs 2020, les différences suivantes de demande biochimique en oxygène ont été observées en 5 jours (DBO₅)

Automne : de 9,7 mg/L à 40,65 mg/L, montrant une augmentation significative de la demande en oxygène.

Hiver : de 10,75 mg/L à 16,05 mg/L, indiquant une légère augmentation de la demande en oxygène.

Printemps : de 13,3 mg/L à 22,15 mg/L, mettant en évidence une augmentation significative de la demande en oxygène.

Été : de 16,6 mg/L à 20,266 mg/L, montrant une légère augmentation de la demande en oxygène.

Ces résultats soulignent que les niveaux de demande biochimique en oxygène sur une période de 5 jours provenant de la station d'épuration dépassent les normes acceptables. Ils indiquent une augmentation globale de la DBO5 entre 2005 Vs 2020, avec des variations saisonnières. Ces changements peuvent être dus à des facteurs tels que la pollution et les activités humaines autour du barrage de Dahmouni.

5.7.3. Evolution de la demande chimique en oxygène (DCO)

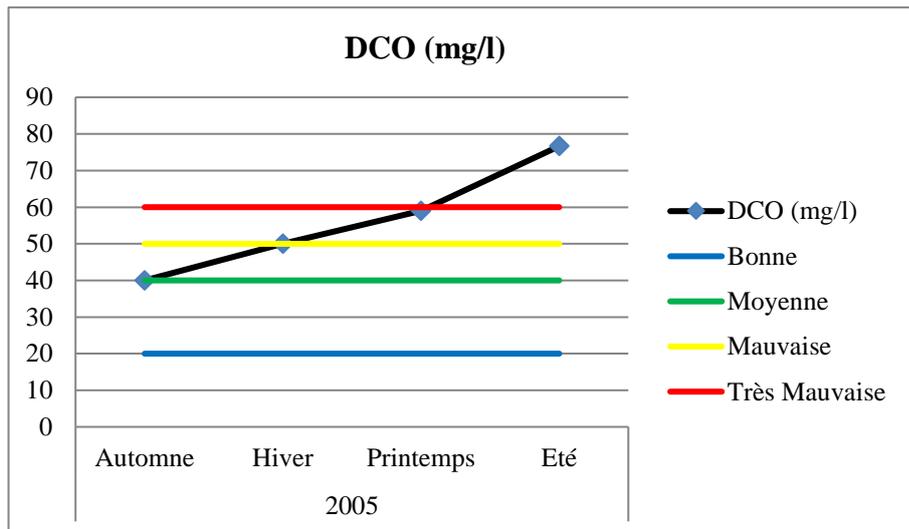


Figure N°50: Evolution de la demande chimique en oxygène (DCO) de barrage Dahmouni en 2005.

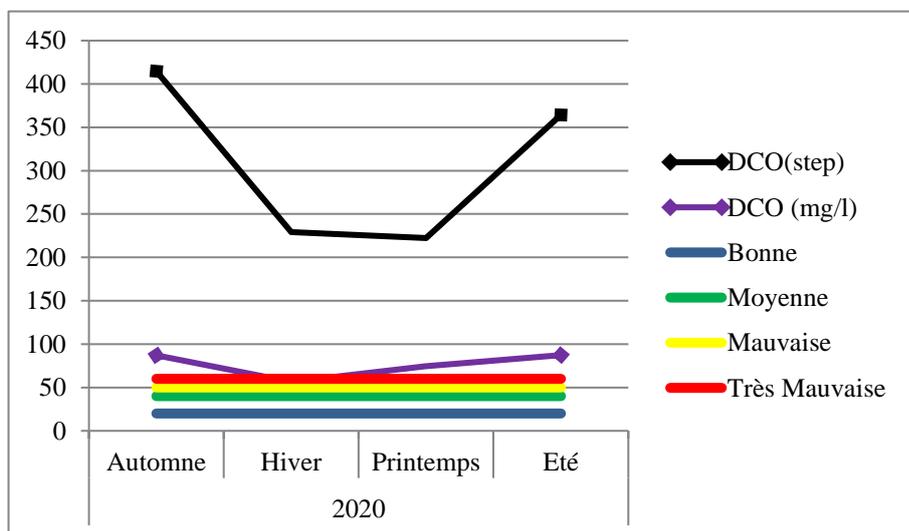


Figure N°51: Evolution de la demande chimique en oxygène (DCO) de barrage Dahmouni en 2020 .

Les résultats d'analyse de l'eau du barrage de Dahmouni entre 2005 Vs 2020 montrent une augmentation de la DCO (demande chimique en oxygène) en toutes saisons. À l'automne, la charge chimique a considérablement augmenté, tandis qu'en hiver, elle a légèrement augmenté. Le printemps a connu une augmentation significative et l'été une légère augmentation. L'eau traitée

n'étant pas conforme aux normes avec des niveaux élevés de DCO, ces variations saisonnières de DCO peuvent être attribuées à la pollution, aux activités humaines autour du barrage et à l'inefficacité de la station d'épuration.

5.8.Evolution des paramètre de Matière azotes (NO3,NO2 ,NH4)

5.8.1.Evolution de NO3 dans barrage Dahmouni en 2005

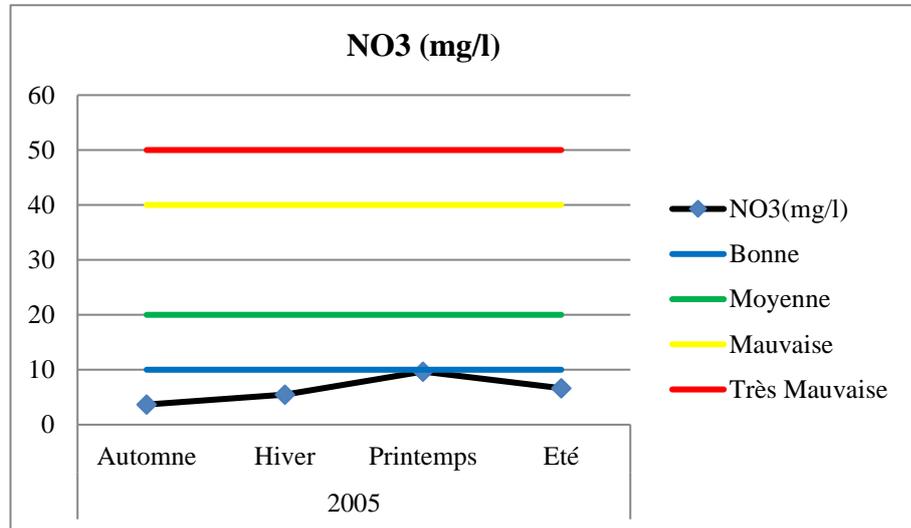


Figure N°51 : Evolution de NO3 dans barrage Dahmouni saison 2005

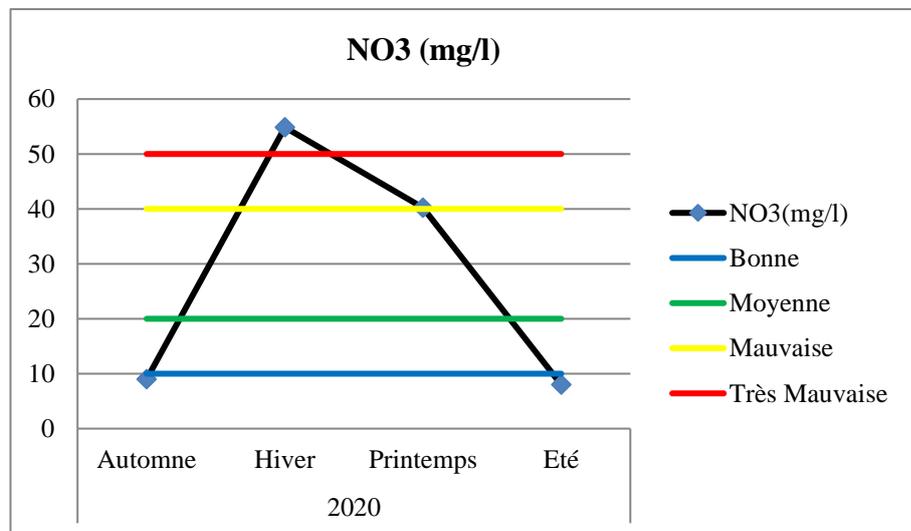


Figure N°53 : Evolution de NO3 dans barrage Dahmouni saison 2020

Les niveaux de NO3 dans le barrage Dahmouni ont montré des variations saisonnières en 2005 et en 2020. En 2005, les niveaux étaient modérés, avec une légère augmentation en hiver et une augmentation significative au printemps. En 2020, les niveaux étaient plus élevés, atteignant un pic en hiver, puis diminuant au printemps. Ces variations soulignent l'importance de surveiller les niveaux de nitrates pour maintenir la qualité de l'eau et prévenir la pollution excessive.

5.8.2. Evolution de NO2 dans barrage Dahmouni saison 2005 Vs 2020

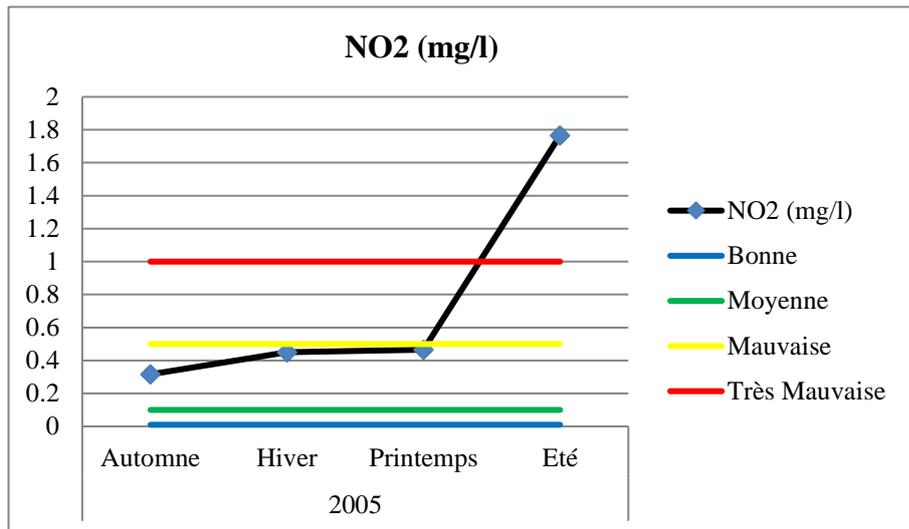


Figure N°54 : Evolution de NO2 dans barrage Dahmouni saison 2005

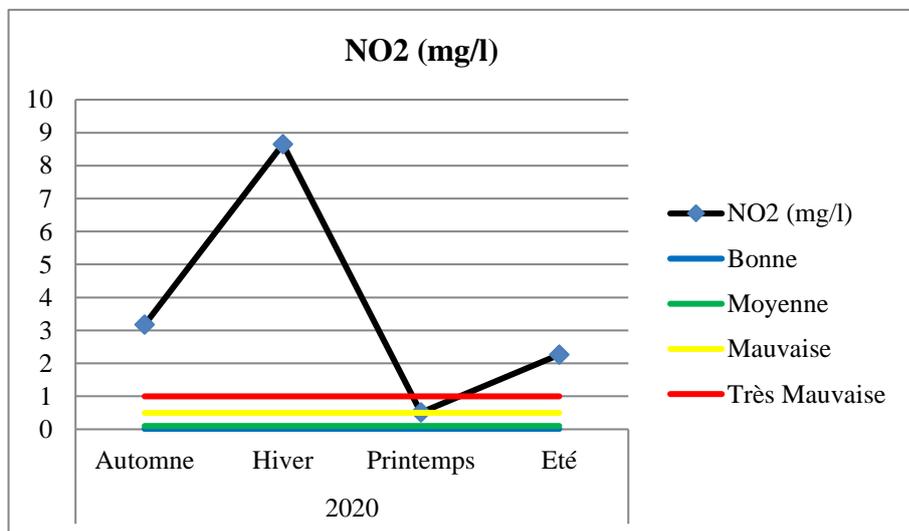


Figure N°55 : Evolution de NO2 dans barrage Dahmouni saison 2020

Les niveaux de NO2 dans le barrage Dahmouni ont montré des variations saisonnières en 2005 Vs 2020. En 2005, les niveaux étaient relativement faibles, avec une légère augmentation en hiver et une augmentation légèrement plus élevée au printemps. En 2020, les niveaux étaient plus élevés, atteignant un pic en hiver, puis diminuant au printemps.

5.8.3. Evolution de NH4 dans barrage Dahmouni saison 2005 Vs 2020

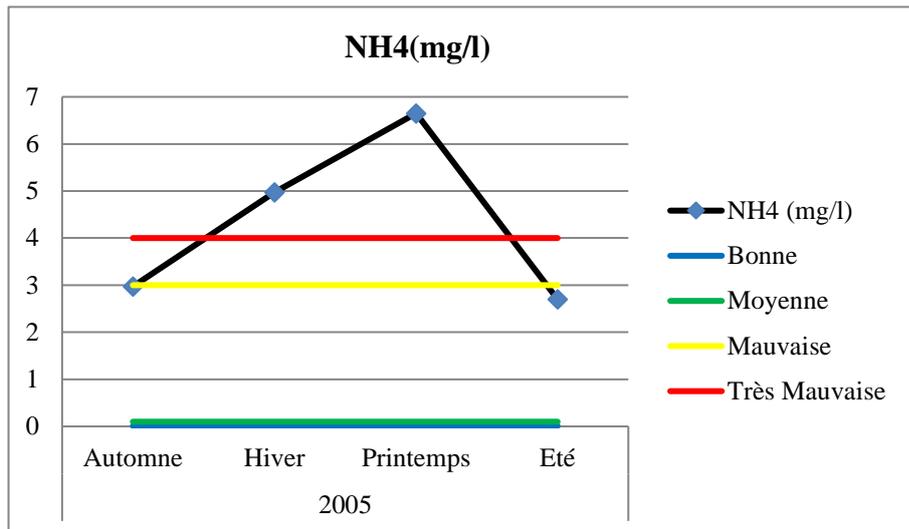


Figure N°56 : Evolution de NH4 dans barrage Dahmouni saison 2005

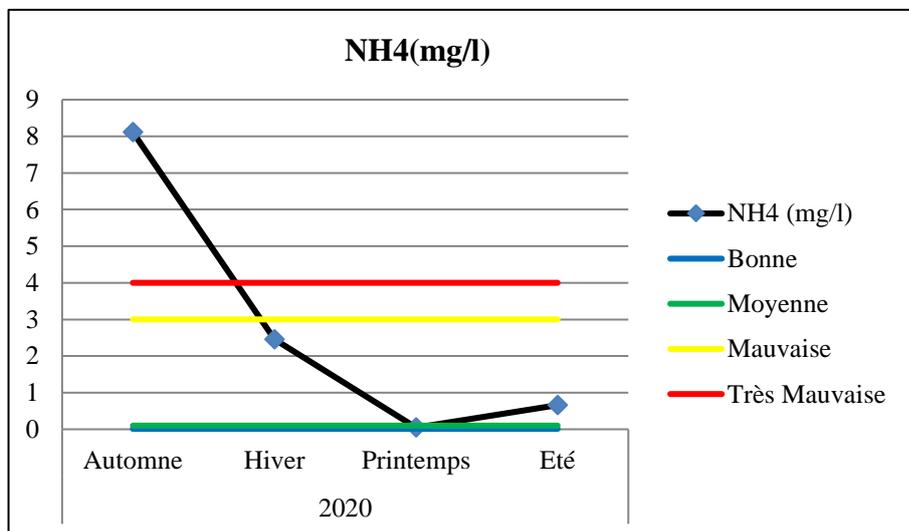


Figure N°57 : Evolution de NH4 dans barrage Dahmouni saison 2020

Les concentrations de NH4 dans le barrage Dahmouni ont montré des variations saisonnières en 2005 et en 2020. En 2005, les niveaux étaient modérés en automne, avec une augmentation significative en hiver et au printemps, et une légère diminution en été. En 2020, les niveaux étaient plus élevés en automne, mais ont considérablement diminué en hiver et au printemps, pour atteindre des concentrations très faibles en été.

5.8.4. Evolution des Paramètres Matière phosphorée PO4 saison 2005 Vs 2020

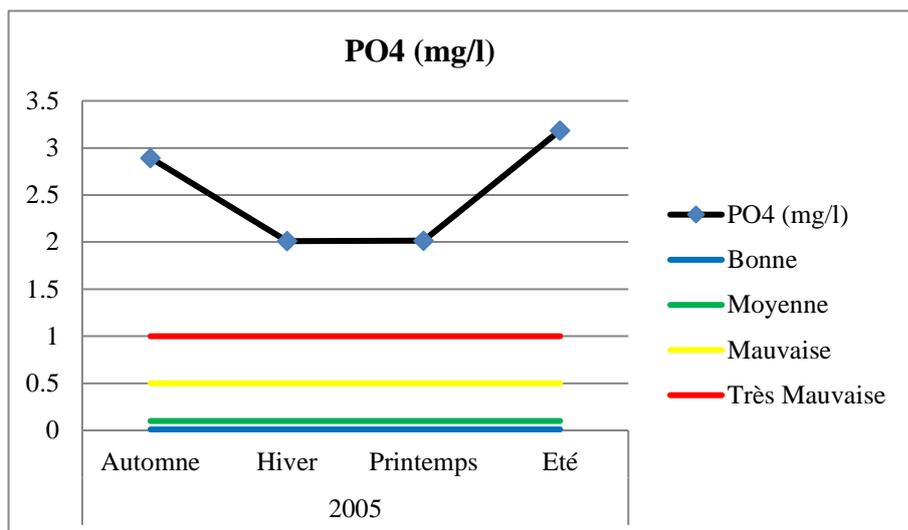


Figure N°58 : Evolution de PO4 de barrage Dahmouni saison 2005

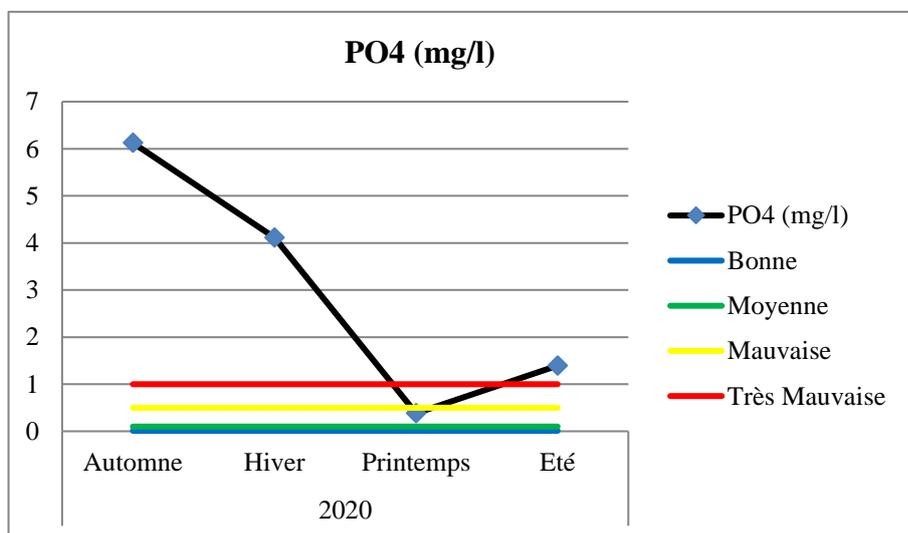


Figure N°59 : Evolution de PO4 de barrage Dahmouni saison 2020

Les concentrations de PO4 dans le barrage Dahmouni ont présenté des variations saisonnières en 2005 et en 2020. En 2005, les niveaux étaient modérés en automne, avec une légère diminution en hiver, une stabilité au printemps, et une augmentation significative en été. En 2020, les niveaux étaient plus élevés en automne, mais ont considérablement diminué en hiver et au printemps, pour atteindre des concentrations très faibles en été

5.9. Evaluation de la pollution organique des eaux du barrage Bougara

Pour une évaluation plus précise de la qualité des eaux du barrage Bougara, le calcul des rapports DCO/DBO5 et DBO5/DCO est d'une grande importance. Ces paramètres de caractérisation sont largement utilisés pour fournir une représentation fiable du degré de pollution des eaux du barrage. Des valeurs de référence pour ces rapports peuvent être trouvées dans la littérature scientifique.

Le tableau ci-dessous présente les rapports DCO/DBO5 et DBO5/DCO des eaux du barrage Bougara :

Tableau N° 21: Ratios de qualité de l'eau du barrage Bougara en 2020

Année	Saisons	Les paramètres de matière organique		Ratios	
		DBO ₅	DCO	DCO/DBO ₅	DBO ₅ /DCO
2020	Automne	50.75	116	2.29	0.44
	Hiver	34.2	85	2.49	0.4
	printemps	22.35	15.85	0.71	1.41
	Eté	29.7	119.33	4.02	0.25

5.10. Evaluation de la pollution organique des eaux du barrage Dahmouni:

Tableau N° 22: Ratios de qualité de l'eau du barrage Dahmouni 2005

Année	Saisons	Les paramètres de matière organique		Ratios	
		DBO ₅	DCO	DCO/DBO ₅	DBO ₅ /DCO
2005	Automne	9.7	40	4.12	0.24
	Hiver	10.75	50	4.65	0.215
	printemps	13.3	59	4.43	0.23
	Eté	16.6	76.66	4.61	0.22

Tableau N° 23 : Ratios de qualité de l'eau du barrage Dahmouni 2020

Année	Saisons	Les paramètres de matière organique		Ratios	
		DBO ₅	DCO	DCO/DBO ₅	DBO ₅ /DCO
2020	Automne	40.65	87	2.14	0.47
	Hiver	16.05	56.5	3.5	0.28
	printemps	22.15	74.5	3.36	0.3
	Eté	20.26	87.33	4.30	0.23

5.11. Variation saisonnière de l'indice de biodégradabilité DCO/DBO₅:

Le rapport DCO/DBO₅ revêt une importance cruciale dans la détermination du processus de traitement des effluents. En effet, un faible rapport DCO/DBO₅ indique une proportion élevée de matières biodégradables, ce qui suggère la possibilité d'un traitement biologique. À l'inverse, un rapport élevé suggère qu'une grande partie de la matière organique n'est pas biodégradable, ce qui oriente plutôt vers un traitement physico-chimique.

Les eaux usées peuvent être divisées en deux catégories : les eaux biodégradables et les eaux non biodégradables. Le calcul du coefficient de biodégradabilité des eaux brutes permet d'évaluer la biodégradabilité des eaux étudiées (Tableau N° 5.10).

Tableau N° 24 Coefficient de biodégradabilité

Les rapports	Interprétation
$DCO/DBO_5 < 2$	Effluent à dominante domestique facilement biodégradable
$2 < DCO/DBO_5 < 3$	Effluent d'industrie agro-alimentaire biodégradable
$DCO/DBO_5 > 3$	Effluent industriel plus ou moins difficilement biodégradable

5.12. Variation saisonnière de l'indice de biodégradabilité DBO₅/DCO

Le rapport DBO₅/DCO (ou DBO/DCO) est un ratio fréquemment utilisé pour évaluer le degré de biodégradabilité d'un effluent (eau usée, boue, etc.) en termes quantitatifs. La DBO₅ (Demande Biochimique en Oxygène) mesure la quantité d'oxygène nécessaire pour la biodégradation de la matière organique en 5 jours, tandis que la DCO (Demande Chimique en Oxygène) mesure la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder chimiquement les composés organiques. Le rapport DBO₅/DCO est un indicateur de la qualité de l'eau. Si le ratio est élevé, cela signifie que la matière organique est plus facilement décomposable. En général, un rapport DBO₅/DCO inférieur à 0,2 indique une forte présence de matières organiques récalcitrantes (difficilement biodégradables), tandis qu'un ratio supérieur à 0,4 indique une matière plus facilement biodégradable.

5.13. Rapport du DCO/DBO₅ de barrage Bougara 2020

La variation des DCO/DBO₅ durant la période d'étude est représentée dans la figure ci-dessus

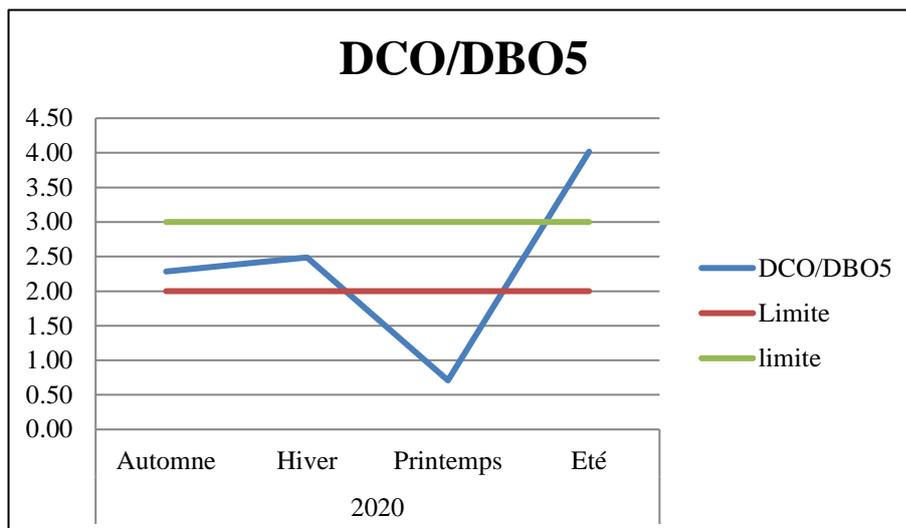


Figure N°60: Evolution moyenne saisonnière du rapport DCO/DBO₅ de barrage Bougara 2020

Les rapports DCO/DBO₅ du barrage Bougara en 2020 ont montré les variations saisonnières suivantes :

Automne : rapport de 2.29, indiquant une dominante domestique facilement biodégradable.

Hiver : rapport de 2.49, suggérant une présence d'origine agroalimentaire biodégradable.

Printemps : rapport de 0.71, avec une biodégradabilité diminuée de la matière organique.

Été : rapport de 4.02, révélant une présence industrielle difficilement biodégradable.

Ces variations peuvent être influencées par des facteurs tels que les activités humaines, les débits d'eau, les processus naturels et les conditions environnementales spécifiques à chaque saison

5.14. Rapport du DBO₅/DCO de barrage Bougara 2020:

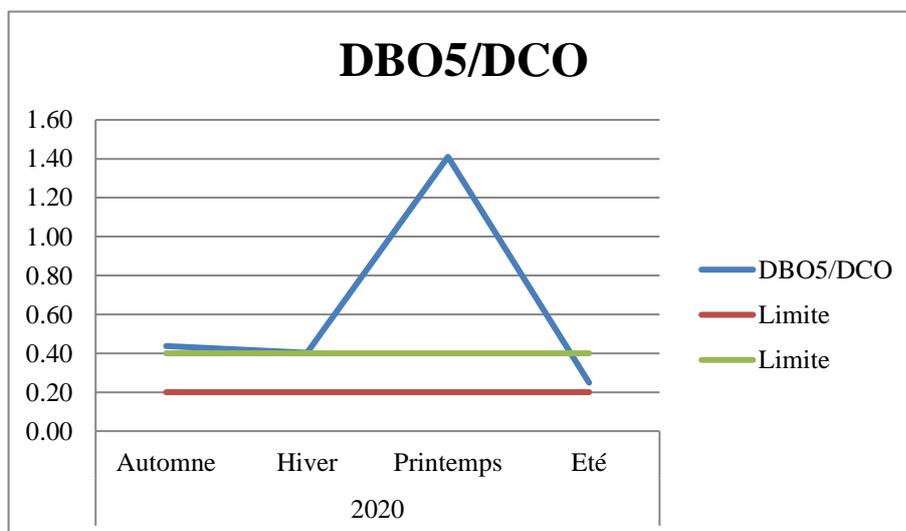


Figure N°61 : Evolution moyenne saisonnière du rapport DBO₅/DCO de barrage Bougara 2020

Les rapports DBO5/DCO du barrage Bougara en 2020 ont révélé les changements saisonniers suivants :

Automne : rapport de 0,44, indiquant la présence de matière organique récalcitrante et facilement biodégradable.

Hiver : 0,4, ce qui indique également la présence de matière organique récalcitrante et facilement biodégradable.

Printemps : ratio de 1,41, dépassant le seuil de 0,4, indiquant une augmentation de la proportion de matière organique dégradable.

Eté : rapport de 0,25, indiquant une forte teneur en matières organiques récalcitrantes et difficiles à décomposer.

5.15. Rapport du DCO/DBO₅ de barrage Dahmouni 2005

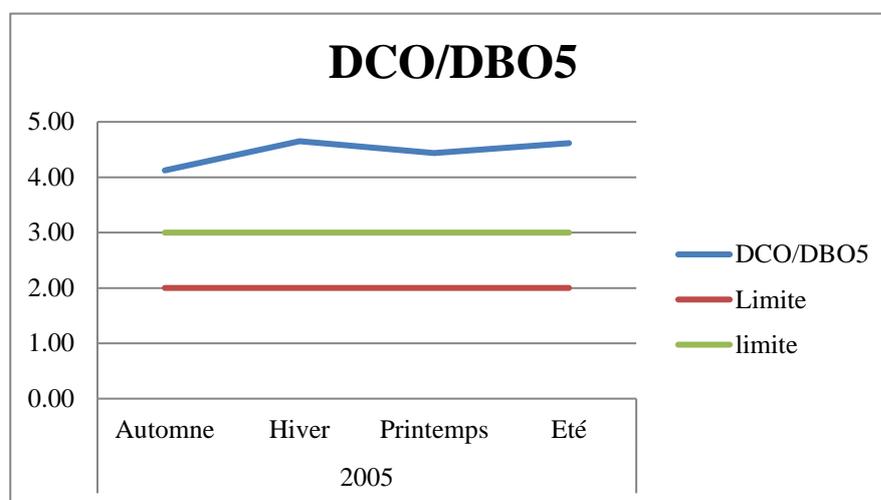


Figure N°62: Evolution moyenne saisonnière du rapport DCO/DBO₅ de barrage Dahmouni 2005

Rapports de qualité de l'eau du barrage de Dahmouni en 2005, exprimés en termes de DCO/DBO₅

On note que tous les ratio ont dépassé la limite de 3 cette année, ce qui rend difficilement biodégradable.

Automne : Un ratio de 4,12 indique une présence relativement modérée de pollution organique dans l'eau durant cette saison.

Hiver : un ratio de 4,65 révèle une augmentation significative de la pollution organique de l'eau durant cette saison. Cette augmentation peut être due à divers facteurs, tels que les pluies provoquant le lessivage de la matière organique du sol ou l'augmentation des activités industrielles.

Printemps : Le ratio de 4,43 indique une diminution par rapport à l'hiver, mais reste élevé, indiquant la présence continue de pollution organique dans l'eau. Les changements saisonniers tels que la fonte des neiges et le ruissellement peuvent affecter ce rapport.

Été : le ratio de 4,61 indique une légère augmentation par rapport au printemps. Durant cette saison, les températures élevées peuvent décomposer la matière organique.

5.16. Rapport du DBO5/DCO de barrage Dahmouni 2005

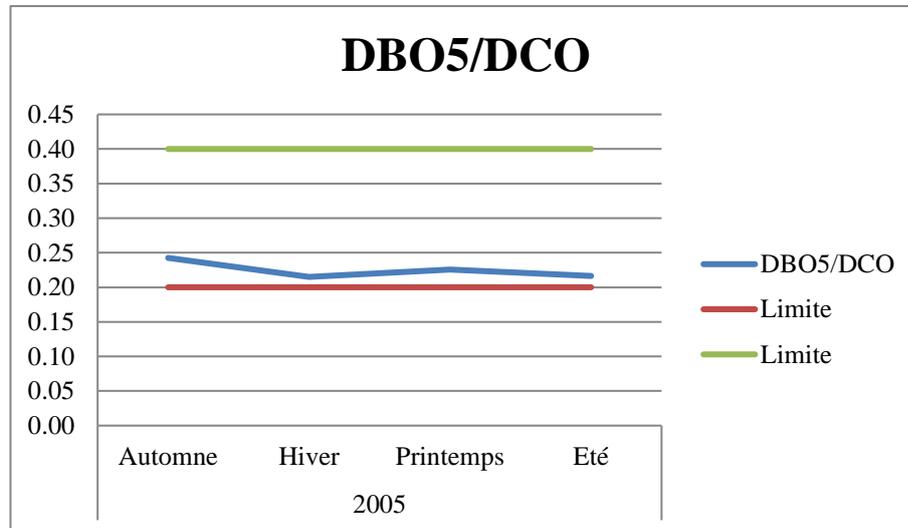


Figure N°63 : Evolution moyenne saisonnière du rapport DBO5/DCO de barrage Dahmouni 2005

les ratios DBO5/DCO de qualité de l'eau du barrage Dahmouni en 2005 pour chaque saison

Automne : Ratio de 0,24. Ce ratio se situe entre 0,2 et 0,4, ce qui suggère une présence modérée de matières organiques dégradables dans l'eau pendant cette saison. Cela indique une certaine biodégradabilité de l'effluent, mais il convient de surveiller si ce ratio respecte les normes de qualité de l'eau établies pour garantir une bonne dégradation des composés organiques.

Hiver : Ratio de 0,215. Ce ratio est inférieur à 0,2, ce qui indique une forte présence de matières organiques récalcitrantes (difficilement biodégradables) dans l'eau pendant cette saison.

Printemps : Ratio de 0,23. Ce ratio est similaire à celui de l'automne, indiquant une présence modérée de matières organiques dégradables dans l'eau.

Été : Ratio de 0,22. Ce ratio est également proche de celui de l'automne et du printemps, indiquant une présence modérée de matières organiques dégradables.

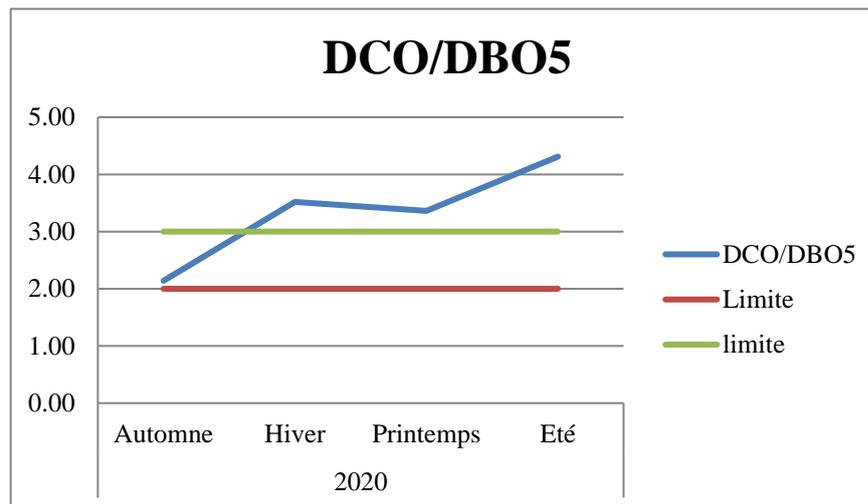
5.17. Rapport du DCO/DBO₅ de barrage Dahmouni 2020

Figure N°64: Evolution moyenne saisonnière du rapport DCO/DBO₅ de barrage Dahmouni 2020

les ratios de qualité de l'eau du barrage Dahmouni en 2020, exprimés en termes de DCO/DBO₅, pour chaque saison :

Automne : Le ratio de 2,14 indique une présence relativement modérée de pollution organique dans l'eau pendant cette saison. Selon les normes, cela peut être considéré comme un effluent contenant principalement des matières organiques facilement biodégradables.

Hiver : Le ratio de 3,5 révèle une augmentation significative de la pollution organique de l'eau pendant cette saison. Selon les normes, cela peut indiquer la présence d'un effluent provenant d'une industrie agro-alimentaire ou d'autres activités où la matière organique est relativement facilement biodégradable.

Printemps : Le ratio de 3,36 indique une diminution par rapport à l'hiver, mais reste élevé, suggérant une présence continue de pollution organique dans l'eau. Selon les normes, cela peut indiquer la présence d'un effluent provenant d'une industrie où la matière organique est plus difficilement biodégradable.

Été : Le ratio de 4,30 montre une augmentation par rapport au printemps. Selon les normes, cela peut indiquer la présence d'un effluent industriel contenant des substances organiques plus difficilement biodégradables.

5.18. Rapport du DBO5/DCO de barrage Dahmouni 2020

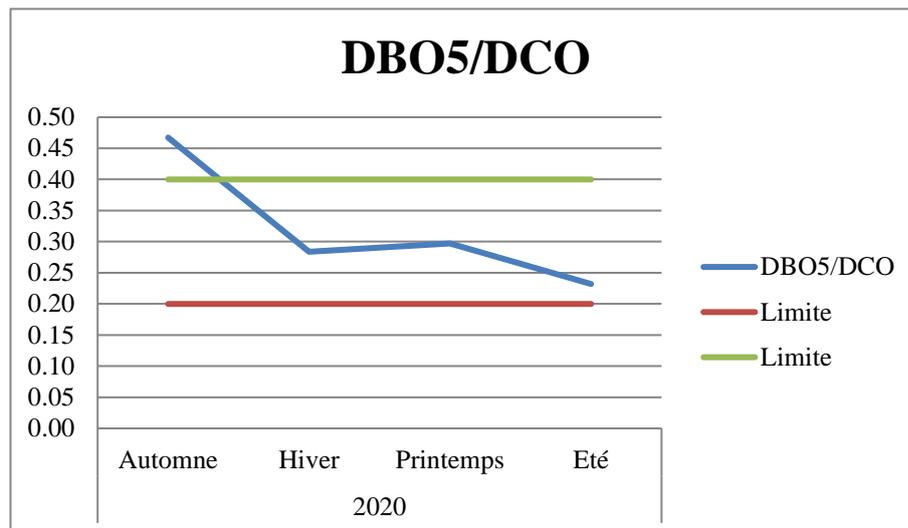


Figure N°65: Evolution moyenne saisonnière du rapport DBO5/DCO de barrage Dahmouni 2020

les ratios DBO5/DCO de qualité de l'eau du barrage Dahmouni pour chaque saison :

Automne : Le ratio de 0,47 indique une présence relativement élevée de matières organiques récalcitrantes dans l'eau pendant cette saison. Selon les normes, cela peut suggérer la présence d'un effluent industriel plus ou moins difficilement biodégradable.

Hiver : Le ratio de 0,28 montre une diminution par rapport à l'automne. Selon les normes, cela peut indiquer une diminution de la présence de matières organiques récalcitrantes dans l'eau pendant cette saison.

Printemps : Le ratio de 0,3 suggère une légère augmentation par rapport à l'hiver, mais reste dans une plage relativement similaire. Selon les normes, cela peut indiquer une présence continue de matières organiques récalcitrantes dans l'eau, nécessitant une attention particulière pour prévenir les impacts environnementaux négatifs.

Été : Le ratio de 0,23 montre une diminution significative par rapport au printemps, indiquant une réduction de la présence de matières organiques récalcitrantes dans l'eau pendant cette saison. Selon les normes, cela peut indiquer une meilleure biodégradabilité de l'effluent.

Conclusion

L'interprétation des différents résultats obtenus par les différentes méthodes nous amène aux conclusions suivantes :

La qualité de l'eau du barrage de Dahmouni en 2005 était généralement bonne, mais en 2020, elle s'est détériorée, malgré la mise en place de la STEP. On constate donc une dégradation de la qualité de l'eau au fil du temps.

Le barrage de Bougara a connu une légère amélioration de la qualité de l'eau par rapport à 2008 Vs 2020. Cependant, il ne fournit pas un environnement propice à la biodiversité aquatique.

Les eaux de barrage de Bougara et Dahmouni peuvent être utilisées pour l'irrigation, sauf en cas de restrictions spécifiques.

L'examen de l'évolution des paramètres physiques et chimiques des eaux de Bougara et du barrage de Dahmouni a révélé que ces derniers subissent en plus des aléas climatiques une nature lithologique contraignante par rapport à la géochimie des roches.

Les normes de pollution organique ne sont pas généralement respectées, ce qui se traduit par la présence de polluants organiques dans l'eau est rend la situation préoccupante.

Les éléments de pollution étaient présents de manière significative tout au long des périodes étudiées , ce qui indique que leur origine est courante dans les engrais utilisés par les agriculteurs et les rejets d'eaux usées mal traitées.

En conclusion, l'état des barrages de Bougara et de Dahmouni se détériore pour plusieurs raisons :

Les stations d'épuration d'eau se révèlent inefficaces dans la réduction de la pollution.

Les agglomérations voisines telles que Bani Mida et d'autres déversent leurs eaux usées dans la rivière Awasil, tandis que l'agglomération d'Awlad Youssef et Bomangoush déversent leurs eaux usées dans l'oued Boukala.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'objectif principal de cette étude est de mettre en relief les impacts des rejets urbains et industriels sur l'intégrité physicochimique des écosystèmes dans la bassin de Nahr Ouassel.

En effet les conséquences de ces rejets sur les ressources hydriques du bassin de Nahr Ouassel notamment sur les barrages sont plus qu'alarmantes.

Les polluants physiques, chimiques, et microbiologiques sont le résultat d'activités humaines (agricoles, industrielles et domestiques).

Notre étude s'est basée sur l'opposition des résultats des analyses physicochimiques de l'eau de barrage Bougara des années 2008 Vs 2020 en premier lieu.

En 2008, nous avons constaté une situation préoccupante de la qualité de l'eau de ce barrage à cause des incidents récurrents de mortalité des poissons sans doute due à la mauvaises qualité d'eau notamment par manque d'oxygène dissous ($O_2 = 0$ mg/l) et un pourcentage élevé de DCO (386 mg/l).

Contrairement à 2020, nous avons constaté pour ce barrage :

Un pH dans les normes (bonne qualité). Les résidus secs en augmentation pendant toutes les périodes, variant de 1963 à 2500 mg/L occupant la classe de très mauvaise qualité.

L'oxygène dissous est très variable et erratique d'une saison à l'autre, allant d'une valeur minimale de 61.35 % à une valeur maximale de 91.25 %, et est classé de qualité moyenne à bonne. La DBO_5 varie entre une valeur minimale de 22.35 et une valeur maximale de 50.75 mg/l, et est classée comme de très mauvaise qualité. La valeur DCO se situe entre la valeur minimale de 15.85 et maximale de 119.33 mg/l, classée comme de très mauvaise qualité. La MO varie entre 15.85 et 32 mg/l et est classée comme étant de mauvaise à très mauvaise qualité.

Les valeurs des ratios DCO/ DBO_5 permettent d'estimer la biodégradabilité de la matière organique pour un effluent donné, ils indiquent un effluent à dominante domestique facilement biodégradable, sauf que la saison estivale a dépassé la limite de 3 .

Le ratio DBO_5/DCO indique une faible présence de matière organique récalcitrante, facilement biodégradable. Selon les normes, un rapport inférieur à 0,2 indique un pourcentage plus élevé de matière organique récalcitrante. Ceci montre qu'au cours des saisons, la matière organique présente dans les eaux du barrage Bougara était relativement facilement biodégradable à biodégradable.

Par ailleurs en 2005 Vs 2020, nous avons constate que les analyses physicochimiques de l'eau de barrage Dahmouni présentent :

Un pH de bonne qualité pour les deux années de référence. Les résidus secs augmentent pendant toutes les périodes, variant de 1523.3 à 1180 mg/l et sont classés comme étant de qualité moyenne à mauvaise.

L'oxygène dissous est très variable et erratique d'une saison à l'autre au cours des deux années, et est classé comme moyen à bon. La DBO₅ permettait de classer ces eaux comme bonne en 2005, mais en 2020 elle est devenue de mauvaise qualité. La valeur DCO varie entre la valeur minimale de 40 et maximale de 76 mg/l en 2005 et entre la valeur minimale de 56,5 et maximale de 87,33 mg/l en 2020, classée comme de qualité moyenne en 2005 et mauvaise en 2020. La MO variait de 9,1 à 16,6 mg/l en 2005 et de 18 à 22,76 mg/l en 2020, classée de qualité moyenne en 2005 à mauvaise qualité en 2020.

Les valeurs limites des ratios DCO/DBO₅ indiquent que ces eaux de barrage sont quelque peu similaires aux effluents industriels et qu'elles sont généralement difficilement biodégradables en 2005 et où elles indiquent une concentration pouvant se dégrader facilement en 2020.

Le rapport DBO₅/DCO indique une faible présence de matière organique récalcitrante et facilement biodégradable en 2020 et cela indique qu'au fil des saisons, la matière organique présente était relativement facile à décomposer.

Le traitement des eaux usées des STEP au niveau communal de Tissemsilt et Tiaret est le point de départ de toute réutilisation potentielle des eaux usées, sachant que l'un des objectifs les plus importants de l'implantation de la station est de réutiliser l'eau traitée comme appoint pour l'irrigation des périmètres et agriculture.

La qualité des eaux insuffisamment traitées des stations d'épuration de Tissemsilt et Tiaret qui se déversent dans les barrages de Bougara et Dahmouni peuvent affecter durablement la biodiversité de ces écosystèmes fragiles.

Pour protéger le barrage Bougara et Dahmouni de la pollution dans les prochaines années il est recommandé de:

- Surveiller en continue la qualité des eaux traitées des stations d'épuration, et améliorer l'efficacité des STEP de Tissemsilt et Tiaret. Cela peut inclure la mise à niveau des équipements de traitement, tels que les décanteurs, les filtres et les systèmes de désinfection, afin d'assurer un processus de purification plus efficace.

- Réaménager le plan d'occupation de l'espace pour minimiser l'érosion et les rejets de pollution.

- Faire une campagne ou des annonces de sensibilisation aux risques de l'utilisation des engrais en période hivernale ou pluvieuse.

- Choix des cultures et des espèces agricoles tolérables à l'irrigation au eaux a salinité moyennement élevée.

Pour être exhaustive cette étude mérite d'être élargie aux aspects liés aux analyses bactériologiques et celui des métaux lourds qu'il faut prendre en considération dans les futures recherches.

En fin, Il convient de préserver cette ressource en eau pour le développement des wilayas de Tiaret et Tissemsilt et répondre aux besoins agricoles tout en protégeant la biodiversité des écosystèmes en place.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Référence :

- [1]. **AGENCE DE L'EAU « France » 1994.** L'assainissement de l'agglomération. Technique d'épuration actuelles et évaluation étude inter agence
- [2]. **TOUHARI, F., 2015.** Etude de la qualité des eaux de la vallée du haut Chellif. Mémoire de doctorat en hydraulique : Ecole nationale supérieur d'hydraulique à Blida.167p
- [3]**ZEGHOUD, M., 2014.** Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de méghibra, mémoire de master, Département des sciences et technologie ; Université D'EL –OUED.86p
- [4]**BAROUR, 2015.** Barour, A. (2015). Caractérisation des eaux et des sols de la haute vallée de la Medjerda. diplôme de Doctorat en Science, université Annaba, 130 p.
- [5]**MADIGOU, 2005.** Influence du statut trophique de cours d'eau sur les fonctionnalités microbiennes des biofilms (Epipsammonet Epilithon), thèse de doctorat, Université Claude-Bernard-Lyon 1, France, 235p.
- [6]**AISSAOUI, 2013.** Evaluation du niveau de contamination des eaux de Barrage Hammam Grouz de la région d'oued Athmana (wilaya de mila) par les activités agricoles. Thèse de magister, université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, faculté de science Biologique et science Agronomique, 75 p.
- [7]**TAMRABET et al. 2003.** Tamrabet L., Kribaa M., Hamidi B., Alalata S., Berkani W., Hamdoudi A. (2007).Evaluation de l'aptitude des effluents d'Oued El Gourzi (Batna, Nord Est d'Algérie) à l'irrigation et leur impact sur le sol et la qualité des cultures maraîchères et fourragères. In : Actes du congrès international Eau et Déchets'. Université Mohamed I, Oujda, Maroc.
- [8] **FAO, 2010.** The wealth of waste : the economics of waste water use in agriculture. Rapport FAO. Rome. 129p.
- [9]**MARIE-PIERRE, M. (2008).** Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin versant de l'Authion, Edition MCBG, l'Agence de l'Eau Loire Bretagne.
- [10] **ZEGHOUD, M., 2014.** Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de méghibra, mémoire de master, Département des sciences et technologie ; Université D'EL –OUED.86p
- [11] **BOUZIANI. M ; 2006 :** l'eau dans tous ses états, Ed DAR EL GHARB, 260p.
- [12] **FAO, 2010.** The wealth of waste : the economics of waste water use in agriculture. Rapport FAO. Rome. 129p.
- [13] **TAMRABET, 2007** Traitement et réutilisation des eaux usées dans les pays du MENA : Cas de l'Algérie. Rapport réalisé pour le compte de la FAO (Office Régional du FAO au Proche Orient, Caire, Egypte)

- [14] **FAO. (2010).** The wealth of waste : the economics of waste water use in agriculture. Rapport FAO. Rome. 129p.
- [15] **TAMRABET et al, 2007.** Evaluation de l'aptitude des effluents d'Oued El Gourzi (Batna, Nord Est d'Algérie) à l'irrigation et leur impact sur le sol et la qualité des cultures maraîchères et fourragères. In : Actes du congrès international Eau et Déchets'. Université Mohamed I, Oujda, Maroc.
- [16] **TIJANI, 2008** Contamination of shallow groundwater system and soil–plant transfer of trace metals under amended irrigated fields. AGWAT-2678, 8 p
- [17] **NEDJRAOUI, 2001** Carte 01: Délimitation des steppes algériennes
- [18] **FORT, 2015.** Fort, M., et al. (2015). Géomorphologie dynamique et environnement. Edition Armand Colin. France, 329 p. (ISBN 978-2- 200 - 24623 -5).
- [19] **DRE Tiaret, 2014** La carte lithologique de la région de Tiaret
- [20] **ANDI Tiaret 2014** Agence National De Développement Et Investissement Tiaret 2014
- [21] **RAMADE, 2002.** Ramade F. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. 2^{ème} édition, Paris: DUNOD, 2002, ISBN 2 10 006670 6.
- [22] **RODRIE.J, 2005.** L'Analyse de L'eau : Eaux Naturels, Eaux Résiduaire, Eaux De Mer. 8^{ème} édition, Dunod, Paris, 1365 p.
- [23] **RAMADE, 1998.** Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau – Biochimie et écologie des eaux continentales et littorales. Paris: Ediscience international, 1998, 800 p.
- [24] **MDR, 2005.** MDR (Ministère Délégué à la Recherche). Conférence internationale, Biodiversité: Science et Gouvernance. Paris: MDR, 2005.
- [25] **ONA, 2018** Tableau de bord exploitation mois de février 2018.
- [26] **ONA, 2019,** Tableau de bord exploitation du mois de janvier 2019.
- [27] **CFT Tiaret, 2014** La carte lithologique de la région de Tiaret.
- [28] **OUEDRAGOU. A et ARRARIA . A, 2018**
- [29] **AMINOT& Chaussepied, 1983.** Aminot, A., Chaussepied, M. (1983). Manuel des analyses chimiques en milieu marin
- [30] **BOLLAGS JM 1973 ; Rodier et al, 2005.** Rodier J. L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8^{ème} Edition. Dunod, Paris (2005).
- [31] **ANDI, 2013.** ANDI 2013, Agence National De Développement Et Investissement, Année 1979
- [32] **NEDJRAOUI, 2008** Délimitation des steppes algériennes
- [33] **B, 1981** Boutin, C., Viallat, J. R., Cargnino, P., & Farris, P. (1981). La thoracoscopie en 1981. Acta Endoscopica, 11(1), 29-44.

ملخص

شهدت نوعية المياه في سدي بوقارة والدحموني الواقعين على مجرى مياه نهر واصل تدهوراً خطيراً خلال الفترات المدروسة بسبب تصريف مياه الصرف الصحي في المناطق الحضرية والصناعية والاستخدام المكثف للأسمدة والمواد الكيماوية في الزراعة.

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل المعلمات الفيزيائية والكيميائية للنظم الإيكولوجية المائية الرئيسية التي يمثلها سدي بوقارة والدحموني حيث أدت إلى موقفين رئيسيين تميزا بتكليف محطتين لمعالجة مياه الصرف الصحي إلى ملاحظة:

تقريرين عن الحالة تمثله في قبل و بعد وضع محطة المعالجة تمثلها سنة 2005 مقابل 2020 لسد دحموني و 2008 مقابل 2020 لسد بوقارة.

سلطت مؤشرات الجودة والرسوم البيانية الموسمية والسنوية الضوء على الجودة الفيزيائية والكيميائية للمياه في حوض نهر واصل.

في الواقع ، أظهر التطور الموسمي للمعايير الفيزيائية والكيميائية للمياه المعتمدة انحرافات كبيرة عن المعايير لكل من سد بوقارة والدحموني

ويرجع ذلك إلى التلوث العضوي ، المعبر عنه في طلب الأكسجين البيوكيميائي و طلب الأكسجين الكيميائي حيث كانت الجودة رديئة متجاوزة المعايير الوطنية ذات الملوحة العالية للغاية حيث وصلت بحد أقصى 2500 ملغ / لتر في سد بوقارة و 1180 ملغ / لتر في سد دحموني

فقط جيدة. NO₃ كان النيتروجين والفسفور في سد بوقارة في عام 2020 من نوعية متوسطة إلى رديئة. وNO₂

بالنسبة لسد دحموني عام 2005 ، كانت التركيزات الموسمية لثاني أكسيد النيتروجين مقبولة. من ناحية أخرى ، كانت نتائج عام 2020 سيئة.

تؤكد نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية السنوية للمياه المعالجة من محطتي معالجة مياه الصرف الصحي في تيسمسيلت وتيارت النوعية الرديئة لهذه المياه.

مما من الضروري ملاحظة عدم كفاءة محطات المعالجة في الحد من التلوث للسنوات التي تم النظر فيها أدى إلى تفاقم تغيير السلامة الفيزيائية والكيميائية للنظامين البيئيين.

وتجدر الإشارة أيضاً إلى أن عوامل بشرية أخرى قد ساهمت في هذه الملاحظة ، لا سيما ضعف الصناعة في الأنشطة الزراعية والتصريف التعسفي لمياه الصرف الصحي من البلدات المجاورة للسد.

الكلمات المفتاحية:

النظم البيئية ، الملوحة ، مياه الصرف الصحي ، محطات المعالجة ، سد بوقارة ، سد دحموني