

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

HAMDANI KAMEL

SAIDIBELMHAWEL SALAH ELDINE

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET
CONTINENTALE**

Spécialité : Bio ressources Marines

THÈME

**Analyse physico chimique et phyto
planctonique du barrage SIDI ALHADJEL**

DEVANT LE JURY

Président Dr BORSALI. S MCB U. Mostaganem

Encadreur Dr BELHAKEM. FMCAU. Mostaganem

Examinatrice Mme TERBECH MCBU. Mostaganem

Thème réalisé au Laboratoire de Université de Mostaganem

Année universitaire 2019/2020

Remerciements

Ce mémoire a été achevé avec l'aide de nombreuses personnes que nous tenons à remercier :

Madame BELHAKEM Fadela, notre encadrante qui nous a accompagnée tout au long de notre travail.

Madame BORSALI, qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de jury de soutenance.

Notre gratitude va également aux honorables membres de jury qui ont bien voulu prendre le soin de juger ce travail : Madame TERBECH,

Tous nos enseignants pour leurs encouragements.

A tout le personnel du barrage SIDI ALHADJEL.

Nous tenons également à remercier nos familles, amis et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Résumé :

L'eau est un élément naturel indispensable à la vie. C'est une richesse nécessaire à toute activité humaine. Elle constitue le patrimoine d'une nation. L'objectif principal de cette présente étude était d'évaluer la qualité physico-chimique de l'eau du barrage du SIDI ALHADJEL situé en aval de la confluence d'Oued Chlef à l'est de la région de Mostaganem, wilaya de Mostaganem.

Cette étude concerne la caractérisation bio écologique du barrage SIDI ALHADJEL. Elle nous a permis d'avoir un aperçu sur la situation bioécologique du milieu aquatique en mesurant plusieurs paramètres physicochimiques de l'eau et en étudiant la richesse floristique en phytoplancton.

Abstract :

Water is a natural element essential for life. It is a necessary wealth for all human activity. It is the heritage of a nation. The main objective of this present study was to assess the physico-chemical quality of the water from the SIDI ALHADJEL dam located down stream from the confluence of Oued Chlef in the east of the region of Mostaganem, wilaya of Mostaganem. This study concerns the bio-ecological characterization of the SIDI ALHADJEL dam. It allowed us to gain insight into the bioecological situation of the aquatic environment by measuring several physicochemical parameters of the water and by studying the flora richness in phytoplankton. Sampling was planned monthly over a period of four months between March 2020 and June 2020. The results obtained would have made it possible to control the physicochemical quality of the water thanks to the data obtained such as temperature, pH, dry residue content, the level of oxygen, the content of nitrites, nitrates and phosphates.

الماء عنصر طبيعي ضروري للحياة. إنها ثروة ضرورية لكل نشاط بشري. إنه تراث أمة. كان الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية للمياه من لسد سيدى العدجال الواقع في اتجاه مجرى النهر من ملتقى واد شليف في شرق منطقة مستغانم ، ولاية مستغانم.

تتعلق هذه الدراسة بالتوصيف الحيوي البيئي لسد سيدى العدجال. لقد سمح لنا باكتساب نظرة ثاقبة للوضع البيئي للبيئة المائية من خلال قياس العديد من المعلمات الفيزيائية والكيميائية للمياه ودراسة ثراء النباتات في العوالق النباتية.

التخطيط لأخذ العينات شهرياً على مدى أربعة أشهر بين مارس 2020 ويونيو 2020. عليها ستسمح بالتحكم في الجودة الفيزيائية والكيميائية للمياه بفضل البيانات التي تم الحصول عليها مثل درجة الحرارة مستوى الأكسجين ومحتوى النتريت والنترات والفوسفات.

Sommaire

Résumé :	
Introduction	1
Chapitre 1 : Généralités sur les barrages et les phytoplanctons	3
Partie 1 : Généralité sur les barrages et leur importance en Algérie	3
1. Historique :	3
2. définition :	4
3. Intérêt et conséquences environnementales :	4
4. Les différents types de barrages :	4
4.1 Barrages en béton :	5
4.1.1 Barrage poids :	5
4.1.2 Barrage voûte :	5
4.1.3 Barrage à contreforts :	6
4.2. Barrages en remblai :	6
4.2.1 Les barrages en terre :	6
4.2.2 Les barrages en enrochement :	6
5. Intérêt et utilisation des barrages :	6
6. Méthodes de gestion et de suivi des barrages en Algérie :	7
7) Les paramètres physico-chimique	8
7.1. Température (T °C) :	8
7.2. Potentiel d'hydrogène (pH) :	9
7.3. Conductivité électrique (CE)	9
7.4. Chlorure (Cl-) :	9
7.5. Sulfate (SO₄⁻²) :	9
7.6. Matières en suspension :	10
7.7. Les Résidus Secs :	10
7.8. Oxygène dissous :	10
8. Paramètres relatives à la pollution	10
8.1. Demande biochimique en oxygène (DBO)	10
8.2. Demande chimique en oxygène (DCO)	11
9. Pollution microbienne :	11
9.1. Bactéries indicatrices spécifiques de pollution fécale :	11
9.2. Les coliformes totaux Sous le terme de « coliformes » :	11
9.2.1 Les germes thermophiles ;	12
9.2.2 Les germes psychrophiles	12

9.3 Les coliformes fécaux (coliformes thermo-tolérants)	12
9.4. E. coli:	12
Partie 2 : Généralités sur le phytoplancton.....	13
1. Définition :	13
2. Habitat et écologie :	13
2.1. La lumière :	13
2.2. Les sels minéraux.....	14
2.3. Le gaz carbonique	14
3. Principaux groupes connus du phytoplancton :	14
3.1. Les cyanophycées.....	15
3.2. Les chlorophycées.....	15
3.3. Les diatomées	16
3.4. Les xanthophycées.....	17
3.5. Les cryptophytes.....	18
3.6. Les dinophycées :	18
3.7. Les euglénophycées :	18
4. Importance du phytoplancton : intérêt écologique	19
Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude	20
Partie 1. Présentation générale du Barrage SIDI Lahdjel.....	21
1.1. Situation géographique de la zone d'étude :	21
1.2. Situation administrative de la zone d'étude :	22
1.3. Situation démographique :	22
1.4. L'Objectif du M.A.O :	23
1.4.1. Composantes et caractéristiques du M.A.O	23
1.4.2. Les composants essentiels :	24
1.4.3. Ouvrage et équipement d'entrée	24
1.4.4. Coagulation (chambre de mélange rapide) :	24
1.4.5. Clarification :	25
1.4.6. Floculation :	25
2. Chaine de traitement du barrage.....	25
2.1. Décantation :	25
2.2. Densification.....	25
2.3. Recirculation : et extraction des boues :	26
2.4. Post-Coagulation :	26
2.5. Filtres :	26
2.6. Composantes :	26

2.7. Lavages des filtres :	27
2.8. Réservoir d'eau traitée :	27
3. Système de dosage des produits chimiques	27
Chapitre 3 : Matériels et méthodes	32
Introduction	32
3.1. Méthodes de prélèvement :	33
3.1.1. Méthodes d'analyse de la qualité physico-chimique de l'eau :	33
3.2. Méthodes d'étude du phytoplancton Au laboratoire :	34
3.3 Identification et dénombrement du phytoplancton :	34
Chapitre 4 : Synthèse expérimentale bibliographique	36
4.1. Mesure physico-chimique	36
4.1.2 Paramètres relative à la pollution	40
4.1.3 Différentes formes d'azote	41
4.1.4 Phosphate (PO_4^{-3})	42
4.2. Diversité et régularité des phytoplanctons	43
Conclusion Générale	46
Bibliographie :	48

Liste des figures

Figure 1 : Les cyanophycées, les chlorophycées et les diatomées (GROGA, 2012). P16

Figure 2 : Les chrysophycées, les dinophycées et les cryptophycées (GROGA, 2012). P17

Figure 3 : Localisation de la région d'étude Wilayas de Mostaganem et d'Oran. P22

Figure 4 : Schéma d'un filet à plancton. P31

Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau récapitulatif du découpage administratif des deux wilayas ;p20

Tableau 2 : Evolution de la population des deux wilayas (Oran et Mostaganem) ;p 21

Tableau 3 : Détails des mesures physico-chimiques de l'eau ;p33

Tableau 4: Grille de la qualité des eaux superficielle pour les chlorures ; p35

Tableau 5 : Grille de la qualité des eaux superficielles pour les teneurs en sulfates (ANRH, 1999).P37

Tableau 6 : Grille de la qualité des eaux superficielles pour les teneurs en MES (ANRH,1999).P38

Tableau 7: Grille de la qualité des eaux superficielles pour les résidus secs (ARNH, 1999).P38

Tableau 8: Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique(Rodier et al.,2009).p39

Tableau 9: Grille de la qualité des eaux superficielles (ABH ,2009).p40

Tableau 10 : La classification de la qualité des cours d'eau en Algérie selon (ABH, 2009).p42

INTRODUCTION

Introduction

En Algérie, l'eau est une ressource fondamentalement préoccupante du fait que le développement économique et social soit désordonné. De ce fait, sa rareté dans les zones rurales engendre une problématique de gestion au sens large : pertes, gaspillages, traitements aléatoires, dégradations et manque de protection de la ressource, qui s'ajoutent aux conditions naturelles défavorables.

En effet, la complexité de la problématique de l'eau en Algérie et particulièrement celle du Nord du pays s'explique par :

- les caractéristiques naturelles et la répartition de population.
- La connaissance précise de l'état des ressources hydriques qui reste à parfaire en raison de l'information fragmentaire au niveau des grandes structures publiques ainsi la mauvaise coordination préexistante nuisant à la dynamique qu'impose l'enjeu.

En Algérie, Il existe 68 barrages avec une capacité de 6767 de Hm³ (Site Web, 1). Malgré leurs importances, l'étude des aspects biologiques et écologiques des barrages reste insuffisante malgré les richesses bioécologiques qu'ils recèlent. Parmi les groupes vivants les plus abordés dans les études concernant la vie aquatique, nous citons le phytoplancton, qui représente une grande importance tant du point de vue écologique qu'économique (CADORET et BERNARD, 2008); Le phytoplancton ou plancton végétal, regroupe les algues unicellulaires photosynthétiques dont le rôle est essentiel au sein des cycles biogéochimiques et dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques puisqu'il est entre autre à la base des chaînes trophiques (SOURNIA, 1986).

L'objectif principal de notre étude est de contribuer à la connaissance de la diversité microalgale, ainsi à l'évaluation de la qualité physico-chimique de l'eau.

*Dans le 1^{er} chapitre, nous présentons un recueil bibliographique sur les réservoirs de barrage et le phytoplancton divisé en deux parties ; La 1^{ère} présente des généralités sur des barrages et leur importance en Algérie et la 2^{ème} porte sur la bio-écologie du phytoplancton.

*Le deuxième chapitre se divise en trois parties ; la 1^{ère} est consacrée à la présentation générale de la zone d'étude et de ses principales caractéristiques écologiques, la 2^{ème} porte sur les différentes méthodes utilisées sur le terrain et au laboratoire et la 3^{ème} partie renferme les méthodes d'exploitation des résultats par le bilan physico-chimique et bioécologiques.

*Le troisième chapitre est sous forme d'une discussion qui est une synthèse expérimentale bibliographique selon les articles correspondant à notre thème dans la littérature scientifique, et ce suivi d'une conclusion récapitulative avec des perspectives.

CHAPITRE 01

Généralités sur les barrages et les phytoplanctons

Chapitre 1 : Généralités sur les barrages et les phytoplanctons

Partie 1 : Généralité sur les barrages et leur importance en Algérie

1. Historique :

Les premiers barrages sont nés avec les premières civilisations de l'antiquité, en particulier dans la vallée du Nil, en Mésopotamie, en Chine et en Asie du Sud. Ce sont certainement les traces de ces anciennes civilisations que les archéologues retrouvent facilement. Le XX^{ème} siècle a été marqué par un taux très élevé de construction de barrages sur la planète, la plupart concentrés dans les pays les plus industrialisés. Selon le rythme de la croissance démographique et du développement économique, on a assisté à un accroissement de la construction des barrages dans le monde. A la fin du XX^{ème} siècle, le total de retenues a atteint les 45 000, distribuées sur plus de 140 pays. Actuellement, près de la moitié des grands fleuves du monde comptent au moins un grand barrage. L'apogée de la construction de ces ouvrages remonte aux années 1960 et 1970, époque à laquelle ils étaient considérés comme un symbole de développement économique, de progrès technologique et de modernisation. C'est à cette époque que la plus partie des barrages a été construite dans les pays d'Amérique du Nord, d'Asie et d'Europe, tandis que les pays d'Afrique, d'Amérique du Sud et d'Océanie présentaient un taux linéaire de croissance. Après les pays du nord de la Méditerranée, ceux d'Afrique du Nord et du Proche-Orient se sont lancés dans une politique de construction de petits barrages. Les objectifs de ces aménagements sont essentiellement la gestion et la conservation des eaux et des sols avec la protection des infrastructures en aval, en particulier en Afrique du Nord, celles des grands barrages contre une sédimentation trop rapide. Le développement des petits barrages a suivi des chemins et des objectifs différents. Le premier trait commun est une volonté politique de développer ce type d'aménagement dans les années à venir. L'évolution des capacités de stockage des petits barrages a été étudiée à travers un modèle d'estimation et de simulation des transports solides. Ces études ont permis de mieux comprendre les phénomènes d'envasement en relation avec l'érosion des sols sur les bassins-versants (**ALBERGE et als, 2004**).

La réalisation de nouveaux barrages et retenues collinaires à travers le territoire de l'Algérie est retenue dans le cadre du programme du secteur de l'hydraulique au titre de la période quinquennale 2010-2014. Pour ce faire, des études sont prévues afin de déterminer la faisabilité de plus d'une quarantaine de petits barrages et retenues collinaires dans l'objectif

évident de combler le déficit enregistré en ce qui concerne l'irrigation agricole et l'alimentation en eau potable des populations. Le manque d'expérience dans de telles études a engendré un investissement colossal dans les travaux de conception. Pour remédier à cette situation, les bureaux d'études algériens ont développé leur propre méthodologie d'étude. Contrairement aux grands barrages, les petits barrages et retenues collinaires ont été considérés différemment vu leurs particularités. La consistance des études a été sensiblement modifiée avec comme résultat des délais de réalisation qui sont passés de 12 à 6 mois se répercutant aussi sur le coût global, qui est passé de 2 500 000 à 1 200 000 DA, sans pour autant affecter la qualité et la fiabilité de l'étude. Cette réduction a été obtenue grâce à la normalisation de certaines études et à la rationalisation des tâches, comme l'étude hydrologique, les reconnaissances géologiques et géotechniques (sondages, fouilles, essais en laboratoire), le dimensionnement hydraulique des ouvrages, le calcul de génie civil des ouvrages en béton armé et les pièces dessinées. (AMAR in BENLOUKLI et TONAIBI, 2004).

2.Définition :

Un barrage est un ouvrage artificiel retenant de l'eau. Il peut être installé sur un cours d'eau pour en bloquer les écoulements et élever le niveau d'eau en amont de l'ouvrage, ou de manière à fermer une cuvette naturelle dans le but de retenir les eaux de pluie et de ruissellement. Les barrages peuvent être constitués de matériaux durs (autrefois en maçonnerie, aujourd'hui en béton), ou en matériaux meubles (terre, enrochements).

3.Intérêt et conséquences environnementales :

Entre les années 1930 et les années 1970, période où la construction de grands barrages étaient à son apogée, ces ouvrages étaient, pour beaucoup de gens, synonymes de développement et de progrès économiques. L'hydroélectricité, l'irrigation, l'alimentation en eau potable et la maîtrise des crues étaient largement considérées comme des raisons suffisantes pour justifier les importants investissements nécessaires. Les autres avantages cités pour justifier la construction de barrage sont : la prospérité économique résultant des cultures irriguées, l'électrification des zones rurales et le développement des infrastructures physiques et sociales telles que les routes et les écoles (ANONYME, 2000)

Toutefois, plus un projet est ambitieux, plus ses conséquences sont lourdes. La construction de barrages permet de réguler le débit d'un fleuve, diminuant ainsi les écarts de flux et donc l'intensité des crues et des sécheresses. Cette régulation par les barrages modifie le mode d'écoulement naturel des rivières. L'augmentation probable du flux moyen en aval en saison sèche peut inonder de manière permanente des écosystèmes importants, tandis qu'une diminution des flux pendant la saison humide peut nuire à la productivité biologique de petites plaines inondables (ARNAUDET et al., 2013). Ainsi l'un des effets majeurs de la construction de barrages sur les communautés de poissons de rivière est le déclin et la disparition possible des espèces migratrices. On peut noter également que les barrages divisent les écosystèmes et perturbent la biodiversité à l'échelle locale (ARNAUDET et al., 2013). Aussi, la construction d'un barrage peut provoquer à la fois des bouleversements humains en forçant des populations entières à se déplacer et avoir un impact écologique non négligeable en changeant fondamentalement l'écosystème local (ARNAUDET et al., 2013).

4. Les différents types de barrages :

Selon la nature du matériau de construction utilisée, on classe les barrages selon deux grandes catégories : Les barrages en béton - Les barrages en remblai

4.1 Barrages en béton :

Les barrages en béton se partagent en trois groupes

4.1.1 Barrage poids :

Comme son nom l'indique, le « barrage poids » résiste à la poussée de l'eau par son propre poids. La plupart des barrages poids sont massifs et pleins avec un profil triangulaire. Le parement aval est vertical ou légèrement incliné, quant au parement amont, il est incliné avec un fruit de talus de (75 à 80%) (ANTON et al., 2011).

4.1.2 Barrage voûte :

Le barrage est constitué d'un mur en béton arqué. La poussée de l'eau est reportée sur les flancs de la vallée. Le barrage a parfois une double courbure verticale et horizontale. Lorsque toutes les conditions nécessaires sont réunies, il permet d'économiser un volume de béton important.

4.1.3 Barrage à contreforts :

Le barrage à contreforts résiste à la poussée de l'eau par son poids propre, mais un certain nombre de dispositions permettent de diminuer le volume de béton par rapport au barrage poids. Ces contreforts conduisent les efforts jusqu'aux fondations, qui doivent être de qualité permettant des sollicitations élevées, et sont des éléments stabilisateurs de l'ouvrage.

4.2. Barrages en remblai :

Il s'agit d'ouvrages de grand volume dont la construction a été rendue possible par l'emploi des engins modernes de terrassement et de manutention. On choisit ce type d'ouvrage lorsque la vallée est trop large et lorsqu'on trouve les matériaux sur place ou à faible distance. Ce type de barrage constitué de terre ou d'enrochements comporte généralement un noyau central d'argile qui assure l'étanchéité. Dans certains ouvrages, l'étanchéité est assurée par un masque amont en béton ou une géo membrane interne. Cette technique a également été utilisée pour la construction de retenues de moyenne capacité.

On distingue deux catégories de barrage en remblai :

4.2.1 Les barrages en terre :

Réalisé à partir de sols naturels meubles prélevés à proximité du site de l'ouvrage.

4.2.2 Les barrages en enrochement :

Dont la majeure partie est constituée de matériaux de carrières concassés. (ANTON et al., 2011).

5. Intérêt et utilisation des barrages :

Les barrages jouent deux rôles principaux celui d'une part de stocker les apports d'eau afin de répondre aux besoins vitaux et économiques des populations (eau potable, irrigation, fourniture d'énergie, navigation), et celui d'autre part, de protection contre des effets destructeurs de l'eau (maîtrise des crues, rétention de sédiments, protection contre les avalanches). D'autres fonctions assurées par les barrages

Certains de ces objectifs peuvent être complémentaires sur un même ouvrage. D'autres sont, à priori, opposés : il est, par exemple, impossible d'avoir en même temps une retenue pleine pour fournir une réserve d'eau potable mais aussi une retenue vide pour limiter au maximum l'impact des crues. Notamment, les barrages excréteurs de crue sont des ouvrages conçus

spécialement à cette fin avec des dispositions particulières de conception et d'exploitation **(FATIMA in DELLIOU, 2003)**.

Selon **DELLIOU (2008)**, les barrages peuvent être construits pour plusieurs objectifs :

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

Certains de ces objectifs peuvent être complémentaires sur un même ouvrage. D'autres sont, a priori, opposés : il est, par exemple, impossible d'avoir en même temps une retenue pleine pour fournir une réserve d'eau potable mais aussi une retenue vide pour limiter au maximum l'impact des crues. C'est le cas notamment des barrages écrêteurs de crue qui sont des ouvrages conçus spécialement à cette fin avec des dispositions particulières de conception et d'exploitation **(DELLIOU, 2008)**

6. Méthodes de gestion et de suivi des barrages en Algérie :

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

qui vont gérer les eaux des grandes villes (**TOUATI, 2010**). A titre d'exemple, le barrage Koudiet Medouar de Timgad (Batna) suit un contrôle technique géré par l'Agence Nationale des Barrages et des Transferts (ANBT) et repartis en deux phases : La première, phase d'exploitation, représentée par une station météo composée d'un bac Colorado d'une surface de 11304 mm, un pluviomètre et un thermomètre. Pour la lecture des côtes du plan d'eau une mire graduée placée verticalement sur la tour de prise.

La deuxième phase, l'auscultation est représentée par :

-Des piézomètres ; des techniciens veillent au contrôle des deux digues (digue principale et digue de col) durant toute l'année avec une prospection visuelle et des mesures de pression dans tous les piézomètres incorporés dans le corps du barrage, Ces mesures de niveau piézométrique sont réalisées hebdomadairement. -Mesures tridimensionnelles (barre vanchon): des mesures prises mensuellement à l'aide d'un pied à coulisses dans les trois dimensions X, Y et Z afin de contrôler les anneaux de la galerie de dérivation.

- Cellules de pression : dispositif d'auscultation consiste à mesurer la pression interstitielle.

- Forages drainants : des puits à faible profondeur varie entre 7 et 10 mètres

. - Tassement et gonflement sur la digue principale : des mesures sont prisent chaque mois pour vérifier le déplacement du corps du barrage.

- Fuites et drains L/S : la mesure des fuites et des drains se fait manuellement avec une éprouvette graduée et un chronomètre, durant les jours normaux et les événements exceptionnels. Le but de cette mesure et de contrôler et de voir l'étanchéité et le comportement du barrage au cours des années d'exploitation vis-à-vis des charges supportées (**ANBT, 2014**).

7) Les paramètres physico-chimique

7.1. Température (T °C) :

La température de l'eau joue un rôle important en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz. Les vitesses des réactions chimiques et biochimiques sont accrues par la température d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10°C. Dès que l'on augmente la température de l'eau, l'activité métabolique des organismes aquatiques est alors accélérée. La valeur de ce paramètre est influencée par la température ambiante mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduares chaudes (**RODIER., 1984**).

7.2. Potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH mesurant l'acidité d'une solution, est défini par l'expression $\text{pH} = -\log \text{H}^+$ où (H^+) est l'activité de l'ion hydrogène H^+ dans la solution (**RAMADE., 1998**). Les équilibres physicochimiques sont conditionnés par le pH. Il intervient avec d'autres paramètres comme la dureté, l'alcalinité et la température, Habituellement il varie entre 7,2 et 7,6(**BRMONDE et al ,1973**). Cependant, dans certains cas, il peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles augmentent le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons. (**RODIER et al., 2009**).

7.3. Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique d'eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Généralement l'on considère que la situation est particulière ou anormale au-delà de 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et une conductivité de l'eau supérieure à 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ classe alors une eau comme difficilement utilisable dans les zones irriguées. Pour les usages industriels, l'interprétation des résultats doit se faire en fonction d'une analyse complète de l'eau. Retenons que pour le contrôle des rejets industriels, la conductivité ne reflète qu'une minéralisation globale et que l'identification des éléments chimiques en cause est assez difficile (**RODIER et al., 2009**).

7.4. Chlorure (Cl^-) :

Les chlorures sont fréquents dans les réserves d'eaux douces à un taux de 10 mg/l à 100 mg/l. Une forte teneur en chlorures peut indiquer une pollution par des eaux usées (Nalco ., 1983).Les chlorures (Cl^-) doivent être particulièrement suivis. Les teneurs en chlorures des eaux de surface sont extrêmement variées. Elles sont principalement liées à la nature des terrains traversés (**RODIER., 1984**).

7.5. Sulfate (SO_4^{-2}) :

Les sulfates sont des composés naturels des eaux. Ils sont liés aux cations majeurs tels que le calcium, le potassium et le sodium. Ils proviennent de certains minéraux, en particulier du gypse ou apparaissent à partir de l'oxydation des minéraux sulfureux (**BRMOND et al ., 1973 ;RODIER ,1984**). Les teneurs en sulfates des eaux naturelles sont variables, de 5 à 200 mg/l. Les eaux usées de nombreuses industries peuvent également contenir des sulfates (**Rodier., 1984**).

7.6. Matières en suspension :

Elles constituent l'ensemble des particules minérales et/ou organiques dans une eau naturelle ou polluée (**RAMADE, 1998**). Dans les eaux superficielles non polluées, les matières en suspension ont surtout pour origine le bassin versant sous l'effet de l'érosion naturelle, les débris d'origine organique (débris végétaux...etc.) et le plancton. La nature des MES (Matières En Suspension) est donc souvent minérale et leur taux relativement bas sauf en périodes de crues des cours d'eau. Les eaux naturelles ne sont jamais exemptes de matière en suspension et on admet une teneur inférieure à 30 mg/l (**AFRI-MEHNAUI, 1998**).

7.7. Les Résidus Secs :

Reliquat obtenu à partir d'un prélèvement d'échantillon après dessiccation totale au four à 105 °C, c'est un indicateur qui exprime le taux de minéraux.

7.8. Oxygène dissous :

Les concentrations en oxygène dissous, constituent avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique. Dans les eaux de surface, l'oxygène dissous provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments. La concentration dépend également de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau. Une teneur en oxygène inférieure à 1 mg d'O₂ par litre d'eau, indique un état proche de l'anaérobie. Cet état se produit lorsque les processus d'oxydation des déchets minéraux, de la matière organique et des nutriments consomment plus d'oxygène que celui disponible. Une faible teneur en oxygène dissous provoque une augmentation de la solubilité des éléments toxiques qui se libèrent des sédiments (**RODIER et al., 2009**).

8. Paramètres relatives à la pollution

8.1. Demande biochimique en oxygène (DBO)

La DBO est considérée parmi les mesures globales qui permettent de caractériser les eaux résiduaires et les eaux de surface. La demande biochimique en oxygène en 5 jours (DBO₅), à 20°C et à l'obscurité. Le rejet des matières organiques fermentescibles par un émissaire

d'égout, par exemple, provoque immédiatement une déplétion de la teneur en oxygène dissous par dégradation sous l'action des bactéries aérobies, qui va s'atténuer dans le sens du courant (**RAMADE ., 2002**).

8.2. Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une oxydation complète des matières organiques et minérales présentes dans l'eau. Certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium (**RODIER et al., 2005**).

9. Pollution microbienne :

La pollution microbienne est principalement liée aux eaux usées urbaines. Ces dernières sont très chargées en coliformes, bactéries pathogènes, virus et parasites. Le réservoir majeur des bactéries responsables des maladies à transmission hydrique se trouve être l'appareil digestif de l'Homme et des animaux. L'élimination de ces bactéries par les matières fécales contamine les égouts urbains, les eaux résiduaires hospitalières et les eaux de surface. (**MACEUR; 2016**)

9.1. Bactéries indicatrices spécifiques de pollution fécale :

Ces bactéries ont été choisies parce qu'elles sont présentes en grand nombre dans les selles des animaux à sang chaud qui sont des sources fréquentes de contamination assez grave, elles sont détectables facilement. Trois indicateurs sont à noter : les Coliformes totaux, Coliformes fécaux, et Les streptocoques fécaux. (**SALWA**)

9.2. Les coliformes totaux Sous le terme de « coliformes » :

Sous le terme de « coliformes », est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des Enterobacteriaceae, correspondent à des bacilles Gram négatif, non sporulés, aéro/anaérobies facultatifs, possèdent des propriétés caractéristiques de structure et de culture à 35-37C°, ils sont sensibles au chlore. Ils se répartissent en deux catégories :

9.2.1 Les germes thermophiles ;

9.2.2 Les germes psychrophiles

Leur intérêt moindre pour déceler une contamination d'origine fécale.

9.3 Les coliformes fécaux (coliformes thermo-tolérants)

Les coliformes fécaux sont un sous-groupe de coliformes totaux, l'existence de ces germes peut être une indication de la présence des micro-organismes entéropathogènes, comme les salmonelles. Un autre test peut fournir les mêmes indications que celles fournies par le dénombrement des coliformes fécaux, c'est le dénombrement des E. coli présumés qui correspondent à des coliformes thermo-tolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane, à 44°C.

9.4.E. coli:

L'espèce la plus fréquemment associée aux coliformes fécaux est E. coli représentée toutefois 80 à 90% des coliformes thermo-tolérants détectés. **L'OMS (2004)**, n'énonce que la présence d'E.coli, apporte la preuve incontestable d'une pollution fécale récente. Selon l'OMS, l'indicateur le plus précis pour estimer la pollution fécale est en fait E. coli, en raison de son abondance dans les fèces humaines (jusqu' 1 milliard de bactéries par gramme de matière fraîche), et de sa persistance pour être recherché (sa durée de détection dans l'eau à 20°C varie d'une semaine à un mois).

Partie 2 : Généralités sur le phytoplancton

1.Définition :

Le phytoplancton est une composante majeure des écosystèmes aquatiques en général et océaniques en particulier (ARINO, 2001). Il est constitué de l'ensemble des micro-organismes végétaux en suspension dans l'eau, capables d'élaborer par photosynthèse leurs propres substances organiques, à partir de l'énergie solaire, de l'eau, du dioxyde de carbone et des sels nutritifs (GAILHARD, 2003). C'est le maillon indispensable qui transforme les éléments minéraux nutritifs et le gaz carbonique dissous dans l'eau en matière organique vivante « les algues elles-mêmes » (BILLARD, 1998). Le phytoplancton est composé d'espèces très variées pouvant former des chaînes ou des agrégats, la taille des espèces rencontrées peut varier de 1 à 1.000 µm, la moyenne se situant vers les 20 à 50 µm. Ils flottent dans les eaux, sans pouvoir s'opposer à leurs déplacements (AMELINEAU, 2005).

2.Habitat et écologie :

Comme tous les êtres vivants, les micro-algues se développent dans les milieux où elles trouvent ce dont elles ont besoin pour vivre (MOLLO et NOURY, 2013). Les organismes qui constituent le phytoplancton est d'une extrême plasticité écologique (GROGA, 2012).

Le phytoplancton peut vivre partout où il y a de l'eau. On le trouve aussi bien dans les eaux douces, marines que saumâtres (mélange d'eau douce et d'eau salée comme les estuaires) (MOLLO et NOURY, 2013). Quelques espèces sont recensées dans les eaux thermales tandis que d'autres tolèrent les basses températures (GROGA, 2012). Il se développe mieux dans les eaux plutôt calmes et riches en sels nutritifs : rivières, estuaires, marais... Ainsi, la concentration de phytoplancton est jusqu'à dix fois plus forte dans les eaux continentales qu'en haute mer. (MOLLO et NOURY, 2013).

Le phytoplancton vit là où les éléments de la photosynthèse sont réunis :

2.1. La lumière :

Dans l'océan, les rayons solaires ne pénètrent que jusqu'à une certaine profondeur. C'est pourquoi le phytoplancton est abondant surtout dans les eaux de surface où il reçoit suffisamment de lumière pour réaliser la photosynthèse. Cette zone est la couche euphotique, dont l'épaisseur varie de plusieurs mètres dans les estuaires jusqu'à environ 200 mètres en haute mer (MOLLO et NOURY, 2013).

2.2. Les sels minéraux :

Sont présents partout où l'eau douce vient rejoindre la mer, mais pour qu'ils soient accessibles au phytoplancton, ils doivent, comme lui, rester en suspension dans les eaux de surface où se trouvent tous les éléments de la photosynthèse. Pour cela, ils dépendent des vents et des courants qui brassent de l'eau leur évitant de tomber ou de rester sur les fonds où ils s'ajoutent aux sédiments.

2.3. Le gaz carbonique :

Dissous dans l'eau, il entre dans le processus de la photosynthèse. Le CO₂ vient des échanges gazeux (CO₂ – O₂) avec l'atmosphère et il est présent partout (**MOLLO et NOURY, 2013**). Le développement du phytoplancton dépend de l'intensité lumineuse, de la température de l'eau et des substances nutritives dissoutes (**MICHA, 1988**)

Les différentes espèces de phytoplancton ne réagissent pas de la même manière aux facteurs du milieu, en particulier la turbulence. Leurs taux de croissance, ainsi que leur dépendance vis-à-vis des nutriments, sont également variables. En outre, afin de faire face aux variations environnementales, les espèces phytoplanctoniques ont développé des stratégies adaptatives, telles que différents mécanismes favorisant leur mobilité et leur migration vers des zones riches en nutriments et en lumière (**GROGA, 2012**).

3. Principaux groupes connus du phytoplancton :

Le premier niveau de classification du phytoplancton est basé sur les pigments photosynthétiques, les produits de réserve et leur localisation cytoplasmique, ainsi que leur niveau de complexité intracellulaire. Plus communément, d'autres critères tels que la reproduction, la nature du squelette, la mobilité permettent de ranger les algues en plusieurs classes telles que : les Cyanophycées ou cyanobactéries, les Chlorophycées, les Diatomophycées ou Bacillariophycées (Fig.4), les Dinophycées, les Cryptophycées et les Chrysophycées (Fig, 1) (**GROGA, 2012**).

3.1. Les cyanophycées :

Sont des procaryotes (cellules dépourvues de noyau et d'organites intracellulaires) photosynthétiques (**LAVOIE et al, 2007**). En effet, ces organismes sont désignés par de nombreux noms suivant la spécialité des chercheurs qui les étudient : Algues bleues, Cyanophytes ou Cyanophycées pour les botanistes ; Cyanobactéries pour les microbiologistes (**FREMY et LASSUS, 2001**) (Fig.2).

Ils se présentent généralement sous forme de cellules isolées, ou de filaments (**CAVALLA, 2000**). Ces phytoplanctons sont les algues primitives, nées il y a 3,5 milliards d'années (**MOLLO et NOURY, 2013**)

Ces organismes, regroupent plus de 110 genres et environ 1000 espèces. La plupart des cyanobactéries sphériques appartiennent à la famille des Chroococcacées et les filamenteuses aux familles des Nostocacées et Oscillatoriacées. Les cellules appartenant à cette classe se caractérisent par l'absence de noyau, de plaste et de reproduction sexuée (**GROGA, 2012**).

3.2. Les chlorophycées

Sont des micro-algues vertes vivants dans les eaux marines et douces des zones tempérées et chaudes, elles mesurent de 1 à 10 microns (**MOLLO et NOURY, 2013**). Ces algues vertes présentent une grande diversité de forme, depuis le type unicellulaire jusqu'au type en colonie ou filaments (**CAVALLA, 2000**).

Elles forment un groupe extrêmement vaste et morphologiquement très diversifié. Elles sont réparties en 4 classes : les Euchlorophycées, les Ulothricophycées, les Zygothricophycées et les Charophycées. Celles-ci comportent environ 500 genres, représentant plus de 15000 espèces ; Toutefois, la plupart des algues vertes planctoniques lacustres appartiennent à l'ordre des Volvocales et à celui des Chlorococcales qui font partie de la classe des Euchlorophycées (**GROGA, 2012**) (Fig.2). On retrouve également 3 types de reproduction sexuée : isogamie (2 gamètes de même taille), anisogamie (gamète mâle plus petite que la gamète femelle) et oogamie (gamète femelle non flagellée et gamète mâle flagellée) (**GROGA, 2012**)

3.3. Les diatomées

Bacillariophycées sont des organismes microscopiques de nature végétale, vivant dans l'eau. Ce sont des algues jaunes et brunes unicellulaires (MOLLO et NOURY, 2013), leur taille varie de 20 à 200 µm environ, quoique certaines puissent atteindre 2 mm. Elles peuvent se présenter en cellules isolées ou regroupées en colonies (LANGLOIS, 2006).

Les diatomées engloberaient plus de 100 000 espèces et on estime que seulement près de 15000 ont été identifiées à ce jour. C'est un des groupes les plus importants du phytoplancton (GROGA, 2012) comme illustré en « figure 1 ». Elles contribuent largement à la fixation du dioxyde du carbone atmosphérique et donc au cycle du carbone, ainsi qu'au cycle du silicium (LANGLOIS, 2006). Leur caractéristique principale est la présence d'une paroi cellulaire siliceuse appelée frustules. La reproduction végétative par division cellulaire est le mode le plus commun de leur multiplication (GROGA, 2012).



Figure 1 : Les cyanophycées, les chlorophycées et les diatomées (GROGA, 2012)

3.4. Les xanthophycées :

Regroupent plus de 100 genres et environ 600 espèces. Elles vivent à l'état unicellulaire, colonial ou de filament et sont caractérisées par une plus grande proportion de pigments caroténoïdes (-carotène) que de chlorophylle, ce qui peut expliquer leur couleur jaune-verte (GROGA, 2012) ainsi que la présence de deux flagelles inégaux (DUSSART, 1992). Les xanthophycées se divisent essentiellement par fission binaire. La reproduction sexuée, quand elle a lieu, est le plus souvent isogame (GROGA, 2012).

* Les chrysophycées sont des algues unicellulaires jaunes à brunes, de forme allongée et de petite taille (2 à 3 microns). Elles vivent indépendantes ou en colonies (MOLLO et NOURY, 2013). Très bien représentées en eaux continentales, plus au moins fixées sur des substrats divers (DUSSART, 1992) illustré en « figure 2 ».



Figure 2 : Les chrysophycées, les dinophycées et les cryptophycées (GROGA, 2012)

Le nombre de leurs flagelles est variable, la plupart des cellules sont uni flagellées mais d'autres possèdent deux flagelles généralement de même taille ; La multiplication se fait par fission binaire ou par zoo sporulation(**GROGA, 2012**).

3.5. Les cryptophytes :

Sont unicellulaires, Les cellules sont aplaties dorso-ventralement, contiennent une variété de pigments dont la phycoérythrine qui leur donne une couleur rougeâtre caractéristique. La reproduction se fait par fission binaire (**GROGA, 2012**). « Figure 2 »

3.6. Les dinophycées :

Sont des micro algues unicellulaires de couleur rouge-orangé et de taille moyenne ou petite, entre 3 et 50 microns. Ils appartiennent à la famille des phytoflagellés et sont apparus il y a plus de 400 millions d'années. Environ 3 000 espèces sont actuellement connues et de nouvelles sont régulièrement découvertes (**MOLLO et NOURY, 2013**) « Fig.2 ». On trouve également les appellations Péridiniens et Dinoflagellés, Ils sont constitués par une grosse cellule, entourée le plus souvent par une structure membranaire complexe comprenant une thèque cellulosique formée de deux valves séparées transversalement par un sillon dans lequel est inséré un flagelle dont les battements induisent un mouvement rotatif (**CAVALLA, 2000**).

Parmi les espèces micro algales planctoniques marines recensées à travers le monde, certaines ont été identifiées comme responsables d'efflorescences algales massives. Parmi celles-ci, environ la moitié sont des Dinoflagellés (**GAILHARD, 2003**).

3.7. Les euglénophycées :

Sont réparties en 13 genres et plus de 2000 espèces. Ils sont presque tous unicellulaires (**GROGA, 2012**). Les cellules d'euglènes sont souvent déformables et la plupart d'entre elles possèdent un flagelle (**CAVALLA, 2000**). En ce qui concerne leur mode de reproduction, la division cellulaire semble être la règle pour cette classe du phytoplancton (**GROGA, 2012**).

4. Importance du phytoplancton : intérêt écologique

Parmi les êtres vivants sur notre planète, un grand nombre passe totalement inaperçu : c'est le cas des micro algues, encore appelées "phytoplancton". Elles sont intégrées au monde végétal aquatique du fait de leur parenté avec les grandes algues, leur originalité étant due à une constitution unicellulaire. En effet, chaque individu est formé d'une seule cellule dans laquelle sont réunies toutes les fonctions : respiration et photosynthèse, assimilation, reproduction (**MOLLO et NOURY, 2013**).

Environ 6 000 espèces de micro algues sont identifiées dans le milieu marin, et plus de 14 000 en eau douce. Si la taille réduite des micro algues ne permet leur observation qu'au microscope, leur présence en grand nombre est parfois détectable par la couleur de l'eau : verte, brune, rouge... En effet, chaque cellule contient des pigments dont la fonction est d'assurer la photosynthèse, laquelle fournit de 60 à 80 % de l'oxygène atmosphérique. Le phytoplancton est également une source de produits intéressants pour notre santé : protéines, vitamines, minéraux qui s'y trouvent concentrés. À l'instar des végétaux terrestres, les micro algues sont sensibles à leur environnement et évoluent selon un rythme saisonnier, avec un maximum de divisions cellulaires au printemps et en fin d'été. La qualité chimique de l'eau est l'un des facteurs déterminants pour le bon développement des populations phytoplanctoniques (**MOLLO et NOURY, 2013**).

Le phytoplancton constitue la base de l'alimentation chez les herbivores aquatiques, et c'est pourquoi la biodiversité des populations phytoplanctoniques est un facteur important. Le rythme de développement des populations microalgues conditionne ainsi le rythme de vie de leurs consommateurs (consommateurs primaires) et ceux-ci régulent à leur tour celui des carnivores qui les consomment (consommateurs secondaires). Le phytoplancton est donc la base de l'édifice que constitue l'ensemble des organismes aquatiques. Le phytoplancton représente un compartiment remarquable par le rôle qu'il joue, non seulement dans le milieu aquatique, mais aussi dans tous les domaines de notre vie : qualité d'environnement (oxygène), alimentation (poissons et fruits de mer), bien-être (santé, beauté), ressource industrielle (**MOLLO et NOURY, 2013**)

CHAPITRE 02

Présentation de la zone d'étude

Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude

Partie 1. Présentation générale du Barrage SIDI ELHADJEL

Au début des années 2000, face aux enjeux environnementaux de la gestion de l'eau d'un pays marqué par le stress hydrique, les pouvoirs publics algériens ont engagé une série de grands projets de construction d'infrastructures dans le domaine hydrique.

Le 24 avril 2006, l'Agence Nationale des Barrages et Transferts signait un contrat avec le groupement SUEZ / MAPA pour la conception, la réalisation et l'exploitation de la station de traitement d'eau potable de Sidi Lahdjel.

D'un débit de 561 600 m³/jour la station de Sidi Lahdjel, la deuxième en importance en Algérie, fait partie du grand projet de système de transfert d'eau qui alimente aujourd'hui les villes avoisinantes du couloir de Mostaganem-Arsew-Oran (MAO).

1.1. Situation géographique de la zone d'étude :

Notre région d'étude « Figure 3 » s'étend de la wilaya de Mostaganem jusqu'à la wilaya d'Oran en passant par la daïra d'Arzew. Le cours d'eau principal façonne le paysage de cette région et draine les eaux de surface du bassin, car ce cours d'eau est la source d'alimentation du projet de transfert MAO.

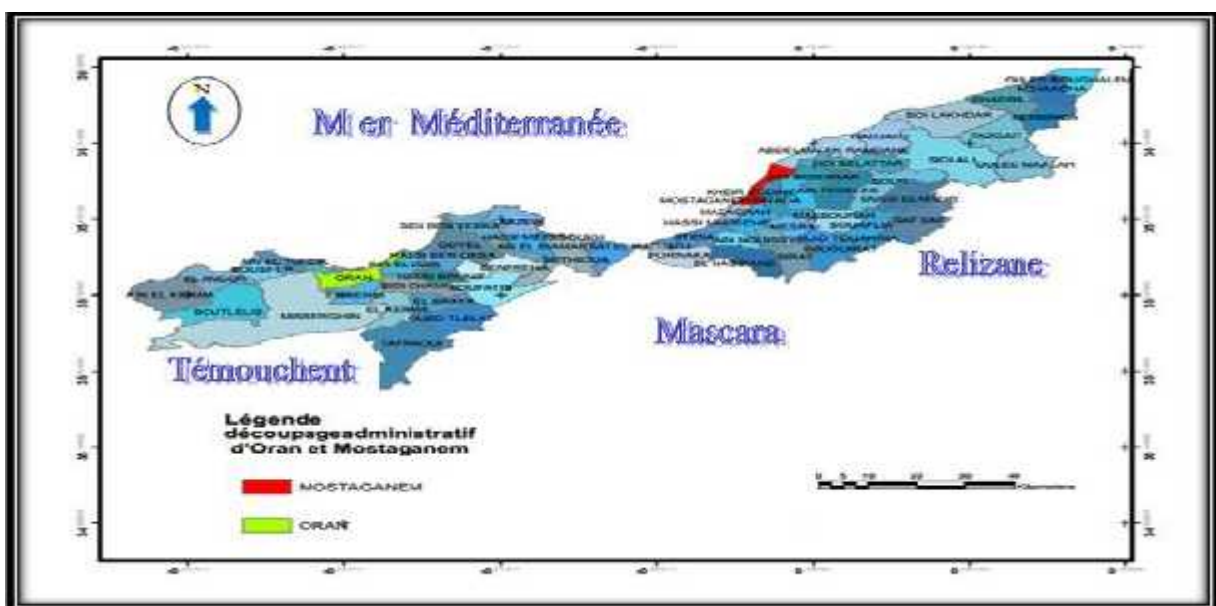


Figure 3 : Localisation de la région d'étude (Wilayas de Mostaganem, Oran)

1.2. Situation administrative de la zone d'étude :

La zone d'étude englobe deux wilayas (Mostaganem et Oran) situées au nord-ouest du pays. Selon le découpage administratif, on distingue 19 daïras et 58 communes, ainsi des localités et zones éparses (Tableau II.1)

Nous nous intéressons dans notre étude à l'alimentation de la ville de Mostaganem à partir de l'exploitation du mode de transfert existant. La wilaya de Mostaganem est donc divisée en dix Daïra sur lesquelles se répartissent trente-deux communes.

Wilayas	Daïra	Communes
Oran	Oran	Oran
	Es Senia	Es Senia - El Karma - Sidi Chami
	Bir El Djir	Bir El Djir - HassiBounif - Hassi Ben Okba
	Boutlelis	Boutlelis - Misserghin - Ain El Kerma
	OuedTlelat	O. Tlelat - Tafraoui - Braya - Boufatis
	Gdyel	Gdyel - HassiMefssoukh - Ben Freha
	Arzew	Arzew - Sidi Ben Yebka
	Bethioua	Bethioua - Ain El Biya - Mers El Hadjadj
	Ain El Turck	A. El Turck - Bousfer - Mers El Kebir - El Ancor
Mostaganem	Mostaganem	Mostaganem
	HassiMameche	Hassi Mameche - Stidia - Mazagran
	AinTedeles	AinTedeles - Sour - Sidi Bel Atar - OuedElKheir
	Bouguirat	Bouguirat - Sirat - Safsaf - Souaflias
	SidiAli	Sidi Ali - Tazgait - OuledMaalah
	Achaacha	Achaacha - Neckmaria - Khadra - Ouled boughalem
	AinNouissy	AinNouissy - Fornaka - El Haciane
	Mesra	Mesra - Mansourah - Touahria - AinSidiCherif
	SidiLakhdar	Sidi Lakhdar - Hadjadj - BenAinRamdane
	KheirEddine	KheirEddine - Sayada - Ain Boudinar

Tableau1 : Tableau récapitulatif du découpage administratif des deux wilayas

1.3. Situation démographique :

Faisant appel à la situation socio-économique des deux wilayas (Oran, Mostaganem) ainsi que la situation stratégique (littoral), le taux d'accroissement de la wilaya d'Oran est de l'ordre de 1,9% (DPAT Oran), tandis que celui de la wilaya de Mostaganem est de l'ordre de 1,6 % (DPAT Mostaganem). Ces taux sont moyens en vue de leurs positions socio-

économique et leur mode de vie. Selon le recensement effectué en 2008 le nombre d'habitants des wilayas Oran et Mostaganem est comme suit :

Wilayas intégrées	Dairas	Communes	Taux d'accroissement	Population 2008 (Hab)	Population 2018 (Hab)
Oran	09	26	1,9	1 453 152	1 754 094
Mostaganem	10	32	1,6	737 116	863 919
	19	58		2 190 268	2 618 013

Tableau 2 : Evolution de la population des deux wilayas (Oran et Mostaganem)

1.4. L'Objectif du M.A.O :

L'objectif du transfert **Sidi Lahadjal** - Station de traitement d'eau et de l'adduction M.A.O est de régulariser un volume de 155Hm par an de l'eau du Cheliff dont le débit résiduel annuel moyen à l'embouchure est de l'ordre de 500Hm d'en stocker temporairement une partie à Kerrada et après traitement convenable la transférer en fonction de la demande vers les centres urbaines et industries implantés le long du couloir Mostaganem-Arzew-Oran.

1.4.1. Composantes et caractéristiques du M.A.O:

Lot 1 : Barrage prise de Chleff

Composé essentiellement de :

-Un barrage de dérivation de 50hm et de 38m de hauteur

- une station de pompage de 9.5m/s

-Une conduite de refoulement

-un évacuateur de crue vanné

Lot 2 : **Barrage de SIDI EL HADJEL** :

- barrage en terre zoné d'une capacité de 70hm et d'une hauteur de 85m

Lot 3.1 : Conduite et réservoirs :

- Une conduite gravitaire de 90km

-Deux réservoirs : (Mostaganem 120000m – Oran 3300000m)

- Une station de surpression : 4.5m/s

- Lot 3.2 : Station de traitement :

- Capacité nominale :

561600m³/j et capable de fournir un volume de 544800m³/j d'eau traitée Elle dispose d'un réservoir de stockage de 110000m³ et occupe une superficie de 14ha.

1.4.2. Les composants essentiels :

-Débourbeurs

-STE

-Ouvrage d'entrée

-clarificateur

-Filtre Aquazur V

-Cuve de contact

-Réservoir d'eau traitée

-System de dosage de produit chimique

-Traitement de boues

-Electricité et contrôle de la station

-instrumentation

1.4.3. Ouvrage et équipement d'entrée

La cascade est en tête de la station (en aval du débitmètre et de la vanne de régulation) pour traiter :

-Un déficit fréquent en oxygène ;

-Une présence d'ammoniac qui nécessiterait une forte dose de chlore

1.4.4. Coagulation (chambre de mélange rapide) :

La coagulation est l'étape de déstabilisation des particules colloïdales par addition de coagulant. Cette opération a lieu dans des cuves(V=60m³) de mélange équipé chacune d'un agitateur a vitesse rapide. L'adjonction de sulfate d'alumine assure la coagulation des particules et contribue par la formation d'un floc d'hydroxyde a l'adsorption d'une partie importante de M.O. Le dosage de sulfate d'alumine est effectué automatiquement en fonction du débit amont par le doseur a vis l'injection est faite par la pompe de solution diluée.

1.4.5. Clarification :

La clarification permet la capture des MES et élimination des MO et des éventuels pics d'algues. Elle est basée sur l'obtention des floccs homogènes a décantation lamellaire la recirculation puis l'extraction des boues la clarification s'effectue en plusieurs étapes.

1.4.6. Flocculation :

L'eau coagulée est admise à la base d'un réacteur agité. Le flocculant (polymère anionique) ainsi que la boue recirculée sont injectés sous la turbine pour un meilleur mélange le réacteur est composé de 02 chambres en série.

Une chambre de flocculation rapide – une chambre de flocculation lente

La recirculation des boues en augmentant la probabilité que les floccs naissent optimise significativement la réaction de flocculation.

2. Chaîne de traitement du barrage

2.1. Décantation :

Des flocculateurs des eaux entrent dans la zone de décantation qui comprend :

Une zone de prè-décantation : Assure la décantation de la majeure partie de MES

Une zone de décantation lamellaire : Equipée de modules lamellaires de décantation rapide ; cette zone élimine le floc résiduel.

Une zone inférieure cylindro-conique : Equipée d'une herse et d'un racleur de fond assurant un épaissement intégré des boues

2.2. Densification

- **Épaissement :**

L'utilisation d'un racleur équipé d'une herse participe à la concentration des boues

- **Vidange des clarificateurs :**

Le corps principal du densadeg est vidé avec 02 lignes. Une première ligne DN150 se vide par gravité dans le réseau d'égouts. La deuxième ligne DN200 utilise la pompe d'extraction des boues pour vider complètement le densadeg.

2.3. Recirculation : et extraction des boues :

- ***Recirculation des boues***

L'aspiration des boues recyclées se fait au centre du décanteur dans la partie supérieure du lit de boues et leur injection se fait à l'entrée du réacteur agité. Une pompe de recyclage, de type rotor excentré, est installée et pilotée par variateur de fréquence, ce qui permet d'asservir le débit de recyclage au débit traversant le Densadeg.

- ***Des Extraction boues :***

L'extraction des boues en excès est effectuée à partir du cône central du Densadeg par une pompe à rotor excentré identique à la pompe de recyclage. Elle est contrôlée par deux détecteurs au niveau du voile de boues dans le Densadeg. Chaque Densadeg est équipé d'une pompe de recirculation et d'une pompe d'extraction ($Q = 130\text{m}^3/\text{h}$). Une pompe de réserve est installée pour 02 Densadeg ; elle peut être utilisée pour la recirculation ou pour l'extraction des boues. La boue produite est composée pour l'essentiel de substances colloïdales, d'hydroxyde d'Al ou de charbon actif. Le volume total des boues soutirées au débit max de la STE varie de 50 à 800 m^3/h .

2.4. Post-Coagulation :

La post-coagulation consiste à ajouter une faible quantité de coagulant à la sortie de l'eau décantée pour réduire son pouvoir colmatant, dû au résiduel de polymère. Cela permet d'augmenter sensiblement la durée des cycles de filtration. Cette opération est intégrée au fonctionnement du Densadeg au moyen d'un compartiment agité mécaniquement, où se fait le mélange avec le sulfate d'alumine.

2.5. Filtres :

L'eau clarifié est filtrée sur une batterie de 18 filtres Aquazur V à grande hauteur d'eau (1-2.5m) (3filtres par modules), à double cellule, à fonctionnement gravitaire, comprenant une couche de sable siliceux (1.2m) de granulométrie homogène ($TEN = 1.35 \text{ mm}$ et $Cu < 1.5$) et dont le lavage se fait à l'air et à l'eau au même moment.

2.6. Composantes :

Chaque filtre est constitué par une cuve en béton armé formée de 2 compartiments, séparés par un canal axial surmonté d'une goulotte d'évacuation des boues de lavage. Chaque compartiment est pourvu d'un faux plancher, formé de dalles de béton préfabriquées reposant

sur des poutres et dans lesquelles sont vissées des buselures spéciales à longue queue en polypropylène. Le long de la batterie des filtres, du côté des décanteurs, un canal distribue l'eau à filtrer sur chacun des filtres par un ensemble d'orifice calibré et de déversoirs qui assurent une équirépartition précise de l'eau décantée sur tous les filtres en service. Chaque filtre est alimenté à partir de deux orifices calibrés l'un de 0,55 x 0,55 m et l'autre de 0,35 x 0,35 m. Lors du lavage, un des orifices (0,35 x 0,35 m) est fermé au moyen d'une vanne murale automatique.

2.7. Lavages des filtres :

Les filtres à sable sont lavés une fois par jour, ou une fois tous les deux jours, selon la qualité d'eau brute. La séquence de lavage est la suivante :

- Arrêt de la filtration et abaissement du plan d'eau par la vanne de sortie d'eau traitée ;
- Détachage à l'air et à l'eau avec balayage de surface à l'eau décantée (7 à 8 mn) ;
- Rinçage à l'eau seule avec balayage de surface à l'eau décantée (6 mn) ;

La durée totale d'un lavage de filtre : 30 à 40 mn.

2.8. Réservoir d'eau traitée :

Le réservoir d'eau traitée est formé de deux compartiments de 55 000 m³ chacun. Chaque compartiment est équipé de deux vannes murales (2,00 x 2,00 m) de raccords, de vidanges requises, et des équipements de mesure nécessaires. Le volume total du réservoir (110 000m³) permet de conserver une réserve de production de 4,3 heures au débit de 561 600 m³ par jour.

3. Système de dosage des produits chimiques

3.1. Sulfates d'alumine :

- Le sulfate d'alumine est livré en big-bags de 1m³.
- Les big-bags sont déversés dans 03 cuves de béton (Vu = 60m³).
- Chaque cuve doit recevoir 12t de sulfate d'Al. Solide (C = 200 g/l).
- Une fois que la cuve est vide, le passage à la cuve suivante se fait manuellement (autonomie : 8heures).
- Pendant qu'une cuve est en train d'alimenter les pompes, la deuxième est en maturation et la troisième est en remplissage.
- 07 pompes doseuses (6+1) à 1200 l/h alimentent les chambres de mélange.

- 07 pompes doseuses (6+1) à 100l/h assurent l'injection du coagulant à la sortie des clarificateurs

3.2. Charbon actif :

Le système de préparation et de dosage de charbon actif fonctionne de la façon suivante :

Les big-bags de charbon actif sont amenés de la zone de stockage par chariot élévateur à fourche, élevés au-dessus des trémies de stockage au moyen d'un palan électrique, puis sont placés sur une plateforme vibratoire. L'ouverture des sacs se fait manuellement. La décharge se fait dans une trémie ($V_u = 15\text{m}^3$ – Auto = 12,8 heures).

De là, le charbon est acheminé par doseur à vis ($Q = 1\ 200\text{l/h}$) jusqu'à un éjecteur-mouilleur, et de là est envoyé directement dans un bac de dilution doté d'un agitateur ($V = 6\text{m}^3$) d'où le charbon est refoulé par pompage (07 pompes doseuses (6+1) $Q_u = 3\text{m}^3/\text{h}$ et 02 pompes (1+1) de recyclage $Q_u = 13\text{m}^3/\text{h}$) jusqu'au point d'injection en amont des décanteurs.

3.3. Acide sulfurique et Soude :

Acide sulfurique (correction de pH au niveau de l'ouvrage d'entrée).

Le système inclut la cuve de stockage (100m^3), des pompes doseuses (02), des tés de dilution et tous les éléments de robinetterie nécessaires.

Deux autres pompes de dosage sont raccordées au réservoir pour assurer l'injection de H_2SO_4 au système CAP.

- Soude (Ajustement du pH au niveau du RET)

Le système inclut deux cuves ($100\ \text{m}^3 \times 2$), des pompes doseuses (03), et tous les éléments de robinetterie nécessaires. L'injection de solution de soude se fait à la sortie de la cuve de contact.

3.4. Polyélectrolyte :

Chaque unité de préparation des solutions comprend :

- Une trémie,
- Un alimentateur volumétrique,
- Un arrangement d'entrée d'eau (Débitmètre, vannes),

- Un système pour mouiller le polyélectrolyte,
- Une cuve à trois compartiments (de préparation, de maturation et d'éliage).

3.5. Chlore – neutralisation des fuites

Le dosage du chlore gazeux se fait à l'aide de chloromètres, par le biais d'injecteurs type Venturi et avec des pompes d'alimentation d'eau motrice.

3.6. Chlore-neutralisation des fuites

Le système de neutralisation de fuites de chlore se met en marche automatiquement lorsqu'un des détecteurs de chlore installés dans la salle des fûts de chlore en service ou dans la salle de dosage, détectera dans l'atmosphère un contenu de chlore supérieur à une valeur préfixée.

3.7. Traitement des boues

Les boues sont reprises dans la partie centrale des décanteurs et acheminées par pompage vers des bassins circulaires (épaisseurs destinées à stocker la boue) ; Chaque décanteur est équipé d'une pompe d'extraction ; Les boues provenant des décanteurs (25 – 60g/l) et traversant les épaisseurs sont transférées par pompes doseuses (3m³/h) vers le système de déshydratation après ajout de polymère. Ces boues sont déshydratées mécaniquement par centrifugeuses et évacuée dans des camions bennes vers a décharge ;

Le polyélectrolyte dosé par les pompes doseuses à 0,25% d'eau en volume (2,5kg/m³) est dilué 0,1% d'eau en volume (1 Kg/m³) puis transféré aux point d'application. Les eaux de lavage des filtres les trop pleins des épaisseurs ainsi que les centrats sont rejetées directement dans le milieu naturel.

3.8. Alimentation électrique

La station de traitement est alimentée par SONEGAS. Elle dispose de 2 transformateurs de 1600 Kva, 30 Kva / 400V triphasés pour alimenter le TGBT. Une génératrice de 910 kVA vient en relève en cas de panne.

3.9. Distribution électrique (TGBT)

Le TGBT alimente via les CGM (Centre de commande de moteur) et autres installations de la station. Les barres sont alimentées et protégées par des disjoncteurs motorisés.

3.10. Réseau de contrôle automatisé

Les automatismes et régulations sont assurés à l'aide d'automates programmables industriels (API) répartis dans les armoires électriques de l'usine et dialoguant avec le système informatique par un réseau Ethernet et câblage par fibre optique.

3.11. Instrumentation

Certains paramètres sont contrôlés et mesurés en continu à l'aide d'instruments appropriés, qui envoient un signal analogique vers les tableaux d'affichage et les automates.

Les principaux équipements d'instrumentation installés sur la station sont :

- Les mesures de débit ;
- Les mesures de niveau ;
- Les mesures de températures ;
- Les mesures de pH ;
- Les mesures de Chlore ;
- Les mesures de Turbidité ;
- Les mesures de pression ;
- Trois types de détecteurs TOR sont installés : à des niveaux, de pression et de fin de course

CHAPITRE 03

Matériels et méthodes

Chapitre3 : Matériels et méthodes

3) Introduction

Un échantillonnage été prévu mensuellement sur une période de quatre mois entre Fevrier 2020 et juillet 2020. Les résultats obtenus aurait permis de contrôler la qualité physico chimique de l'eau grâce aux données obtenues comme la température, le pH, la teneur en résidus secs, le taux d'oxygène, la teneur en nitrites, nitrates et en phosphates et un aperçu sur le peuplement phytoplanctonique.(STATION D'EPURATION DU BARRAGE)

3.1. Méthodes de prélèvement :

Pour l'étude du phytoplancton Afin d'obtenir des données d'ordre qualitatives et quantitatives de la communauté micro-algale du barrage, le prélèvement consiste à réaliser un échantillon représentatif d'une colonne d'eau (**BERNARD, 1992**), un volume constant (20 litres d'eau naturelle de surface) est filtré par un filet à plancton (filet de soie à mailles inferieures à 1mm de diamètre. Il est constitué par un cylindre de 30 cm de diamètre pour une profondeur de 45 cm, ce filet se termine par une bouteille de collecte d'échantillon ou collecteur) « Fig.4 ».

On prend juste 100 ml de cette eau filtrée, qui sera fixée pour une investigation microscopique ultérieure. La méthode de conservation est celle utilisée par **SOURNIA (1978)**, dans laquelle : 20 ml de formol aldéhyde (10 %) sont ajoutés pour chaque flacon d'un litre. Il faut étiqueter chaque flacon d'eau, en indiquant des données comme la station, la date et l'heure.

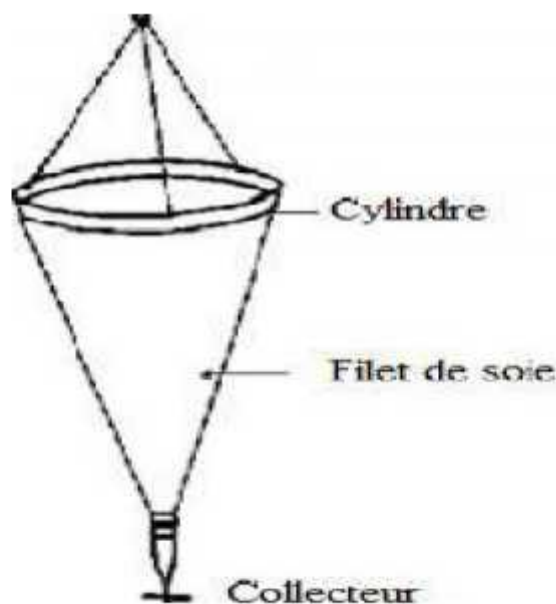


Figure 4 : Schéma d'un filet à plancton.

3.1.1. Méthodes d'analyse de la qualité physico-chimique de l'eau :

En vue de la caractérisation de la qualité physico-chimique de l'eau, nous nous sommes intéressés à quelques paramètres, il s'agit de :

- pH
- Turbidité
- Conductivité ;
- Salinité
- Taux de nitrates NO₃⁻
- Taux de nitrites NO₂⁻
- L'azote ammoniacal NH₄⁺
- Orthophosphates PO₄³⁻
- O₂ (oxygène dissous)

Les détails concernant la procédure de mesure de tous ces paramètres sont notés dans le Tableau 3.

Paramètre mesuré	Unité	Matériel utilisé	Mode opératoire
pH	Unité de pH	pH mètre (modèle HACH session3)	<ul style="list-style-type: none"> - Prendre environ 100 ml de l'échantillon à mesurer ; - Tremper l'électrode dans le béccher contenant l'eau à analyser ; - Laisser stabiliser un moment et noter le pH indiqué
Turbidité	NTU	Turbidimètre (modèle CACH2100AN)	<ul style="list-style-type: none"> - Remplir une cuvette de mesure propre avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé ; - Effectuer rapidement la mesure.
Conductivité Electrique (CE)	µS/cm	Conductimètre (modèle CACH session 7)	<ul style="list-style-type: none"> - Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité ; - Faire la mesure dans un récipient contenant de l'eau à examiner en prenant soin que les électrodes soient bien émergées.
Salinité	‰		<ul style="list-style-type: none"> - A partir de la conductivité (lecture directe).
NO ₃ ⁻ (Taux de nitrates)	mg/l	Spectrophomètre (modèle CACH ODYSSEY)	<ul style="list-style-type: none"> - Prendre 10 ml d'eau à analyser ; -Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30% ; - Ajouter 1 ml de Salicylate de

			<p>Sodium ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaporer a sec au bain Marie ou à l'éuve à une température de 75-88 °C et laisser refroidir ; - Reprendre le résidu avec 2 ml de H_2SO_4 pur ; - laisser reposer 10 mn puis ajouter 15 ml d'eau distillée ; - ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium ; - multiplier par 4,43 pour obtenir la concentration en NO_2.
NO_2^- (l'eau de nitrites)	mg/l		<ul style="list-style-type: none"> - Prendre 50 ml d'eau à analyser ; - Ajouter 1 ml de réactif mixte ; - L'apparition de la coloration rose indique la présence de NO_2.
NH_4^+ (Azote ammoniacal total)	mg/l		<ul style="list-style-type: none"> - Prendre 40 ml d'eau à analyser ; - Ajouter 4 ml de la solution de SULFANILAMIDE ; - Ajouter 4 ml de la solution de NNAPHTYL-ETHYLENE DIAMINE ; - Ajuster à 50 ml avec l'eau distillée ; - Attendre 1h (l'apparition de la couleur verdâtre, indique la présence de NH_4^+). - Prendre 100 ml de l'échantillon. - Ajouter a cela 10 ml du mélange réactif - Attendre 5 mn et lire l'absorbance à la longueur d'onde 885nm. - Si l'échantillon est trouble ou colore il convient d'ajouter 3 ml du réactif de compensation de turbidité et de coloration avant de mesurer.
PO_4^{3-} (Orthophosphates)	mg/l	Spectrophomètre (modèle CA11 ODYSSEY)	
O_2 (oxygène dissous)	mg/l	Oxymetre	<ul style="list-style-type: none"> - Prendre environ 100 ml de l'échantillon à mesurer - Tremper l'électrode dans le béccher contenant l'eau à analyser - Laisser stabiliser un moment - Noter la valeur indiquée.

Tableau 3 : Détails des mesures physico-chimiques de l'eau

3.2. Méthodes d'étude du phytoplancton Au laboratoire :

Il est nécessaire d'ajouter le lugol au flacon contenant l'échantillon d'eau à traiter, au minimum 8 gouttes (pour 100 ml d'eau) sont ajoutées. L'idéal étant d'obtenir une couleur orangée (mais pas brun foncé). En fonction du type de milieu (acidité de l'eau). Les échantillons de phytoplancton qui sont fixés au lugol doivent être conservés dans des récipients à l'obscurité et au frais (entre 4 et 10 °C), (**DRUART et RIMET, 2008**). Après homogénéisation de l'échantillon, un volume de 15 ml est versé dans une chambre de comptage ; la superficie de la chambre est de 2 cm² (2 cm de longueur sur 1cm de largeur)

3.3 Identification et dénombrement du phytoplancton :

L'observation des caractères morpho-anatomiques (la forme de la colonie ou du trichome ainsi que la taille et la couleur) représentent les clés d'identification de différents genres (**MICHEL, 1987**). La détermination de toutes les espèces observées s'est arrêtée au niveau des genres en se basant sur l'Atlas du phytoplancton marin (volume 1) et les ouvrages : (**BOURRELLY, 1985**), (**MICHEL, 1987**).

Le dénombrement du phytoplancton se fait suivant les étapes suivantes : Agiter le flacon pour assurer l'homogénéité de l'échantillon. Prélever un sous échantillon d'eau (15 ml) et le déposer dans une chambre de comptage. Observer à l'aide d'un microscope optique, en utilisant l'objectif (Gr x 40).

Compter les algues rencontrées sur les parcours horizontaux effectués sur toute la longueur de la bande. Cette opération est répétée 2 fois et la moyenne des deux comptages est celle qui est prise en considération ; Le comptage ne concerne pas l'ensemble de la surface de la chambre, mais seulement une « sous chambre » de cm² de superficie.

Chapitre 4 : Synthèse expérimentale bibliographique

Vue la conjoncture actuelle de la présence pertinente du covid 19 que vit le monde entier, notre étude n'a pu aboutir à ses fins, donc il n'y aura pas de discussions sur nos propres résultats, par contre nous nous appuyerons sur d'autres thèses et publications et les utiliser comme références pour justifier les résultats.

L'objectif principal de notre étude était donc de suivre l'évolution de la qualité physico-chimique de l'eau brute du barrage SIDI ALHADJEL, sur une période de six mois à partir de Février 2020 jusqu'à Juillet 2020.

4.1. Mesure physico-chimique

Les eaux du barrage sont caractérisées par :

➤ Température (°C)

Une température qui montre d'importantes variations de température entre les mois (selon la saison). Les températures fluctuent entre une valeur minimale de 6.5°C durant la saison de fin de l'hiver et le début de la saison de printemps et une valeur maximale de 25°C qui est saisonnière et qui exprime la température de l'été, influencée par la température de l'air.

La température de l'eau est un paramètre important pour la vie aquatique en fait, la majorité des paramètres physico-chimiques dépendant de la température. Ainsi un réchauffement entraîne l'apparition des algues flottantes et des organismes aquatiques indésirables

➤ Potentiel Hydrogène (pH)

En effet, le bassin drainé est formé essentiellement par des roches sédimentaires. Ces variations du pH peuvent être expliquées également par les phénomènes de dilution qui peuvent intervenir sur les valeurs du pH des milieux aquatiques, ou par l'influence des eaux de ruissellements chargé généralement de diverses matières aux origines différentes.

Une moyenne de 1204.29 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour la conductivité électrique qui est élevée mais ne dépassant pas les normes, traduisant une minéralisation qui reflète d'après **Rodier et al. (2009)** une minéralisation excessive ($\text{CE} > 1000 \mu\text{S}/\text{cm}$), mais ne dépassant pas les normes.

En comparaison avec le travail de **Melghit en 2012**, qui a révélé une CE moyenne de 1114 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nos résultats sont un peu élevés. CE est variable d'un mois à l'autre.

➤ **Conductivité électrique CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)**

La conductivité d'une eau est un indicateur des changements de la composition en matériaux et leur concentration globale. Elle est proportionnelle à la quantité de sels ionisables dissous

(NIABET et VERBEAUX1.970). Elle renseigne sur le degré de minéralisation globale des eaux superficielles. Des températures élevées agissent sur la conductivité électrique par action sur la mobilité des sels (Dussart, 1966/In El Morhit, 2009). Les eaux naturelles servent comme solvant d'un nombre considérable de solutés, qui en solutions aqueuses sont soit complètement associés en ions ou partiellement ionisés. Une conductivité élevée traduit soit des pH normaux, soit le plus souvent une salinité élevée (Bremond et Perrodon, 1979).

D'après la grille de l'ABH (2009), les eaux du barrage Béni Haroun sont de bonne qualité nous supposons que les eaux de barrage de Sidi Alhadjel pourraient être de même qualité

des taux importants du résidu sec et des MES révélant une pollution organiquemarquée par de fortes charges organiques et minérales.

➤ **Chlorure (Cl^-)**

Des teneurs en Cl^- , SO_4^- traduisant une salinité importante. Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux (LAKHII et al, 2015). Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés, ce qui permet de classer ces eaux superficielles en classe 3 selon la grille de l'ABH (1999). (MELGHIT2012). Quand aux sulfates, composés naturels des eaux, sont liés aux cations majeurs : calcium, potassium et sodium (BRMOND et al, 1973). Les sulfates présentent des teneurs moins irrégulières par rapports aux teneurs des chlorures, varient surtout durant la période pluvieuse (MELGHIT2012).

Paramètre	Classe	Unité	CI	CII	CIII	CTV
			10-150	150-300	300-500	>500
Cl^-		mg/l				

Tableau 4 : Grille de la qualité des eaux superficielle pour les chlorures

➤ **Sulfates (SO₄⁻²)**

Quant aux sulfates, leurs présences résultent de la dissolution des formations gypseuses et de l'oxydation des sulfures répandus dans les couches géologiques. La teneur maximale est de 306 mg/l alors que la teneur minimale est de 240 mg/l. Les sulfates, composés naturels des eaux, sont liés aux cations majeurs : calcium, potassium et sodium (**BREMOND et al, 1973**). Les sulfates présentent des teneurs moins irrégulières par rapports aux teneurs des chlorures, varient surtout durant la période pluvieuse (**MELGHIT, 2012**).

Classe \ Paramètre	Unité	CI	CII	CIII	CIV
SO ₄ ⁻²	mg/l	50-200	200-300	300-400	>400

Tableau 5 : Grille de la qualité des eaux superficielles pour les teneurs en sulfates (ANRH,1999)

➤ **Matières en suspension à 105°C**

Dans les eaux superficielles, les MES peuvent provenir soit des effets de l'érosion naturelle du bassin versant suite à de violentes précipitations, soit des rejets d'eaux résiduaires urbaines ou industrielles. Leurs effets sur les caractéristiques physico-chimiques de l'eau sont très néfastes. En effet, elles peuvent empêcher la pénétration de la lumière, diminué l'oxygène dissous et limiter alors le développement de la vie aquatique (**RODIER , 1976**).

Classe \ Paramètre	Unité	CI	CII	CIII	CIV
MES	mg/l	0-30	30-75	75-100	>100

Tableau 6 : Grille de la qualité des eaux superficielles pour les teneurs en MES (ANRH,1999).

➤ **Résidus secs à 105°C**

Le taux des résidus secs de l'eau non filtrée permet de peser la teneur en matières dissoutes ou la salinité totale (qui représente la majeure partie) et la teneur en matières en suspension.

Selon (**RODIER et al. (2005)**), le résidu sec est la quantité de la matière solide dans l'eau,

autrement dit: la somme des matières en solution et en suspension. Ces dernières profèrent à l'eau sa couleur brunâtre et parfois sombre, ce qui conditionne la pénétration de la lumière dans le milieu et qui influence ainsi la faune et la flore aquatique.

Paramètre \ Classe	Unité	CI	CII	CIII	CIV
Résidus sec	mg/l	300-1000	1000-1200	1200-1600	>1600

Tableau 7: Grille de la qualité des eaux superficielles pour les résidus secs (ARNH, 1999).

➤ **Oxygène dissous (O₂)**

L'oxygène dissous disponible est limité par la solubilité de l'oxygène maximum 9 mg/l à 20°C) qui décroît avec la température et la présence de polluants dans les cours d'eau (Rodier *et al.* 2009). D'après la grille de l'ABH (2009)

Conductivité électrique	Taux de minéralisation
CE < 100 µs /cm	minéralisation très faible
100 < C.E < 200 µs /cm	minéralisation faible
200 < C.E < 333 µs / cm	minéralisation moyenne
333 < C.E < 666 µs / cm	Minéralisation moyenne accentée
666 < C.E < 1000 µs/ cm	Minéralisation importante
C.E > 1000 µs/cm	Minéralisation élevée

Tableau 8 : Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique (RODIER *et al.*,2009).

4.1.2 Paramètres relative à la pollution

➤ **Demande biologique en oxygène (DBO5 mg/l)**

La DBO₅ exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation biologique de la matière organique d'une eau. Elle est sensiblement proportionnelle à la teneur de l'eau en matière organique biodégradable et donc à la quantité de micro-organismes et inversement proportionnelle à la teneur en oxygène dissous. Elle dépend entre autre de la nature des matières organiques dissoutes, de la présence ou de l'absence d'éléments inhibiteurs de la flore microbienne (métaux lourds, hydrocarbures, détergents...). Selon **ECKENFEDER (1982)**, la DBO₅ est une mesure du carbone organique biodégradable, et dans certaines conditions, des formes azotées réduites dans l'eau usée.

Classe Paramètres	unité	Très bon	Bon	Passable	Mauvaie	Très mauvaise
O ₂ dissous	mg/l d'O ₂	>7	5 à 7	3 à 5	< 3	0
DCO	mg/l 'o ₂	20	30	40	80	>80
DBO ₅	mg/l 'o ₂	3	6	10	25	>25
NIH ⁴⁺	mg/l	0.5	1.5	2.8	4	>4
NO ₃ ⁻	mg/l	2	10	25	50	>50
PO ₄ ³⁻	mg/l	0.1	0.5	1	2	> 2
NO ₂ ⁻	mg/l	0.03	0.3	0.5	1	>1
Conductivité	µs/cm	180- 2500	120- 3000	60-3500	0-4000	>4000

Tableau 9: Grille de la qualité des eaux superficielles (ABH ,2009).

➤ **Demande chimique en oxygène (DCO)**

La DCO correspond à la teneur de l'ensemble des matières organiques oxydables. Elle s'exprime par la quantité d'oxygène fournie par le dichromate de potassium et nécessaire à l'oxydation des substances organiques (protéines, glucides, lipides, etc.) présentes dans les eaux résiduaires. Les différences des résultats obtenus par la DCO constituent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables (**RODIER et al, 2009**). Selon la grille de l'ABH (Tableau 9).

4.1.3 Différentes formes d'azote

➤ **L'ammonium (NH₄⁺)**

Dans les eaux superficielles, l'azote ammoniacal peut avoir pour origine: la matière organique végétale des cours d'eau, la matière organique animale ou humaine, les rejets industriels (engrais, textiles...) (**RODIER et al, 2009**). Selon les classes d'aptitude des eaux superficielles de l'ABHN2009 (Tableau 9).

➤ **Les Nitrites**

En l'absence de pollution, il n'y a pas ou il y a très peu de nitrites dans les eaux et dans les zones où l'autoépuration est active, Les teneurs se maintiennent à des niveaux très faibles (de l'ordre de 0,01 mg/L), les eaux peuvent être considérées comme pures ou se trouvant sous l'action d'une auto-épuration active. Si la pollution est sensible, celle-ci devient significative au-delà de 1 mg/l. Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante. Une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte (**RODIER et al. 2009**). Selon les classes d'aptitude des eaux superficielles de l'ABH 2009 (Tableau9).

➤ Nitrate (NO_3^-)

Selon l'OMS, (1980) Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique. Leur présence dans une eau polluée atteste que le processus d'autoépuration a déjà joué. En général, les eaux de surface ne sont pas chargées en nitrates à plus de 10 mg/l NO_3^- . Selon les classes d'aptitude des eaux superficielles de l'ABH (2009).

4.1.4 Phosphate (PO_4^{3-})

Le phosphate est naturellement présent dans les eaux superficielles en faible quantité, et son absence peut être expliquée par le fait que les ions phosphates sont susceptibles d'être absorbés par les sédiments dans le cas de désoxygénations importantes. Le phosphate est déterminant pour la productivité des écosystèmes aquatiques. Cet élément joue un rôle très important dans le développement des algues, il est susceptible de favoriser leur multiplication dans les eaux des lacs où il contribue à l'eutrophisation. Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol, leur présence naturelle dans l'eau est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. Des teneurs supérieures à 0.5 mg/l doivent constituer un indice de pollution (**PIERRE et al, 2004**). Selon les classes d'aptitude des eaux superficielles de l'ABH(2009).

Normes et classes de la qualité des eaux superficielles

La qualité des eaux est extrêmement variable dans le temps et elle est fonction de différents facteurs. Afin d'avoir une bonne connaissance de l'état global d'un cours d'eau, et de pouvoir suivre son évolution dans le temps ; le SEQ (Système d'Évaluation de la Qualité des eaux superficielles) a mis en place un outil d'évaluation qui permet d'obtenir une image globale de la qualité des cours d'eau, et définit les aptitudes à satisfaire les équilibres biologiques et les différents usages des cours d'eau. l'ABH est inspiré du SEQ eau pour classer les eaux superficielles (tableau 9 et 10). Cette classification repose sur une grille de la qualité des eaux superficielles.

Classe	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
	Qualité Chimique	Eau exempte de pollution	Eau de qualité moindre pouvant satisfaire tous les usages	Eau de qualité médiocre, suffisante pour les usages peu exigeants	Eau polluée, inapte à la vie biologique
Biologie	Tous les Taxons	Taxons sensibles absents	Taxons absents nombreux	Diversité faible	Diversité très faible
Eau potable	Acceptable	Traitement simple	traitement classique	traitement complexe	Inapte

Tableau10 : La classification de la qualité des cours d'eau en Algérie selon ABH, 2009.

4.2. Diversité et régularité des phytoplanctons

Notre étude n'a pu aboutir vu le confinement du au Covid 19 nous avons opter pour une étude comparative pour arriver à traduire l'objectif de notre travail avec des travaux et articles scientifiques qui rejoignent la situation géographique et le climat du barrage de Sidi Alahdjel et nous supposons aboutir au même résultat

L'approche des modifications des structures des communautés phytoplanctoniques d'après **HOUARI abdelkader(2009)**...(variation saisonnière) a été réalisé grâce à l'utilisation des descripteurs ou indices simples fréquemment utilisées en écologie : ce sont la richesse spécifique, la diversité spécifique et l'équitabilité, selon **Frontier et all (2004)**. C'est une mesure de la composition en espèce d'un écosystème, en termes de nombres d'espèces et leur abondance relative.

Globalement on peut dire que les indices de diversité les plus élevés se situent en période printanière et période automnale, alors que les indices les plus faibles se situent en période hivernale. Cette augmentation coïncide avec des conditions environnementales favorisant l'établissement d'un plus grand nombre d'espèces.

POURCHER (1999) et BARIOB (1999) expliquent le phénomène de prolifération algale par le fait qu'en début de printemps l'augmentation de l'éclairement et l'amorce de stratification font que le phytoplancton prolifère, il utilise les nutriments présents en abondance et n'est guère consommé par le zooplancton. Ce phytoplancton printanier est constitué principalement de chlorophycées et de Diatomées. Contrairement, en Aout, d'après **PINNEL-ALLOUL(1998)** ont constaté une augmentation des Euglénophytes qui semblent être moins appréciées par les brouteurs.

En effet malgré une présence annuelle, la variation saisonnière du phytoplancton est marquée principalement par deux périodes distinctes : la saison printano-estivale d'une durée de cinq mois s'étalant d'avril à aout, et une deuxième période plus courte, automnale, d'une durée de deux mois s'étalant d'octobre à novembre. Les relevés ont montré par ailleurs une prédominance de la classe des Chlorophycées durant tout le cycle annuel excepté pour le mois d'aout où la classe des Dinophycées est majoritaire. En général les périodes de fortes densités cellulaires sont dues en moyenne à un groupe restreint d'espèces phytoplanctoniques composées majoritairement de chlorophycées (*Ulothrix* spp, *Scenedesmus* spp et *Cosmarium* spp) et de Dinophycées (*Peridinium* spp) qui semblent trouver dans le milieu une opportunité favorable à leurs développements. En effet l'appartenance taxonomique de ces espèces semble indiquer un milieu en voie d'eutrophisation. La prépondérance de la classe des Euglenophycées en période estivale par rapport au cycle annuel confirme également l'évolution de l'état trophique du milieu en fonction de l'évolution des saisons. D'autre part les analyses multivariées montrent l'effet des facteurs climatiques et leurs incidences sur le développement algal. La saison hivernale caractérisée par des températures froides, turbidité élevée ainsi qu'un éclairement faible influe négativement sur le développement algal. Durant cette saison les taux d'O₂ sont au plus bas. Par contre de mai à juin le phytoplancton est à son maximum de croissance ; l'activité photosynthétique est intense en témoigne le taux d'O₂ proche de la saturation.

A partir de juillet (étiage) le déclin de l'activité algale s'amorce et touche principalement principalement la classe des Chlorophycées et des Diatomophycées. Les classes des Euglenophycées et des Dinophycées amorcent une continuité et ne semblent guère contrariées en raison de leurs adaptations ecophysiologiques propres. On observe un pic au mois d'aout en relation avec celui du pic de P-PO₄ dû probablement à l'intense minéralisation de la matière organique d'origine algale. Cette activité bactérienne consommatrice d'O₂ explique peut-être la remise en circulation des formes d'orthophosphates solubles.

En effet les espèces peuvent intégrer l'ensemble des perturbations d'origine naturelles ou anthropiques et réagir en conséquence par des changements dans le temps et l'espace.

Conclusion Générale

Le projet MAO avec les ouvrages à grande envergure qui le composent, possède une potentialité notable en ressources en eau, d'où toutes ses quantités d'eau sont exploitables, ce qui recommande une stratégie de gestion intégrée de ressource en eau entre optimiser et diriger la distribution. Le choix de la variable adéquate du point de vue approvisionnement en eau des agglomérations situées sur le couloir MAO, et la satisfaction des besoins des divers usagers qui ne cessent d'augmenter, tous ces paramètres entrent dans la recommandation de l'exploitation du nouveau système par le modèle TOPKAPI. La gestion par cette application assure la maîtrise du volume d'eau livré, le contrôle du débit et de la pression, la maintenance préventive des canalisations et la détection des fuites.

Enfin, ce travail nous a permis d'avoir une vision plus large sur l'introduction de plusieurs intervenants à l'exploitation des systèmes hydrauliques, à savoir renforcer les capacités d'analyse et de traitement des thématiques complexes dans le domaine de l'hydraulique, pour accéder à une meilleure gestion.

En Perspectives

En Algérie, pays à climat semi -aride, l'approvisionnement en eau pour différents usages est assuré pour une grande partie par les eaux de surface mobilisables par la centaine de barrages existant et en construction **KETTAB(2001)**. D'après cet auteur les réserves mobilisables sont à peine de 2. 109 Hm³, pour des besoins évalués à plus de 5. 109Hm³. Par ailleurs, Ces aménagements clés de la ressource en eau nécessaires au développement et au maintien d'importantes activités économiques dans les secteurs agricoles, agro-industriel et urbain, peuvent avoir des effets négatifs sur la qualité des eaux de barrages. La dégradation de la qualité des eaux de barrage peut gêner sérieusement l'exploitation des stations de traitement des eaux. Les surcoûts générés pour lutter contre le foisonnement des algues, pendant les périodes critiques, peut rendre prohibitif le coût de l'eau. Les éléments nutritifs, surtout azotés et phosphorés, sont universellement connus pour leur rôle en tant que facteurs aggravants.

Cependant dans des actions futures et pour appréhender l'ensemble des phénomènes rentrant en jeu, nous suggérons l'approfondissement des points en matière de recherche visant à mieux cerner :

- La dynamique des éléments nutritifs dans les cours d'eaux
- La quantification de la biomasse algale dans les différentes strates d'eau
- La nature des algues en amont et en aval du plan d'eau
- La dynamique du phosphore dans les sédiments du plan d'eau
- Le profil d'O₂ dans la colonne d'eau- Le suivi des algues indicatrices d'un état eutrophe, particulièrement les Cyanophycées connues pour leurs toxicités potentielle

Références Bibliographie :

1. . **ANBT., (2014)** – Données sur le contrôle technique du barrage de Koudiet Medouar (Batna). Document interne ANBT Timgad, 7p
2. **ABH (2009)**, Les grands domaines hydrogéologiques 35p.
3. **AFRI-MEHANNAOUI, 1998** Contribution à l'étude physico-chimique et biologique de l'Oued Kébir-Rhumel et de ses principaux affluents. Mémoire de magistère en ecologie. Université Mentouri, Constantine. 238 p.
4. **Alberge et Als, 2004** : petits barrages et lacs collinaires, aménagements originaux de conservation des eaux et de protection des infrastructures avales: exemples des petits barrages en Afrique du Nord et au Proche-Orient
5. **ALBERGE.J, NASRIS , BOUFAROUA.M, DROUBLA , MERZOUK.A, 2004.**
6. **AMAR IN BENLAOUKLI ET TOUAÏBIA, 2004**, Revue des sciences de l'eau volume 17
7. **AMELINEAU, 2005** : – Détermination de la flore phytoplanctonique du canal de Mozambique d'après l'analyse des pigments par HPLC. Projet de fin d'études, Option QSE : Qualité. Sécurité. Environnement, 71p
8. **ANONYME, 2000** :– Barrages et développement « un nouveau cadre pour la prise de décisions », Rapport de la commission mondiale des barrages, 38p.
9. Anton.S et Pougatsch.H, 2011. LES BARRAGES- DU PROJET A LA MISE EN SERVICE. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), école polytechnique fédérale de Lausanne, 714p.
10. **ARINO, 2001** : - Modélisation structurée de la croissance du phytoplancton en chemostat. Thèse de Doctorat, Université Joseph Fourier- Grenoble1, Sciences et Géographie, 153p.
11. **ARNAUDET et al., 2013** :Conséquences environnementales, sociales et politiques des barrages, étude du cas du Mékong. Atelier « l'eau qualité vs quantité », Centre d'Enseignement et de Recherches sur l'Environnement et la Société, France, 15p
12. **BARIOB (1999)** : Limnologie appliquée au traitement des lacs et des plans d'eau. I.N.R.A. Thonon-les-Bains, 119p
13. **BILLARD, 1998** : – Les carpes, biologie et élevage, Ed Quae, Paris, 388p
14. **BREMOND ET AL, 1973**paramètres de la qualité des eaux
15. **BREMOND ET PERRODON, 1979**. Paramètre de la qualité des eaux 55p.
16. **CADORET et BERNARD, 2008** La production de biocarburants lipidiques avec des microalgues : promesses et défis. Journal de la société de biologie. 202(3). pp 201- 210.
17. **CAVALLA, 2000** : - Les algues - Les micro algues.
18. **DELLIOU 2008** Grands barrages, petits barrages, Risques Infos N°20, 6p.
19. **DELLIOU, 2003**Les barrages conception et maintenance. ENTPE, Presses universitaires de Lyon. 270p.
20. **DELLIOU. P, 2003**. LES BARRAGES : CONCEPTION ET MAINTENANCE. Presses universitaires de Lyon, Vaulx-en-Velin, vol. 1, 270 p.
21. **DUSSART 1992** : – Limnologie : l'étude des eaux continentales. Collection « Faune et flore actuelles », Edition N. Boubée et Cie, Paris, 680p
22. **Dussart, 1966** Limnologie, l'étude des eaux continentales 243p.
23. **Eckenfelder (1982)** Gestion des eaux usées urbaines et industrielles 1
24. **EL MORHIT, 2009**.Les paramètres physico-chimiques de l'eau 17p.

25. FREMY et LASSUS, 2001 : – Toxine d’algues dans l’alimentation. Ed. Quae, France, 553p.
26. Frontier et al (2004) : Ecosystèmes. Structure, fonctionnement, évolution. 3e éd. Dunod, Paris, 549 p
27. **GAILHARD, 2003** : – Analyse de la variabilité spatiotemporelle des populations micro algales côtières observées par le réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines « REPHY », Thèse de Doctorat, Science de l’environnement marin. Université de la méditerranée, Aix-Marseille II. 187p
28. **GAILHARD, 2003** : Contribution à l’étude du phytoplancton ;p56
29. **GROGA, 2012** : - Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d’Ivoire), Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse Université de Toulouse, 180p.
30. H. Abdelkader (2009) Diversité saisonnière des assemblages phytoplanctonique.
31. Kettab (2001) : Les ressources en eau en Algérie : Stratégies, enjeux et visions. Désalinisation 136 pp. 25-33.
32. **LANGLOIS, 2006** : – Diatomées, 4p.
33. **LAVOIE LAURION I., et VINCENT W., (2007)** - Les fleurs d’eau de cyanobactéries. Document d’information vulgarisée, INRS rapport N° 917, France, 25p.
34. **L'OMS 2004** Guide lines for drinking-water quality, Vol. 1, Recommendations, 3rd 2ème Ed., World Health Organization, Geneva. Environment. Dunod. Paris.1075 p
35. **MACEUR ; 2016** :La communauté phytoplanctonique du lac de Guiers (Sénégal) : types d’associations fonctionnelles et approches expérimentales des facteurs de régulation. Thèse Doc. 3e cycle. Univ. cheikh Anta Diop Dakar (Sénégal) 155p
36. **MELGHIT, 2012**Qualité physico-chimique, pollution organique et métallique des eaux n°7 p13.
37. **MICHA, 1988** : – L’impact de l’homme sur l’écosystème Meuse. Ed. Presse Universitaire de Namur, Belgique, 140p
38. **MOLLO et NOURY, 2013** : Le manuel du plancton, Éditions Charles Léopold Mayer, Essai N° 195, France, 198p
39. **NISBET ET VERNEAUX, 1970** Composantes chimiques des eaux courantes 88p.
40. Office National des Statistiques : recensements de 1966, 1977, 1987 et 1994
41. **OMS (1980)** L’utilisation sans risque des eaux usées act.11 27p.
42. **PIERRE ET AL, 2004**l’eau et le risque 38p.
43. **Pinnel-Alloul (1998)** : Les réseaux trophiques lacustres : Structure, fonctionnement interactions et variations spatio-temporelles. Rev. Sci. Eau, N° spécial : 163-197
44. **POURCHER (1999)** :Limnologie appliquée au traitement des lacs et des plans d’eau. I.N.R.A. Thonon-les-Bains, 119p
45. Rodier et al 2005 Qualité hygiénique et caractéristiques physico chimiques des eaux
46. **RODIER ET AL. (2009)** L’analyse de l’eau Contrôle et interprétation chap.3 p27
47. **RODIER ET AL., 2005** :L’analyse de l’eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème Ed. Dunod, Paris, 1383p.
48. **RODIER J., 1976.**L’analyse de l’eau. Eau naturelles, eau résiduaires, eau de mer. 5ème Ed. Dunod, Paris
49. **RODIER J., 1984.**L’analyse de l’eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires et Eaux de mer, 7 ème édition. Ed. Dulod, Paris

- 50. RODIER J., 2009.** Analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eau de mer. 9^{ème} édition. Ed. Dunod bordas, Paris. 1526 p
- 51. RODIER, 1976** Analyse de l'eau : eaux naturelles eaux résiduaires, eau de mer 96p.
- 52. RODIER., 1984** L'analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires et Eaux de mer, 7^{ème} édition. Ed. Dulod, Paris.
- 53. SOURNIA, 1986** Sournia, A., 1986: Atlas du Phytoplancton Marin. Volume I: Introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées et Raphidophycées. Paris, Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, 216 p