

N° Réf :

Centre Universitaire de Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire préparé En vue de l'obtention du diplôme de Master En :

- Filière : Biologie
- Spécialité : Biologie Appliquée et Environnement
- Option : Gestion et fonctionnement des écosystèmes aquatiques et forestiers

Impacts des lixiviats dans la détérioration de la qualité physico-chimique des eaux du Barrage de Beni Haroune.

Préparé par :

- BOUHBILA Khadidja
- SOUYAD Linda

Soutenue devant le jury :

- | | | | |
|---------------|-------------------------|-------|------------------------------|
| - Président : | Mr. MERZOUG Seyf eddine | M.C.B | Centre Universitaire de Mila |
| - Examineur : | Mme. DJEDDI Hamsa | M.A.A | Centre Universitaire de Mila |
| - Promoteur : | Mme. MLIKI Ferial | M.C.B | Centre Universitaire de Mila |

Année universitaire : 2016/2017

Remerciements

Avant tout nous remercions le bon dieu tout puissant qui nous a donnée la force, le courage et la volonté pour la réalisation de se travail.

Tout d'abord nous vifs remerciements aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

*Et notre gratitude vont tout droit à notre encadreuse M^{me} **MLIKI FERJAL** d'avoir accepté de diriger cette étude, pour son aide et surtout sa patience.*

Notre vifs remerciements vont également Nous remercions tous les enseignants de département de la science de la nature et de la vie.

Nous remercions à tous ceux qui ont contribué techniquement ou moralement à l'aboutissement de ce travail.

D'autres personnes nous ont encouragés à finir ce travail par des gestes d'amitié dont nous sommes reconnaissants.



Linda+Khadija





*Avant tout je remercie Dieu qui m'a donné la puissance, la
santé, la volonté et le courage pour achever ce travail.*

Je dédie ce travail à :

*Ma très chère et douce mère qui m'a toujours apporté
son amour et son affection*

*Mon cher père, qui m'a toujours encouragé, conseillé
et soutenu dans mon travail*

Mes chères sœurs

Mes chers frères

Toute ma famille

*Mes camarades de la promotion 2017 et tous mes chers
amis.*

Khadidja



*Avant tout je remercie Dieu qui m'a donné la puissance, la
santé, la volonté et le courage pour achever ce travail.*

Je dédie ce modeste travail :

*À la plus douce et belle femme au monde ; à ma formidable
maman qui m'a tout donné. Je te remercie du fond de mon
cœur et je t'aime infiniment*

*Je tiens aussi à remercier mon cher papa Le brave homme
qui m'a soutenu tout au long de ma vie Que Dieu*

Vous protège mes chers parents

*À ma adorable sœur : **SAMIRA***

*À tous mes oncles, tantes, grand-mères et grands-mères, Je
n'ai pas pu citer des noms par crainte d'oublier certains.*

À mes cousins, mes cousines.

*Un grand merci à tous mes amis qui m'ont encouragé de
près ou de loin.*

linda

Liste des Figures		
Figures	Titres	Pages
Figure 01	Schéma de cycle de l'eau.	04
Figure 02	Schéma présentant les mécanismes de la genèse des lixiviats.	16
Figure 03	limite de la wilaya de Mila.	20
Figure 04	Histogramme de la variation de la température moyenne dans la région de Mila (2006-2016).	25
Figure 05	Histogramme de la variation de la précipitation moyenne dans la région de Mila (2006-2016).	26
Figure 06	Histogramme de la variation de l'humidité dans la région de Mila (2006-2016).	26
Figure 07	Histogramme de la variation de l'évaporation dans la région de Mil (2006-2016).	27
Figure 08	Histogramme de la variation de la vitesse des vents dans la région de Mila (2006-2016).	28
Figure 09	Localisation géographique du barrage de Beni Haroun	30
Figure 10	Localisation de Station de Sidi Mérouane.	34
Figure 11	Mesure de PH à l'aide de PH mètre.	36
Figure 12	Mesure de La conductivité électrique à l'aide de conductimètre.	37
Figure 13	Mesure d'Oxygène dissous à l'aide d oxymétrie.	37
Figure 14	Mesure MES.	38
Figure 15	Mesure DBO ₅ .	41
Figure 16	Mesure DCO.	42
Figure 17	Variations temporelles des teneurs de températures.	44
Figure 18	Variations temporelles des teneurs de PH.	45
Figure 19	Variations temporelles des teneurs de Conductivité électrique.	46
Figure 20	Variations temporelles des teneurs d'oxygène dissous.	47
Figure 21	Variations temporelles des teneurs en nitrate.	48
Figure 22	Variations temporelles des teneurs en nitrite.	49

Figure 23	Variations temporelles des taux en matière en suspension.	50
Figure 24	Variations temporelles des taux en phosphate.	51
Figure 25	Variations temporelles des taux en DBO ₅	52
Figure 26	Variations temporelles des taux en DCO	53
Figure 27	Variations temporelles de rapport DBO/DCO	53

Lises des Tableaux		
tableaux	Titres	pages
Tableau 01	Taux d'accroissement de la wilaya de Mila.	21
Tableau 02	Les différents types des forêts de la wilaya de Mila.	24
Tableau 03	Les ouvrages hydrauliques recensés à travers le territoire de la Wilaya de Mila.	29
Tableau 04	les différentes méthodes que nous avons utilisées dans notre travail.	35
Tableau 05	Résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées.	43
Tableau 06	La Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température.	45
Tableau 07	La qualité de l'eau en fonction de la conductivité.	46
Tableau 08	Grille de qualité des eaux en nitrates.	48
Tableau 09	Grille de la qualité des eaux naturelles appliquée par l'agence nationale des ressources hydriques.	49
Tableau 10	la grille d'appréciation de la qualité générale des eaux superficielles en France.	50
Tableau 11	Grille de qualité des eaux en phosphate.	51

Liste des abréviations

% : pourcentage.

°C : degré Celsius.

CE : Conductivité électrique.

DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

DDT : Dichloro-diphényl-trichloréthane.

H⁺ : ions hydrogène.

H₂O : L'eau.

Ha : habitant.

km² : kilomètre.

Km³ : kilomètre cube.

m : mètres.

m³ : mètre cube.

MES : Matières en Suspension.

mg/l : milligramme par litre.

mm : millimètre.

NO₂⁻ : Nitrite.

NO₃⁻ : Nitrate.

O₂d : Oxygène dissous.

ONA: Offices national d'assainissement.

PH : Degré d'acidité ou d'alcalinité.

SAU : superficie agricole utile

μS/cm : micro semence sur centimètre.

Remerciements

Liste des figures

Liste des tableaux

List des abréviations

Introduction

CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Généralités sur l'eau.....	03
I.1. Définition de l'eau.....	03
I.2. Les type d'eau.....	03
I.2.1. les eaux souterraines.....	03
I.2.2. Les eaux courantes.....	03
I.2.3. Les eaux stagnantes.....	04
I.3. Cycle naturel de l'eau.....	04
I.4. Les paramètres et caractéristiques de l'eau.....	06
I.4.1. Paramètres physico-chimiques.....	06
I.4.2. Paramètres microbiologiques.....	09
I.4.3. Les substances toxiques.....	09
I.5. Les besoins en eaux.....	10
I.5.1. Les besoins alimentaires et agriculture.....	10
I.5.2. Les besoins domestiques.....	11
I.5.3. Les besoins industrielle.....	11
II- la pollution aquatique	11
II .1. Définition.....	11
II .2. Les principales sources de pollution des eaux.....	12
II.2. 1. La pollution urbaine.....	12
II.2.2. La pollution agricole.....	12
II.2.3. La pollution industrielle.....	13
II.2.4. La pollution naturelle.....	13
II.2.5. Pollution d'origine domestique.....	13
II.3. Les différents types de pollution des eaux.....	14
II.3.1. La pollution biologique.....	14
II.3.2. La pollution chimique.....	14

II.3.3. La pollution physique.....	15
II.4. Les lixiviats.....	15
II.4.1. Définition.....	15
II.4.2.Mécanismes de la genèse des lixiviats.....	16
II.4.3. Facteurs affectant la composition des lixiviats.....	17
II.4.4.Composition et évolution de la qualité des lixiviats.....	17
II.5. Les conséquences de la pollution de l'eau.....	18
II.5.1. Sur le milieu naturel	18
II.5.2. Sur l'économie.....	18
II.5.3. sur la santé.....	19

CHAPITRE II : CADRE D'ETUDE

I. Description de la région de Mila.....	20
I.1. Situation géographique	20
I.2. Situation démographique.....	20
I.3. Relief	22
I.3.1. L'espace montagneux Géologie.....	22
I.3.2. L'espace de piedmonts et de collines.....	22
I.3.3. L'espace Sud des hautes plaines.....	23
I.4. Couvert végétal.....	23
I.4.1. Le potentiel Forestier.....	23
I.4.2. Agriculture.....	24
I.5.Géologie.....	24
I.6. Climat.....	25
I.7. Réseau hydrologique.....	28
II. Présentation de notre zone d'étude.....	30
II .1. Situation géographique.....	30
II.2. Géologie du site de barrage.....	31
II.3. Importance du barrage de Beni Haroune	31
II.4. La pollution remarquée dans le barrage de Beni Haroun.....	32
II.5. Les stations d'épuration de barrage de Beni Haroun.....	32
II.5.1. La station de Chelghoum el aïd.....	32
II.5.2. La station d'épuration de Sidi Merouane.....	33

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES D'ANALYSES

III.1. Station des prélèvements.....	34
III.2. Prélèvement de l'eau à analyser.....	34
III.3. Analyses physico-chimiques des eaux.....	35

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS

IV.1. Température (T).....	44
IV.2. Degré d'acidité ou d'alcalinité (PH).....	45
IV.3. Conductivité électrique (CE).....	46
IV.4. Oxygène dissous (O_2d).....	47
IV.5. Nitrates (NO_3^-).....	48
IV.6. Nitrite (NO_2^-).....	49
IV.7. Matière en suspension.....	50
IV.8. Phosphate (PO_4^{3-}).....	51
IV.9. La Demande Biochimique en Oxygène pendant cinq jours(DBO_5).....	52
IV.10. Demande Chimique en Oxygène(DCO).....	53
IV.11. Rapport DBO/DCO	53

Conclusion

Les Références Bibliographiques

Résumé

Introduction

L'eau constitue à l'heure actuelle la source naturelle la plus indispensable de la vie en générale et en particulier des activités humaines et ces divers usages (l'industrie, l'agriculture...) mais aussi la plus menacée par les dangers de ces derniers qui affectent tous les types des eaux soit superficielles ou souterraines, soit stagnantes ou courantes (**Amrouche et Keziouh, 2015**).

Le problème de la pollution des eaux présente sans aucun doute. Un des aspects les plus inquiétants de la crise globale de l'environnement (**Rabetafika, 2006**). L'utilisation des eaux engendre un nouveau produit appelé effluent ou eau usée. Les problèmes liés aux eaux usées sont anciens que eux même et ils s'aggravent avec la croissance démographique, l'amélioration de la qualité de vie des populations et le développement des activités industrielles. Ces eaux usées pour l'essentiel sont déversées par les populations sur les terrains vagues ou tout simplement dans les milieux aquatiques (lacs, rivières, mers, barrages etc....), mise en contact direct avec le milieu récepteur, les eaux usées brutes engendrent des effets néfastes notamment une nuisance liée à la stagnation de ces eaux et au dégagement d'odeurs nauséabondes, une perturbation de l'équilibre écologique du milieu naturel surtout par la pollution des eaux de surface et des nappes phréatiques et un risque sanitaire par contamination microbiologique ou parasitaires (**Akpo, 2006**).

La principale cause de la qualité de ces eaux sont les décharges non contrôlées et à ciel ouvert, où tous les types de déchets (urbains, industriels hospitaliers et agricoles) sont rejetés à l'état brut et mélangé. L'un des problèmes majeurs associés à cette mise en décharge est la production d'effluents liquides riches en matières organiques et minérales appelés lixiviats ou communément " jus de décharge".

Ils proviennent de la percolation des eaux de pluie à travers les dépôts ainsi que les eaux contenues dans les déchets et celles de leur dégradation (**Hakkou et al, 2001**). Les liquides générés par percolation de l'eau dans le massif de déchets (lixiviats) contiennent de fortes teneurs en polluants (matière organique dissoute, macro composants inorganiques, éléments traces et composés organiques xénobiotiques) (**Christensen et al, 2001**).

La qualité des lixiviats évolue, entre autres, en fonction du stade d'évolution biologique des déchets avec une diminution de leur charge polluante à mesure du vieillissement des déchets (**Renou et al, 2008**).

L'évaluation de la composition des lixiviats est importante d'une part pour s'assurer de la bonne décomposition des déchets et subséquemment de la réduction de leur potentiel polluant. D'autre part, le rejet de ces effluents étant soumis à des normes, le suivi de leur qualité permet de choisir la méthode de traitement permettant l'élimination optimale des polluants (**Grisey, 2013**).

Notre Travail porte sur une source très importante dans la wilaya de Mila «station de Sidi Meraoune » qui alimente le barrage de Beni Haroun, dont les eaux sont destinées à l'alimentation en eau potable, à l'irrigation et à l'industrie, d'où s'avère l'importance de préserver la qualité de ces eaux contre tout type de pollution.

L'objectif de notre travail est l'étude de la qualité des eaux superficielles pour évaluer le degré de pollution provenant des lixiviats et des cours d'eaux dans lesquels les rejets des eaux usées de la ville sont directement déversés dans le barrage.

Notre étude vise à mettre en évidence l'état de la qualité des eaux et des sédiments par la mesure des paramètres physico-chimiques (température, Degré d'acidité ou d'alcalinité, conductivité électrique, oxygène dissous, nitrate, nitrite, phosphate, matière en suspension, La demande biochimique en oxygène pendant cinq jours, Demande Chimique en Oxygène) pour confirmer et prouver la grande part de responsabilité des lixiviats dans la dégradation de la qualité de ces eaux.

Et pour ce faire notre mémoire se constitue de quatre chapitres :

- Synthèse Bibliographique.
- Cadre d'étude.
- Matériel et Méthodes d'analyses.
- Résultats et discussions.

Le manuscrit est clôturé par une conclusion et quelques perspectives de recherche.

SYNTHESE

BIBLIOGRAPHIQUE

I. Généralités sur l'eau :**I.1. Définition de l'eau :**

L'eau est un corps incolore, inodore, insipide, liquide, à la température ordinaire et compose d'hydrogène et d'oxygène (H₂O). L'eau était considérée par les anciens comme l'un des quatre éléments de base avec le feu, l'air et la terre. Elle constitue un élément indispensable à la vie. Elle est le substrat fondamental des activités biologiques et le constituant le plus important des êtres vivants (70 % de leur poids en moyenne) (**Aissaoui, 2013**).

L'eau recouvre 72 % de la surface de la terre 1385990800 km³ d'eau. 97,2 % sont salées et les océans et les mers (1350000000 km³) sont à l'origine de la couleur bleue de la terre vue du ciel. L'eau douce ne représente que 2,8 % du total de l'eau mais 2,15 % sont immobilisées dans les glaciers. L'eau douce disponible est contenue dans les eaux souterraines (0,63 %) les eaux de surface (environ 0,02 %) et dans l'atmosphère (0,001 %) (**Schrivver-Mazzuoli, 2012**).

I.2. Les type d'eau :**I.2.1. les eaux souterraines :**

Les eaux souterraines résultent de l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Elles se ruissellement vers les nappes. Il existe plusieurs types. La nappe libre est directement alimentée par les eaux de ruissellement. Elle est très sensible à la pollution (**Ben Abdarrezzak, 2010**).

I.2.2. Les eaux courantes :

Les eaux courantes comprennent les ruisselets, ruisseaux, rivières et les fleuves. Il s'agit d'écosystèmes où l'eau est en mouvement plus ou moins rapide en fonction du débit, de la déclivité - c'est-à-dire du relief, de la surface de friction et de la rugosité du fond du cours d'eau. Les petits ruisselets proches des sources, étroits, de température toujours froide, au courant rapide dévalant une pente souvent prononcée, se jettent dans des ruisseaux et rivières plus larges et plus profonds, au débit plus important au fur et à mesure des différentes confluences et de la contribution des affluents (**Lemkeddem, 2014**).

I.2.3. Les eaux stagnantes :

Il existe un continuum entre les cours d'eau typique, à courant plus ou moins rapide selon la pente des terrains, et les eaux dites stagnantes résultant de l'accumulation de l'eau dans les dépressions naturelles ou artificielles (mares, étangs, lacs et retenues). Le temps de séjour des eaux, caractéristique fondamentale des eaux stagnantes, est extrêmement variable, dépendant de l'importance des apports annuels par rapport au volume de la cuvette. Ce paramètre essentiel représente le temps durant lequel l'eau subit l'influence des facteurs qui vont conditionner son évolution physico-chimique et biologique (**Grosclaude, 1999**).

I.3. Cycle naturel de l'eau :

Les eaux de surface résultent des précipitations. Une partie de cette eau s'évapore et retourne dans l'air sous forme de vapeur d'eau. La deuxième durcit à cause du froid, ou s'écoule à la surface du sol et pénètre jusqu'à la nappe phréatique. Le cycle de l'eau se fait donc, par évaporation permanente des eaux de mer ou de rivière, formant des nuages et des brouillards, puis retombent sous forme de précipitations (pluie ou neige) dans les lacs, rivières et océans (**Mokdadi et Messai, 2015**).

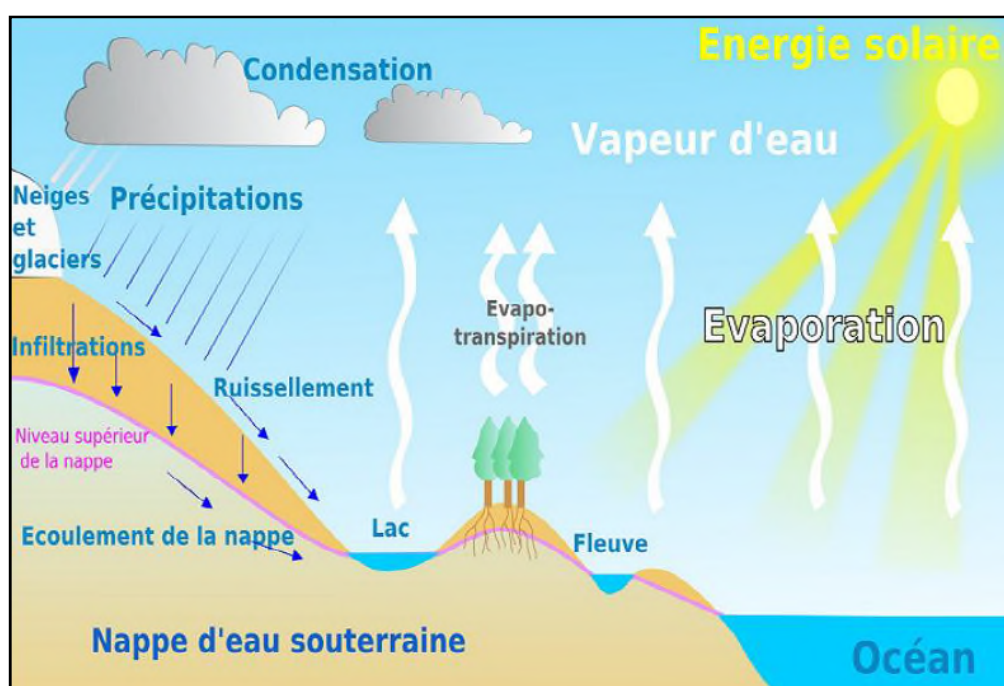


Figure 01 : Schéma de cycle de l'eau (**Sari, 2014**).

I.3.1. Les étapes du cycle naturel :**➤ Infiltration et ruissellement :**

Quand l'eau tombe du ciel, elle peut nourrir les arbres et les fleurs ou ruisseler vers les ruisseaux qui deviennent rivières, fleuves, lacs, avant de retourner dans la mer. L'eau de pluie peut aussi s'infiltrer dans le sol. Elle passe à travers la terre pour arriver dans les nappes souterraines, appelées aussi nappes phréatiques. Cette eau peut trouver un chemin pour revenir à l'air libre par des fissures dans le sol : ce sont les sources (**Husson, 2010**).

➤ Précipitations :

On parle de précipitation. Pendant sa chute, l'eau de pluie lessive les couches basses de l'atmosphère, interagit avec les aérosols qui s'y trouvent et s'enrichit considérablement en éléments dissous, les eaux de pluie participent ainsi à la minéralisation des eaux de surface (rivières, lacs, zones humides). Globalement, les concentrations en Chlorures des eaux pluies décroissent de la côte vers le continent et diminuent avec l'altitude (**Meybeck, 1989 et Debbakh, 2012**).

➤ Evaporation :

L'évaporation désigne le passage de la phase liquide à la phase vapeur, il s'agit de l'évaporation physique. Elle nécessite un apport énergétique (énergie solaire) et peut être importante si l'étendue d'eau est vaste. Au cours de ce processus, les molécules d'eau (H_2O) de l'étendue (mer, lacs...) sont vaporisées vers l'atmosphère. L'évaporation partielle laisse la phase liquide enrichie en éléments solubles, augmentant ainsi la minéralisation de cette dernière. Ce processus peut aller jusqu'à la formation de saumures et engendrer, si la saturation vis-à-vis de certaines phases minérales est atteinte, la précipitation de minéraux évaporitiques (**Debbakh, 2012**).

➤ Condensation :

Lorsque la vapeur d'eau provenant de l'évaporation et de l'évapotranspiration (plantes) s'élève dans les airs, elle refroidit et se transforme en nuage. Lorsque le gaz (les nuages) redevient liquide, on parle de condensation liquide. Lorsque le gaz devient solide, on parle de condensation solide ou cristallisation (**Husson, 2010**).

I.4. Les paramètres et caractéristiques de l'eau :

Rien n'est poison tout est poison, la dose seule fait le poison. Une eau est caractérisée par un ensemble de paramètres accessible à l'analyse (**Djennas et al, 2003**) se trouvent essentiellement cinq paramètres :

I.4.1. Paramètres physico-chimiques :**➤ La température de l'eau :**

La température de l'eau joue un rôle important par exemple en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz dont, entre autres, l'oxygène nécessaire à l'équilibre de la vie aquatique. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10 (°C) (**IBGE, 2005**).

➤ Le pH :

Le pH est en relation étroite avec la concentration des ions hydrogène (H^+) présents dans l'eau ou les solutions. Sa mesure permet d'évaluer le caractère acide ou basique d'une eau.

Le pH des eaux naturelles est généralement compris entre 6,5 et 8. Cependant en région à substrat acide ou en zone de tourbière, le pH peut être inférieur à 5. Des pollutions peuvent modifier les valeurs naturelles (**GPE, 2006**).

➤ La conductivité électrique (CE) :

La conductivité électrique (CE) est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. Par contre, les composés organiques sont de mauvais conducteurs (**IBGE, 2005**).

La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500 $\mu S/cm$. L'estimation de la quantité totale de matières dissoutes peut être obtenue par la multiplication de la valeur de la conductivité par un facteur empirique dépendant de la nature des sels dissous et de la température de l'eau. La connaissance du contenu en sels dissous est importante, dans la mesure où chaque organisme aquatique a des exigences propres (**Merabet, 2010**).

➤ Oxygène dissous (O_2d) :

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.

L'oxygène dissous dans les eaux de surface 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. Cette concentration en oxygène dissous est également fonction 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 (**IBGE, 2005**).

➤ **La demande biochimique en oxygène (DBO) :**

La demande biochimique en oxygène (DBO) représente la quantité d'oxygène utilisée par les bactéries pour décomposer partiellement ou pour oxyder totalement les matières biochimiques oxydables présentes dans l'eau et qui constituent leur source de carbone (graisses, hydrates de carbone, tensioactifs, etc.....).

Ce prélèvement d'oxygène se fait au détriment des autres organismes vivants du milieu aquatique. En ce qui concerne les eaux domestiques, environ 70% des composés organiques sont généralement dégradés après 5 jours et la dégradation est pratiquement complète au bout de 20 jours.

L'indicateur utilisé est généralement la DBO₅ qui correspond à la quantité d'oxygène (exprimée en mg/ l) nécessaire aux microorganismes décomposeurs pour dégrader et minéraliser en 5 jours la matière organique présente dans un litre d'eau polluée. Plus la DBO₅ est élevée, plus la quantité de matières organiques présentes dans l'échantillon est élevée. (**IBGE, 2005**).

➤ **La demande chimique en oxygène (DCO) :**

La demande chimique en oxygène (DCO) correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique, effectuée à l'aide d'un oxydant puissant, des composés organiques présents dans l'eau.

Elle permet de mesurer la teneur en matières organiques totales (excepté quelques composés qui ne sont pas dégradés), y compris celles qui ne sont pas dégradables par les bactéries. Il s'agit donc d'un paramètre important permettant de caractériser la pollution globale d'eau par des composés organiques. (**IBGE, 2005**).

➤ **Les nitrates (NO_3^-) :**

Les nitrates sont présents dans l'eau par lessivage des produits azotés dans le sol, par décomposition des matières organiques ou des engrais de synthèse ou naturels (Belghiti et al, 2013).

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote, et représentent la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé présent dans l'eau. Leurs concentrations dans les eaux naturelles sont comprises entre 1 et 10 mg/l (Makhoukh et al, 2011). Sur le milieu naturel : les nitrates sont les principaux responsables de l'eutrophisation des milieux aquatiques (Ndiaye et al, 2013).

➤ **Les nitrites (NO_2^-) :**

Les nitrites sont des produits intermédiaires de la nitrification, c'est-à-dire la transformation oxydative par voie biologique de l'ammonium en nitrate. Dans les retenues pauvres en oxygène, il peut aussi y avoir des nitrites résultant d'une dénitrification (transformation de nitrates en protoxyde d'azote ou en azote élémentaire) incomplète (IBGE, 2005).

➤ **Les matières en suspension (MES) :**

Les matières en suspension comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres micro-organismes de l'eau.

La quantité de matière en suspension varie notamment selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux. Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière et par suite la photosynthèse. Elles peuvent également gêner la respiration des poissons. Par ailleurs, les matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques...). Les matières en suspensions sont exprimées en mg/l (IBGE, 2005).

➤ **Les chlorures :**

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium et de potassium. Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une

influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux (Makhoukh *et al*, 2011).

➤ **Le sodium :**

Le sodium est un élément constant de l'eau, toutefois les concentrations peuvent être extrêmement variables (Belghiti *et al*, 2013).

Certaines substances pouvant être bénéfiques à très petites doses (oligo-éléments tels que : fer, manganèse, cuivre, zinc, fluor). On classe dans cette rubrique : nitrates , nitrites , ammonium , azote , carbone organique total , hydrogène sulfuré , hydrocarbures dissous , phénols , bore , détergents , organochlorés autre que les pesticides , phosphore , chlore libre, résiduel matière en suspension , baryum et agent (Djennas *et al*, 2003).

➤ **Dureté de l'eau (ou titre hydrométrique) :**

La dureté d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques, excepté celles des métaux alcalins (Na^+ , K^+) et H^+ . Elle est souvent due aux ions Ca^{++} et Mg^{++} . La présence de ces deux cations dans l'eau tend souvent à réduire la toxicité des métaux. La dureté se mesure en mg de CaCO_3 par litre (IBGE, 2005).

I.4.2. Paramètres microbiologiques :

Les paramètres microbiologiques sont déterminés par la méthode de filtration sur membrane pour *Staphylococcus aureus*, coliformes totaux, coliformes fécaux, *Streptocoques fécaux*, spores de microorganismes anaérobies sulfitoréducteurs et par la méthode présence/absence pour *Salmonelles* (Heriarivony *et al*, 2015).

I.4.3. Les substances toxiques :

On cite essentiellement :

➤ **Les éléments traces métallique :**

Sont essentiellement le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le plomb l'argent (Ag), le cuivre (Cu), le chrome (Cr), le nickel (Ni) et le zinc (Zn). Ces éléments, bien qu'ils puissent avoir une origine naturelle (roches du sous-sol, minerais), proviennent essentiellement de la contamination des eaux par des rejets d'activités industrielles diverses (Keck, 2000).

➤ **Pesticides :**

Sont essentiellement le DDT, dieldrine, carbaryl, carbofuran, méthylparathion, manébe ,

On désigne généralement comme des produits utilisés en agriculture les conséquences néfastes dues aux pesticides sont liées aux caractères suivants :

- Rémanence et stabilité chimique conduisant à une accumulation dans les chaînes alimentaires.
- Rupture de l'équilibre naturel (Zeghoud, 2014).

➤ **Hydrocarbures halogènes :**

Biphényles Polybromés (PBB), trichloroéthylène, chloroformes, pentachlorophénol (Ghorab et hammda., 2012).

➤ **Médicaments antinéoplasiques :**

cyclophosphamide, moutardes azotées 6 mercapturine, azathioprine, méthotrexate, 5-fluorouracile, actinomycine, doxorubicine.

Divers : benzo (a) pyrène, méthylcholanthrène, diéthylstilbestrol, benzène, glucocorticoïdes (Ghorab et hammda, 2012).

I.5. Les besoins en eaux :

I.5.1. Les besoins alimentaires et agriculture :

L'alimentation et l'agriculture dont elle dépend sont de loin les plus grands consommateurs d'eau, puisque l'eau nécessaire pour produire notre nourriture est mille fois celle que nous buvons et cent fois plus que ce qu'il nous faut pour répondre à nos besoins personnels fondamentaux. L'irrigation consomme jusqu'à 70 pour cent de l'eau extraite des rivières et des nappes souterraines. Au cours des dernières décennies, la production alimentaire mondiale a crû au même rythme que la population mais près de 800 millions de personnes restent sous-alimentées. Une population en expansion aura besoin de davantage de nourriture, et par conséquent de plus d'eau.

L'agriculture est la principale source de nourriture et de loin le premier secteur consommateur d'eau dans le monde (FAO, 2004).

L'inconvénient de l'eau d'irrigation est son incapacité à servir à d'autres usages (Faby et brissaud, 1997).

I.5.2. Les besoins domestiques :

L'utilisation domestique de l'eau recouvre principalement la consommation d'eau potable, les bains, la cuisine, les usages sanitaires et le jardinage, cette consommation représente 8 à 10 % de la consommation totale sur la planète (**Ngo et Regent, 2008**).

Les ménages et le secteur des services utilisent l'eau potable pour des usages similaires, ce qui nous permet d'agréger ces deux types de consommation. L'eau y remplit principalement des fonctions d'alimentation (eau de boisson et cuisson d'aliments), d'hygiène (sanitaire douche, soins corporels), de nettoyage (linge, vaisselle, voiture) ou encore d'arrosage. Remarquons que seuls les faibles besoins physiologiques nécessitent une qualité de l'eau irréprochable, définie légalement (**Bochatay, 2004**).

I.5.3. Les besoins industrielle :

L'industrie est consommatrice de l'eau, Elle a de multiples fonctions, par exemple celle de fluides de refroidissement et de substance primaire (dans le domaine de la production) ou de solvant et de milieu réactionnel (dans l'industrie chimique par exemple) (**Gilli E et al, 2004**).

La consommation industrielle d'eau représente environ 20 % de la consommation mondiale (**CNRS**).

II- la pollution aquatique :**II .1. Définition :**

On appelle pollution de l'eau toute modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau qui a un effet nocif sur les êtres vivants qui y habitent ou la consomment. Donc la pollution c'est la présence d'une ou plusieurs substances modifiant la composition ou l'état d'une eau (**Claude et al, 2001**).

Selon (**Gaujous, 1995**), la pollution résulte de l'introduction dans un milieu de substances conduisant à son altération. En ce qui nous concerne, les milieux considérés seront les milieux aquatiques (oueds, ou cours d'eau). La notion d'altération du milieu est fondamentale. En effet, un rejet ne sera par définition comme polluant que s'il amène une altération, c'est-à-dire une dégradation. Ainsi, deux rejets de caractéristiques identiques pourront être plus ou moins polluants suivant le milieu

récepteur ; par exemple, un rejet d'égout dans un lac de haute montagne n'aura pas le même effet que dans un grand fleuve ou en mer.

Aussi La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparait en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers d'effet directs ou indirects altérant les critères de répartition du flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel de l'abondance des espèces vivantes (**François, 2002**).

II .2. Les principales sources de pollution des eaux :

II.2. 1. La pollution urbaine :

Selon (**Ginin et al, 2003**) la pollution urbaines apparue depuis qu'il existe des réseaux de collecte spécifique, avec des points de concentration des rejets, elle engendre de graves perturbations, surtout lorsqu'elle prend une importance relative plus grande (rejets domestiques mieux traités). Ces rejets sont caractérisés par :

- Une teneur importante en matières minérales en suspension (sable, poussières).
- La présence de nombreux détritiques solides ou flottants de petite taille.
- Une concentration forte en toxiques et hydrocarbures (lessivage de parking, résidus d'échappement des véhicules, résidus de corrosion des équipements métalliques).

L'irrégularité de ces rejets et les volumes d'eau importants qu'ils mettent en jeu rendent difficile et onéreux leur traitement. Les rejets urbains résultant de la collecte et du traitement des eaux usées des ménages, des activités domestiques, artisanales et tertiaires ainsi que du ruissellement des eaux pluviales dans les zones urbaines (**Panorama, 2008**).

II.2.2. La pollution agricole :

Selon (**AESN**), elle s'intensifie depuis que l'agriculture est entrée dans un stade d'industrialisation. La concentration des élevages entraîne un excès de déjections animales par rapport à la capacité d'absorption des terres agricoles, celles-ci, sous l'effet du ruissellement de l'eau et de l'infiltration dans le sous-sol, enrichissent les cours d'eau et les nappes souterraines en dérivés azotés et constituent aussi une source de pollution bactériologique.

Les engrais chimiques (nitrates et phosphates), employés par l'agriculture intensive, altérant la qualité des cours d'eau et les nappes souterraines vers lesquels ils sont entraînés.

Les herbicides, insecticides et autres produits phytosanitaires de plus en plus utilisés par les agriculteurs s'accumulent dans les sols et les nappes phréatiques et polluent les cours d'eau.

II.2.3. La pollution industrielle :

Les effluents industriels peuvent causer des pollutions organiques, chimiques ou physiques. La pollution industrielle peut avoir un effet toxique sur les organismes vivants, ou causer l'accumulation de certains éléments dans la chaîne alimentaire (métaux, pesticides, radioactivité...) (**El Amrani, 2007**).

Elle est caractérisée par la présence d'une grande diversité des polluants, selon l'utilisation de l'eau tels que : les hydrocarbures, les acides, les produits chimiques divers, les métaux (traitement de la surface) (**Calvet et al, 2005**).

II.2.4. La pollution naturelles :

Certains phénomènes naturels peuvent être aussi à l'origine de la pollution des eaux et sont identifiés en relation avec les éruptions volcaniques (sulfures, acides, poussières), d'hydrocarbures, le contact avec les filons, ou gisements d'éléments toxiques (mercure, arsenic, éléments radioactifs) (**Alloway, 1990 ; Anonyme, 2013**).

II.2.5. Pollution d'origine domestique :

Selon (**Baize, 2002**), les rejets directs des eaux usées domestiques dans le milieu naturel perturbent l'équilibre aquatique en transformant les rivières en égouts à ciel ouvert. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Elle est caractérisée par :

- La présence des germes fécaux.
- Des sels minéraux (azote, potassium et phosphore).
- Les détergents.
- Des fortes teneurs en matière organique.

II.3. Les différents types de pollution des eaux :

La pollution de l'eau est l'ensemble des nuisances auxquelles peut être exposé son usager. La pollution engendrée peut être d'ordre physique (radioactivité, élévation de la température...), chimique (rejets agricoles, industriels et urbains) et microbiologique (rejets urbains, élevage...). Pour mieux évaluer la pollution, il existe des paramètres qui permettent d'estimer l'ampleur de celle-ci en fonction de son type.

II.3.1. La pollution biologique :

On distingue deux catégories de pollution de nature biologique : les microorganismes et les matières organiques.

➤ Les micro-organismes polluants :

Les micro-organismes comprennent par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. Ils proviennent dans leur immense majorité des matières fécales : on distingue alors la flore entérique normale et les micro-organismes pathogènes (**Boutin et al, 2009**).

Cette pollution soulève dans bien des cas de sérieux problèmes d'hygiène publique et d'épidémiologie. Car, non traités, ces rejets contiennent des micro-organismes pathogènes viables qui sont alors transportés par les eaux et disséminés sur leurs parcours (**Madoui et Sahraoui, 2011**).

➤ Les matières organiques :

La présence de matière organique naturelle est une caractéristique fondamentale les principaux composés organiques polluant sont : des lipides, des glucides, des savons, des détergents, des huiles minérales et des débris cellulosique, auxquels s'ajoute leur produit de décomposition (**Madoui et Sahraoui, 2011**).

II.3.2. La pollution chimique :

Elle résulte essentiellement de la libération massive dans des eaux de divers métaux toxiques et de substances inorganiques telles les nitrates, les phosphates et autre sels minéraux nutritifs utilisés dans l'agriculture comme fertilisants (**Melghit, 2009**).

La pollution chimique des eaux peut être chronique, accidentelle ou diffuse. Elle peut être due à :

- l'insuffisance de certaines stations d'épuration.
- l'absence de réseaux d'assainissement dans certaines zones.

- Le lessivage des sols, mais aussi des chaussées et des toits par les pluies.
- Le rejet d'effluents par les industries.

Cette forme de pollution issue de substances chimiques telles que les insecticides ou les désherbants provoque la destruction de la qualité des eaux de surface (cours d'eau, lacs et barrage...) et celle des eaux souterraines (**Melghit, 2009**).

II.3.3. La pollution physique :

Les trois principaux, agents physiques de la pollution sont la chaleur, le transport des matières solides en suspension et la radioactivité.

➤ Pollution thermique :

Les rejets d'eau chaude en particulier par les centrales électronucléaires peuvent provoquer une élévation anormale de la température, ce qui provoque des effets écologiques sur la vie aquatique (développement des microorganismes comme les algues, et disparition d'autres espèces sensibles à la température). L'élévation de la température diminue la solubilité de l'oxygène, un déficit renforce par l'accroissement de l'activité biologique qui en consomme (**Bélamie et al, 1997 ; Barnaud et Fustec, 2007 ; Djama, 2014**).

➤ Polluants radioactifs :

Les déchets radioactifs demeurent le polluant physique le plus dangereux, les centrales nucléaires ne dégagent que des quantités limitées de déchets, mais le risque d'accidents subsiste et les problèmes de stockage des déchets radioactifs sont loin d'être résolus. En effet du fait de leurs propriétés radioactives, les déchets restent toxiques pendant des périodes allant de quelques siècles à plusieurs millions d'année (**Benderradji, 2000 ; Barnaud et Fustec, 2007 ; Belkhiri, 2011**).

II.4. Les lixiviats:

II.4.1. Définition:

Les lixiviats sont des effluents liquides qui proviennent de la percolation, à travers le massif, de l'eau météorique et de l'eau contenue dans les déchets. Ils sont chargés en matières en suspension et composants solubles issus des déchets et en sous-produits de la dégradation des déchets (**Renou et al, 2008**).

II.4.2. Mécanismes de la genèse des lixiviats:

Lorsque les eaux météoriques tombent sur la surface de la décharge, deux possibilités s'offrent à elles, l'infiltration à travers la couverture ou le ruissellement de surface, en fonction du type de couverture mis en œuvre (**figure 02**). L'eau qui s'infiltré et qui n'est ni perdue par évapotranspiration (évaporation depuis la surface et/ou transpiration par la couche végétalisée) ni retenue par la couche de couverture va permettre d'augmenter progressivement l'humidité du massif de déchets en profondeur (**Farquhar, 1989**).

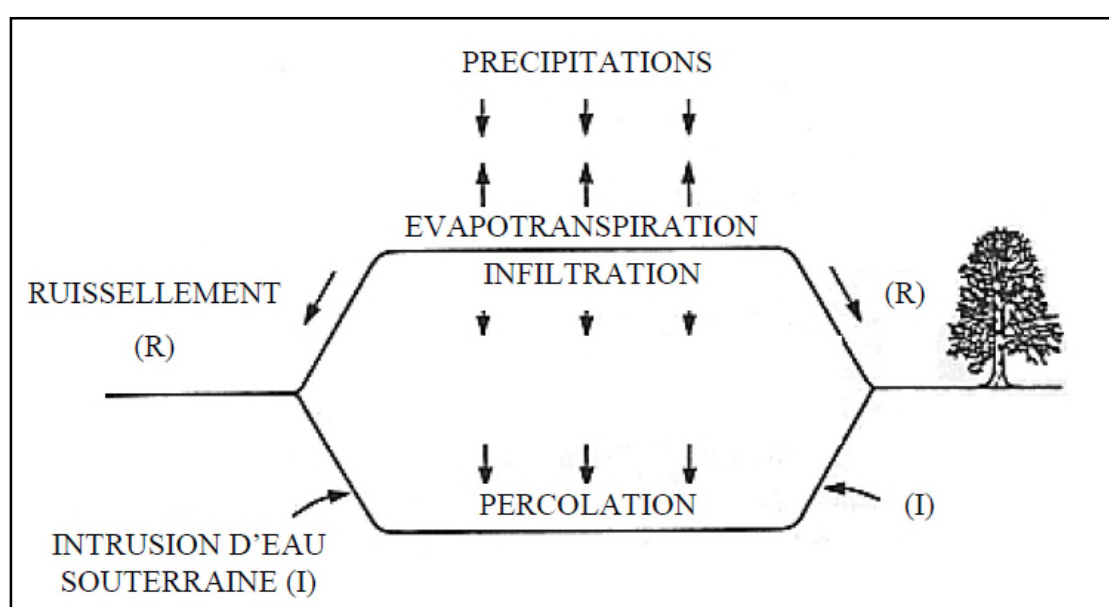


Figure 02: Schéma présentant les mécanismes de la genèse des lixiviats (**Farquhar, 1989**).

Dès que le dépôt excède sa capacité au champ, c'est-à-dire sa capacité de rétention en eau maximale sans produire de percolat, la formation des lixiviats peut débuter (**McArdle et al, 1988**). Ce processus de percolation est influencé par plusieurs facteurs classés en deux catégories (**El-Fadel et al, 2002**) :

- les facteurs contribuant directement à l'humidité du massif : précipitations, fonte des neiges, intrusion d'eau souterraine, teneur en eau initiale, irrigation, recirculation de lixiviats, codépôt de déchets liquides et décomposition des déchets.
- les facteurs affectant la distribution des lixiviats ou de l'humidité dans le massif : âge du dépôt, prétraitement, compactage, perméabilité, granulométrie,

densité, tassement, couverture, végétation, sécurisation du casier, production de chaleur et de biogaz. Le massif de déchets renferme une multitude de composants organiques et inorganiques solubles présents dès l'enfouissement ou générés par les processus biologiques de dégradation aérobie et anaérobie ou encore issus des mécanismes physico-chimiques résultant des interactions entre l'eau et les déchets (dissolution, complexation, oxydo-réduction, adsorption...). Au cours du processus de lixiviation, l'eau qui percole au travers du massif solubilise ces composants et devient polluée. Il en résulte la formation de lixiviats.

II.4.3. Facteurs affectant la composition des lixiviats:

La composition des lixiviats est très variable d'un site à l'autre en raison de la multiplicité des paramètres entrant en jeu (**Pohland et al, 1983 ; Statom et al, 2004 ; Heyer et Stegmann, 2005 ; Renou et al, 2008**) :

- l'âge des déchets et leur stade de dégradation.
- la nature des déchets (teneur en eau, structure : granulométrie-densité-porosité, température, acidité).
- le mode d'exploitation (prétraitement, compactage procédure d'enfouissement, sécurisation du casier, couverture finale).
- le climat (précipitations, température).
- la configuration du site (géologie, topographie).
- les combinaisons de processus physiques, chimiques et microbiologiques opérant au sein du massif au cours de la dégradation.

II.4.4. Composition et évolution de la qualité des lixiviats:

Il est généralement reconnu que les lixiviats issus de déchets non dangereux contiennent plusieurs polluants majeurs classés en quatre groupes (**Christensen et al, 2001**) :

- Matières organiques dissoutes (DCO, COT, CH₄, acides gras volatils (AGV), composés réfractaires tels que les acides humiques et fulviques).
- Macro-composants inorganiques (Ca, Mg, Na, K, NH₄, Fe, Mn, Cl, SO₄, HCO₃).
- Eléments traces métalliques (Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn).
- Composés organiques xénobiotiques (pesticides).

D'autres éléments traces d'importance secondaire peuvent être présents en très faibles quantités dans les lixiviats (entre autres : B, As, Se, Be, Li, Hg, Co...).

Les lixiviats de décharge présentent de grandes variations de composition d'un site à l'autre.

Leur composition est également évolutive avec le temps et les composants sont présents à des teneurs variables selon la phase de dégradation régnant dans le massif. Peu après l'enfouissement, les lixiviats produits sont essentiellement le résultat de l'expulsion de l'eau initialement présente dans les déchets lors du compactage et des circulations d'engins sur le massif et sont très peu chargés en éléments polluants.

II.5. Les conséquences de la pollution de l'eau :

II.5.1. Sur le milieu naturel :

L'incidence des rejets sur notre environnement peut s'apprécier au regard des élévations de températures, des modifications du pH, des consommations d'oxygène du milieu ainsi que des effets spécifiques inhérents à chaque polluant. Ceci conduit à la modification de l'équilibre des écosystèmes.

Les modifications de température de pH, perturbent le développement normal de la faune et de la flore. Le rejet de matière organique entraîne une surconsommation d'oxygène par les micro-organismes et en prive d'autant les poissons. Les matières en suspension conduisent aussi au colmatage des branchies des poissons, les rejets d'azote et de phosphore favorisent l'eutrophisation des lacs (**René Moletta**).

II.5.2. Sur l'économie :

Il faut se rendre compte que dépolluer reste encore actuellement une activité de riches. Personne ne peut nier l'absolue nécessité de prendre en compte notre environnement.

Par exemple : En France comme dans les pays développés, à la plus part des collectivités et les industries prennent en charge leurs rejets.

En certaines périodes de l'année, la prolifération d'algues qui viennent s'échouer et pourrir sur les côtes de la Manche conduit à des nuisances qui perturbent fortement l'activité touristique de ces régions... Cette prolifération est attribuée aux rejets de polluants azotés et phosphorés locaux ou d'ailleurs. Le maintien de l'activité touristique implique l'élimination de ces nuisances. Ceci représente un coût et un

manque à gagner important. Comme c'est souvent le cas, le secteur qui est à l'origine de la pollution n'est pas le secteur qui en subit les conséquences ! **(René Moletta)**.

II.5.3. sur la santé :

Les maladies liées à la présence d'éléments pathogènes ou de molécules toxiques sont très répandues. Les parasitoses d'origine hydrique dominent très largement la pathologie des habitants du tiers monde :

- Paludisme (un million de décès par an, 100 à 150 millions de cas annuels dont 90% en Afrique, et 300 millions de porteurs de parasites).
- Filaires (maladie due à un vers injecté par des moustiques sous les climats chauds et humides).
- Le choléra, du aux vibriens cholériques présent dans les eaux souillées.
- L'hépatite A (due à un virus présent aussi dans les eaux polluées).
- Et les autres comme les dysenteries d'origines parasitaires, bactériennes et virales aux conséquences qui peuvent être très grave chez le jeune enfant.

Les métaux lourds comme le mercure, le plomb, le cadmium, le cuivre..... présentent la particularité de se concentrer dans la chaîne biologique. Ils ne sont pas dégradables, leur présence est donc rémanente. Ils conduisent à des pathologies diverses en fonction de leurs natures, pathologies qui peuvent être très graves, voir mortelles **(René Moletta)**.

CADRE D'ETUDE

I. Description de la région de Mila :

I.1. Situation géographique :

La wilaya de Mila localisée dans le Nord-est Algérien à 464 m d'altitude et a 33 km de la mer et située entre 36°27' Nord et 6°16' de longitude Est et 35°-36° de latitude Nord, s'étend sur une superficie de 3.478 km² et compte de 779.300 habitants, soit une densité de 220 habitants au km². La superficie de la wilaya représente 0,14 % de la superficie totale du Pays (**RGPH, 2008**). Elle est constituée de 32 Communes et 13 Daïra Elle est limitée par 6 wilayas (Figure 03):

- Au Nord-Ouest par la wilaya de Jijel.
- Au Nord -Est par la wilaya de Constantine et Skikda.
- Au Sud -Ouest par la wilaya de Sétif.
- Au Sud -Est par la wilaya D'Oum-El Boughi et Batna (**Aissaoui, 2013**).



Figure 03 : limite de la wilaya de Mila (ANDI, 2013).

I.2. Situation démographique :

La wilaya de Mila se compose administrativement de 13 Daïra et 32 Communes, sa population s'élève à 780.000 Ha .Le chef-lieu de la wilaya se trouve au Nord-Est de la wilaya et occupe une superficie de 130.60 km² et concentre une population de 62698 ha (**Bouderbane et Harrati, 2012**).

Tableau 01 : Taux d'accroissement de la wilaya de Mila.

Communes		total population	taux d'accroissement
1	Ahmed Rachedi	15 819	0.9
2	Ain Beida	21 013	1.3
3	Ain Melouk	14 200	1.1
4	Ain Tine	7 780	1.6
5	Arres	19 405	0.4
6	Bainen	23 299	1.2
7	Ben yahia Abderrahmane	10 052	-0.2
8	Beni Guecha	11 810	1.0
9	Bouhateme	20 277	0.6
10	Chelghoum Laid	82 560	2.2
11	Chigara	14 661	0.8
12	Derrahi Bousslah	10 013	-0.4
13	Ferdjioua	50 167	2.2
14	Grarem Gouga	42 062	1.5
15	Hamala	11 213	0.4
16	Layadi Barbes	6 459	-1.1
17	M'chira	12 950	1.0
18	Mila	69 052	1.4
19	Oued Athmenia	40 688	1.3
20	Oued Endja	19 739	1.7
21	Oued Seguen	13 319	1.2
22	Ouled Khlouf	11 396	0.3
23	Rouached	27 086	0.7
24	Sidi Khelifa	4 746	0.5
25	Sidi Merouane	23 088	1.5
26	Tadjenanet	53 536	2.2
27	Tassadane	17 378	-0.1
28	Tassala Lamtai	15 676	1.3
29	Teleghma	48 028	1.7

30	Tiberguent	9 282	1.2
31	Zaraza Minar	22 535	0.9
32	Zeghaia	17 638	1.2
	Total	766 886	1.3

Source :(RGPH) 2008

I.3. Relief :

La région de Mila se caractérise par un espace géographique très diversifié avec un relief complexe et irrégulier et profondément disséqué par un réseau hydrographique dense. Cependant, selon **Zouaidia (2006)** on distingue trois espaces différents dans la région : un espace montagneux, un espace de piedmonts et de collines et un espace de hautes plaines.

I.3.1 L'espace montagneux :

Formé d'une succession de massifs montagneux (massifs Telliens) et caractérisé essentiellement par un relief accidenté et des sols érodés. Concernant la configuration du relief, on distingue deux grandes unités géomorphologiques :

➤ Les hauts piedmonts au centre Ouest avec une pente allant de 12,5 à 25% montagne pour le reste de la région et dont la pente est généralement supérieure à 25% (**Zouaidia., 2006**).

I.3.2. L'espace de piedmonts et de collines :

➤ constituant la région centrale du piedmont Sud Tellien, l'espace de piedmonts et de collines présente des altitudes très élevées comprise entre 500 et 800 m. Il est composé par : Les plaines intra montagneuses dont l'altitude moyenne est de 400 m .

➤ Les collines et les piedmonts situés dans la partie Est de la wilaya et qui sont limités au Nord par la région montagneuse. Au Sud, ils forment la limite des hautes plaines. Il s'agit de collines présentant un relief montagneux très désordonné.

➤ La région des hauts piedmonts qui forment au Nord-Ouest le prolongement des reliefs Telliens, concerne la dépression de Ferdjioua et Oued Enja.

➤ La dépression de Mila formée par un ensemble de basses collines (de 500 à 600 mètres d'altitude) et de massifs isolés (massif de Ahmed Rachedi) (**Zouaidia, 2006**).

I.3.3. L'espace Sud des hautes plaines :

Dans cette région Sud de la wilaya, dont l'altitude moyenne est généralement comprise entre **800** et **900** m émergent des massifs montagneux isolés tels que :

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| - Kef Lebiod 1,408 m. | - Kef Isserame 1,726 m. |
| - Djebel Tariolet 1,285 m. | - Djebel Gherour 1,271 m. |
| - Djebel Grouz 1,187 m. | - Djebel Lehman 1,237 m. |
| - Djebel Méziout 1,127 m. | - Djebel Tarkia 1,066 m. |

➤ Les deux unités géomorphologiques (plaines et glacés) occupent la majorité de la surface de l'espace avec une faible pente comprise entre 0 et 3 % (plaines) et une pente comprise entre 3 et 12 % (bas piedmonts) (**Zouaidia, 2006**).

I.4. La couverture végétal :

Du fait de son occupation permanente du sol, le couvert végétal forestier joue un rôle important dans le maintien de l'équilibre écologique, notamment dans les zones montagneuses où la sensibilité à l'érosion est favorisée par la nature du relief, la fragilité des substratums en place, ainsi que par la fréquence, l'intensité et le caractère torrentiel des pluies (**ANDI, 2013**).

I.4.1. Le potentiel Forestier:

La wilaya de Mila est dotée d'une superficie forestière de 33.670 ha soit un taux de 9,80 %, qui se répartissent selon les domaines suivent :

- Forêts naturelles représentant 6.762 ha soit 20,08%, se localise au nord en couvrant la bande montagneuse. La grande partie de la forêt de Mila se trouve dans les communes de Tessala, Arres, Bainen et Tassadane dont l'espèce dominante est le chêne liège (**Conservation des forêts de Mila, 2009**).
- Les reboisements avec une superficie 18.493 ha soit 54,92 %, les principales essences sont le pin d'Alep et le Cyprès.
- Les maquis représentent une superficie de 8.415ha soit 25% (maquis vert et genévrier) de chêne (**Zouaidia, 2006**).

Ce taux, bien qu'important comparé à celui de nombreuses wilayas du pays, demeure insuffisant compte tenu de l'importance des superficies à très forte déclivité et à substratums très sensibles à l'érosion (**ANDI, 2013**).

I.4.2. Agriculture :

La wilaya de Mila caractérisé par une superficie agricole utile (SAU) de près de 239.150 hectares représentant plus de 63 % des terres agricoles et bénéficiant d'une pluviométrie de près de 750 mm par an au Nord et de 400mm par an au Sud (**ANDI, 2013**).

Pour la campagne 2010/2011, la production en blé dur a atteint 868 155 quintaux, 443 616 quintaux en blé tendre, 340270 quintaux en orge et 28820 quintaux en avoine, (**Chaâlal, 2012**).

Tableau 02: Les différents types des forêts de la wilaya de Mila (CFM, 2016).

Type	Occupation Superficie par l'agriculture (ha)	%
Chêne liège	5667	6,73
Chêne zen	439	01,29
Pin d'Alep	16451	48,57
Pin pignon	600	01,77
Frêne	200	0,59
Eucalyptus	100	0,29
Maquis	7813	23,06
Terrains de parcours	2600	07,67
Total	33870	100

I.5. Géologie :

Le bassin de Mila appartient au domaine externe de la chaine Alpine d'Algérie Nord Orientale qui est rattachée à la branche Sud des maghrébines entre le détroit de Gibraltar à l'Ouest et la Sicile et la Calabre à l'Est (**Atmania, 2010**).

La partie Nord Orientale de cette branche est généralement subdivisée en deux grands domaines qui sont :

- Un domaine interne, regroupant le socle kabyle et les formations des flyschs.
- Un domaine externe, correspondant aux formations telliennes et de l'avant pays (**Atmania, 2010**).

Selon la direction Est-Ouest, le remplissage du bassin de Mila débute localement par des formations marines d'âge Burdigalien Terminal-Langhien et qui passent vers le haut à des formations continentales Miocènes et Plio-Quaternaires (Delga, 1955 ; Coiffait, 1992 et Elouaere, 2014).

I.6. Climat :

Le climat de la wilaya est de type méditerranéen, il est globalement caractérisé par deux saisons nettement distinctes (Zouaidia, 2006) :

- L'une humide et pluvieuse s'étendant de novembre à avril.
- L'autre chaud et sec allant de mai à octobre.

❖ La température :

Le traitement des données de la température mensuelle moyenne (°C) dans la région de Mila au cours de la période (2006-2016) a montré une augmentation des degrés de température au cours de la période estivale.

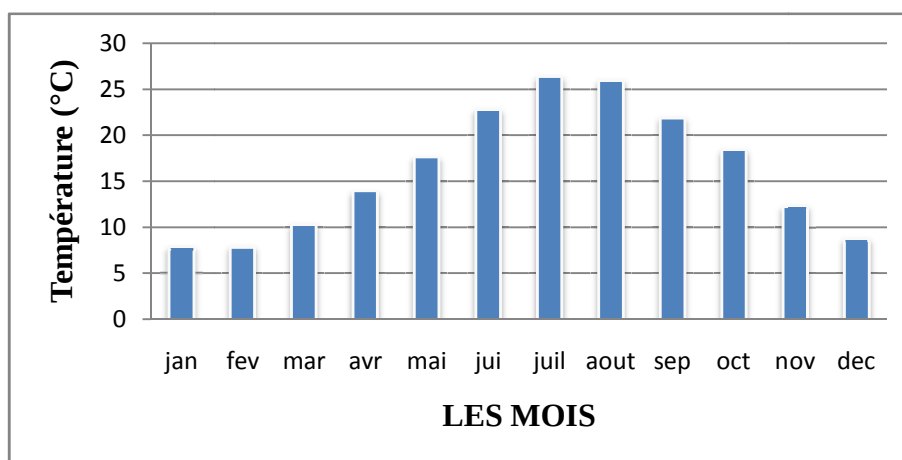


Figure 04 : Histogramme de la variation de la température moyenne dans la région de Mila (2006-2016).

❖ Précipitation :

Nous constatons d'après la figure 05 que les précipitations mensuelles moyennes sont irrégulières durant les mois des années (2006/2016).

Le mois le plus abondant en pluie est février, à l'inverse le mois de juil est le plus sec.

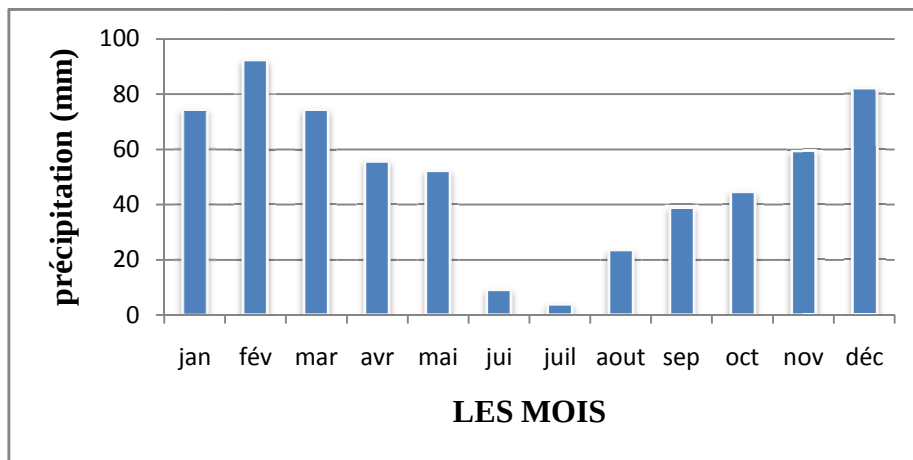


Figure 05 : Histogramme de la variation de la précipitation moyenne dans la région de Mila (2006-2016).

❖ L'humidité

Au regard de la base des données décennale sur ce paramètre (2006 à 2016), l'humidité s'accroît pendant l'hiver, le printemps et l'automne marquant une pic en mois de février, et une baisse en été dont le mois le plus sec est juillet (Figure 06).

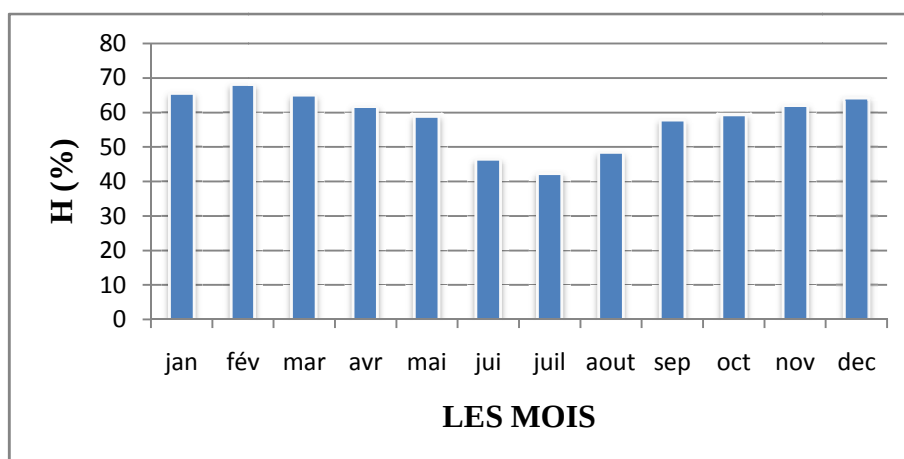


Figure 06 : Histogramme de la variation de l'humidité dans la région de Mila. (2006-2016).

❖ L'évaporation :

L'estimation de l'évaporation dont il est question ci-dessous se base sur des mesures effectuées à la station d'Ain Tin durant la période de 2005-2015. Les résultats disponibles sont consignés dans la figure 07.

Pour ces années d'observation (2006-2016) le maximum d'évaporation a été enregistré au mois de Juillet et le minimum au mois de Janvier.

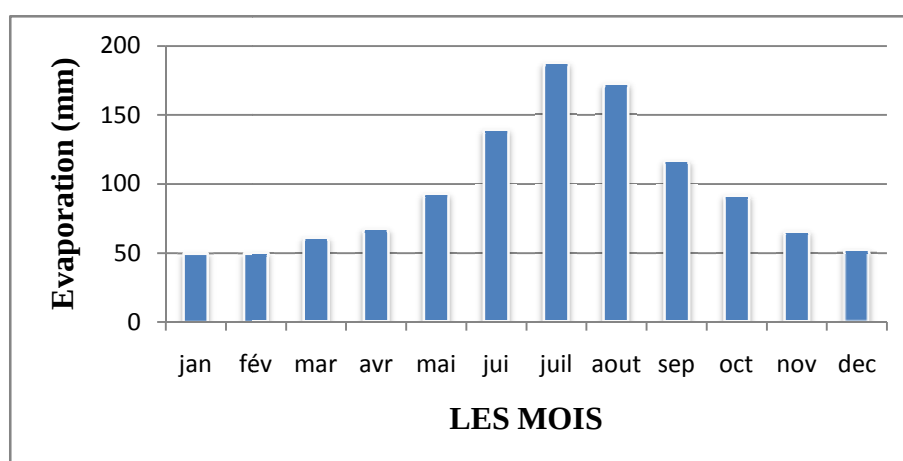


Figure 07 : Histogramme de la variation de l'évaporation dans la région de Mila (2006-2016).

❖ Le vent :

L'étude des vents dominants dans la ville de Mila fait ressortir des directions différentes variant du nord-ouest au nord-est à la direction Sud. Les vents du nord générés par un large couloir formé par les montagnes surplombant la région de Béni Haroun, au nord de Mila.

Une étude plus minutieuse montre que :

- Les vents Nord-ouest et Nord-est s'étalent sur la période allant du mois de novembre au mois de juin.
- Les vents du Nord-est et du Sud s'étalent sur la période allant du mois de juillet au mois d'octobre (**Bouderbane et Harrati, 2012**).

La figure 08 montre que les vitesses moyennes les plus élevées s'observent en Hiver (Février).

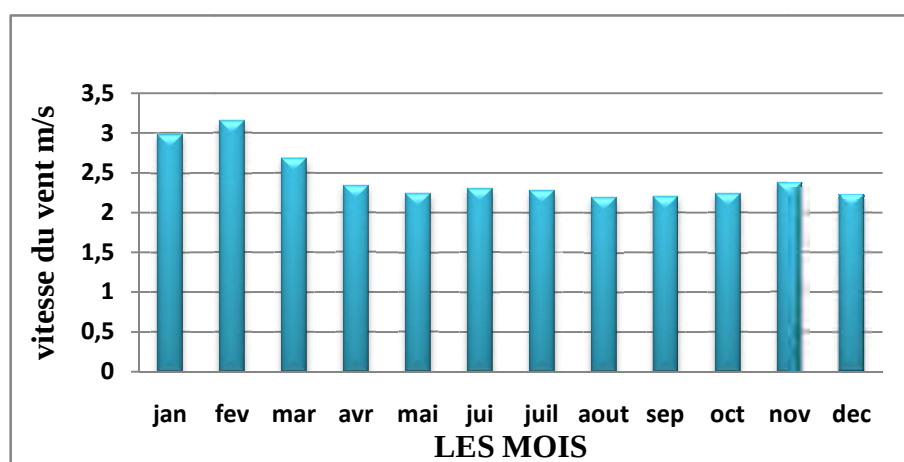


Figure 08 : Histogramme de la variation de la vitesse des vents dans la région de Mila (2006-2016).

I.7. Réseau hydrologique :

De par sa situation géographique, la wilaya de Mila est parcourue au Nord par un réseau hydrographique dense, constitué de petits cours d'eau et de talwegs alimentant les oueds Oued- Bousselah, Oued El-Maleh, Oued El-Kebir et Oued-Rhumel qui déversent leurs eaux dans le barrage de Beni Haroun. Quant au sud de la Wilaya, il est marqué par sa richesse en ressources hydriques souterraines (Al-Ouahed, 2014).

➤ Le Bassin versant Beni Haroun :

Le bassin de Beni Haroun est l'un des plus grands bassins hydrographiques importants en Algérie. Il couvre une superficie de 6595 km². Il est centré 36° de latitude Nord, de 7° de longitude Est (Kerdoud, 2006).

➤ Oued Rhumel :

D'un linéaire de plus de 123 Km. Il prend naissance dans les hautes plaines sétifiennes, en taille les gorges de Constantine jusqu'à la confluence de l'Oued Endja (Melghit., 2009), autour de Sidi Mérouane dans la ville de Mila. Le principal affluent du la rivière entre autres les oueds Dekri, Athmania, Seguen, Boumerzoug, Smendou et Ktone (Mebarki, 1982 ; Mebarki et Laborde, 2005 ; Sahli, 2012).

➤ Oued Endja :

Est l'un des affluents de l'Oued El Kebir. Il naît où il prend sa source dans les hauteurs d'Ahmed Rachedi. Il est alimenté par un chevelu de cours d'eau d'ordre

élémentaire et principalement par l'Oued El-Malah qui l'alimente en eau salée en raison de son passage sur des terrains d'argile contenant des intercalations de sel remontant au Mio-pliocène continental (ANAT, 1988).

D'un linéaire de 15 Km, il naît à la confluence de l'Oued El Kébir et de l'Oued Redjas (Melghit, 2009).

Le sous bassin de l'Oued Endja couvre une superficie globale de 1.098 km² son écoulement spécifique est de 7.141/s/km² et de ce fait il draine un volume d'eau de 128,4 Mm³/an (Soukehal, 2011).

Son lit possède une forme lithologique très intéressante du point de vue hydrogéologique ce qui explique le réseau hydrologique dense du barrage de Beni Haroun (Melghit, 2009).

➤ **Oued El Kebir :**

L'Oued El Kebir résultant de la jonction des deux grands cours d'eau précédents (Rhumel et Endja) (Mebarki, 2005).

Prend d'abord une direction Sud-Nord et franchit vigoureusement la chaîne numidique, bien exposée aux vents pluvieux en provenance de la méditerranée. Puis en prenant une orientation Sud Est-Nord-Ouest, il traverse les massifs très arrosés de la petite Kabylie d'El Milia, avant de s'écouler dans une large vallée vers la mer (Sahli, 2012).

➤ **le barrage réservoir d'Ouled Kaim :**

Il se localise dans la commune de Sidi Khelifa. Il s'étend sur une superficie de 270 ha. Sa capacité de stockage est de 33 millions de m³. Équipé d'une pompe flottante ce barrage est affecté pour l'alimentation de la wilaya de Mila en eau potable (Soukehal, 2011).

Tableau 03 : Les ouvrages hydrauliques recensés à travers le territoire de la Wilaya de Mila (Al-Ouahed, 2014).

Barrages	02
Retenues collinaires	02
Puits	928
Forages	306
Bassins d'accumulation	234

II. Présentation de notre zone d'étude :

II .1. Situation géographique :

Le site du Barrage de Beni-Haroune est situé dans le Nord-Est de l'Algérie sur l'Oued Kebir à une quarantaine de km de son embouchure dans la mer Méditerranée. La retenue crée par le barrage se trouve au sud de ce dernier. Elle est située à environ 40 km au NW de la ville de Constantine et à 350 km de l'est d'Alger (ANBT).

Le Barrage est situé à l'extrémité amont de la gorge calcaro-marneuse de Beni-Haroune et a environ 4km du confluent de l'Oued Rhumel et de l'Oued Endja. Le bassin total de l'Oued Kebir au site du barrage couvre une superficie voisine de 7725 km² tenant compte qu'une partie du bassin du Rhumel est mobilisée par le barrage de Hammam Grouz, la superficie intéressant le barrage Beni-Haroune est de 5328 km² (ANBT).

La digue du barrage, construite en béton compacté se dresse sur une hauteur de 107 m au-dessus du lit de l'Oued Kebir. La retenue du barrage de Beni Haroune permet d'emmagasiner 963 hm³ d'eau; avec un volume utile de 732hm³ entre les cotes 172 et 200m. Le barrage de Beni Haroune permet de régulariser un apport annuel d'eau de 435hm³. Le rapport entre la capacité de la retenue et sa surface donne une lame d'eau moyenne de 24m (Merabet, 2010).



Figure 09: Localisation géographique du barrage de Beni Haroune
(Mapp Earth., 2017 Google).

II.2. Géologie du site du barrage :

Le site du barrage se localise dans une zone à relief accidenté, montrant des contrastes topographiques remarquables, avec des massifs culminants à des hauteurs élevées (Djebel Msid Aicha : 1462 m) et des ravins et talwegs sur creusés (**Mebarki et Benabbas, 2008**).

Le barrage est fondé sur une barre calcaire éocène d'orientation globale Est-Ouest, reposant sur des marnes noires paléocènes à l'aval et surmontée par des marnes éocènes à l'amont. En rive gauche, cette barre s'incurve vers le Nord et remonte parallèlement au versant.

Cette barre calcaire subit une torsion d'Est en Ouest. Elle présente en rive droite un pendage Sud (amont) de 32° à 40°, se redresse progressivement pour atteindre 70 à 75° au centre de la vallée puis s'inverse en rive gauche.

La limite calcaire/marne passe sous le barrage à plus de 160 m de profondeur. En rive droite, cette limite présente un pendage amont de 40 à 50°. En passant de la rive droite à la rive gauche, cette limite se redresse pour présenter un pendage de 70 à 80° amonts au niveau de l'oued et un pendage de 85 à 80° dans le haut de l'appui gauche. La barre calcaire est parcourue par de nombreuses diaclases et fractures. L'espacement moyen des fractures varie de 0.1 à 1m (**Boukerne et al, 2015**).

II.3. Importance du barrage de Beni Haroune :

Il peut remplir les fonctions suivantes :

1. L'alimentation en eau potable des agglomérations de wilayas de Constantine, Jijel, Mila, Oum El Bouaghi, Khenchela et Batna à raison de 255 mm³/an avec l'irrigation de 40.000 ha de terres agricoles dans les plaines de Teleghma, Chemoura Ain-Touta et Tafouna.
2. Le laminage des crues de l'Oued Kebir-Rhumel pour la protection des infrastructures et les populations situées à l'aval du barrage.
3. Sur le plan économique : pêche continentale (20 tonnes/mois avec poids d'une pièce atteint les 30 Kg), élevage en parc, espèce Hélix aspres, exportation d'une grande partie de la production vers l'Italie et la Tunisie
4. Sur le plan social : concours de pêche (meilleure prise), concours du meilleur randonneur, concours du meilleur plat culinaire à base de poisson du barrage, concours du meilleur dessin ayant une relation avec l'eau.

5. Sport nautique : La retenue du barrage Beni Haroune qui s'étale sur 5.000 Ha offre d'énormes potentialités pour la pratique des sports et loisirs nautiques. L'équipe nationale d'aviron a effectuée son stage de préparation aux championnats d'Afrique au niveau du barrage Béni-Haroun (**Ghorab et Oualdou B, 2015**).

II.4. La pollution remarquée dans le barrage de Beni Haroune :

La pollution des eaux du barrage de Beni Haroune, qui est loin d'être une pure fiction, ne constitue toujours pas une source d'inquiétude pour les responsables de l'immense ouvrage hydraulique, vu sa faiblesse à l'heure actuelle. Selon l'**ANBT (2013)**, l'idéal dans les études d'impact des écosystèmes est de signaler les sources de pollution.

- les activités de récréation et du tourisme.
- Implantation des formes d'élevage et des abattoirs.
- Une décharge publique est implantée à environ 4Km du barrage.
- L'activité agricole dans la zone de servitude (200 à 270 m) presque autour de cuvette de barrage.
- L'utilisation des pompes illicites (100 à 200 pompe) sont installées juste au bord du barrage, ils dégagent des huiles qui provoquent une pollution chimique des eaux.

II.5. Les stations d'épuration de barrage de Beni Haroune :

II.5.1. La station de Chelghoum el aïd :

A connu des travaux de réhabilitation dans ce sens, la quantité d'eau est déversées directement dans Oued Rhumel, considéré comme le cœur battant dans le processus d'approvisionnement en eau du barrage de Beni Haroune.

La capacité de cette station est estimée à 9000 mètres cubes/jour, leur objectif l'extension qui permet d'avoir une capacité de 13500 mètres cubes/jour dans le futur.

Cette station se charge de l'assainissement des eaux usées en provenance des villes de Chelghoum el aïd et de Oued Outmanya, les eaux épurées sont déversées dans Oued Rhumel, à noter que tout au long existe des surfaces agricoles irrigables s'étendant sur environ 374 hectares.

La technique de cette épuration dans cette station est basée sur la boue activée à faible charge, ce procédé passe inévitablement par plusieurs étapes :

- La première étape est physique, il s'agit d'isolé l'eau de tous les résidus à grand volume, ainsi que du plancton telles les huiles et la terre.
- La deuxième est biologique, où l'eau est déversée dans les bassins d'aération, elle contient beaucoup de boue activé, cette dernière se charge de l'oxydation des matières organiques ce trouvant dans la boue des eaux usées.
- La dernière étape est celle de l'humidification, les eaux traitées sont isolées de la boue activée ou une bonne partie de cette dernière est conduite vers les bassins d'aération, le surplus est transporté quand à lui vers les bassins de séchages. Cette infrastructure est dotée des dernières technologies les plus modernes, que ce soit en matière de gestion ou en matière d'analyse des eaux (**Lehchilli N et al, 2016**).

II.5.2. La station d'épuration de Sidi Merouane :

Réalisée pour atténuer la pollution du lac du barrage de Beni Haroune, et particulièrement au niveau du lac du barrage qui reçoit les eaux de l'Oued Rhumel et Oued Endja, la station d'épuration des eaux usées de Sidi Merouane, première d'une série de trois programmées dans ce bassin versant, a été réceptionnée l'an 2009 par l'ONA, maître de l'ouvrage. Réalisée par GCB (une filiale de Sonatrach spécialisée en génie civil et bâtiment) sous la houlette d'un directeur de projet qui était à cheval pour la bonne exécution des travaux, et OTV (une entreprise française chargée de l'équipement), Cette station, dont la capacité d'épuration est de 20 657 m³/j ou 137 000 équivalent habitant, est appelée à prendre en charge les eaux résiduelles de Mila, Grarem gouga, Sidi-Merouane, Ras- El-Bir, Annouche Ali, Sibari 1 et Sibari 2.

Une fois épurées, ces eaux produites par la station seront déversées dans la cuvette du barrage qui se trouve juste à proximité. La filière de traitement se fera par un procédé de boues activées à faible charge (aération prolongée) avec un traitement de l'azote et du phosphore. La qualité rejetée sera conforme aux standards internationaux, à savoir inférieure à 30 mg/l pour la DBO, inférieure à 30 mg/l pour les MES, inférieur à 90 mg/l pour la DCO, inférieure ou égale à 10 mg/l pour l'azote et 50 à 80% (selon les saisons) pour le phosphore total (**Lehchilli N et al, 2016**).

MATERIEL ET METHODES

III.1. Station des prélèvements :

➤ Station de Sidi Merouane :

Les échantillons de lixiviats ont été prélevés au niveau de la décharge publique contrôlée de la ville de Mila implantée dans la commune de Sidi Meraoune.

La station (36°31'N et 6°15' E) est localisée en face de la digue du barrage de Beni Haroune. Elle est bordée au Sud comme un demi-cercle par le barrage de Beni Haroune.



Figure 10 : Localisation de Station de Sidi Merouane.

III.2. Prélèvement de l'eau à analyser :

Les prélèvements des échantillons d'eaux usées (lixiviats) prise de la station d'épuration de Sidi Merouane ont été effectués dans la période comprise entre (Décembre 2016 et Avril 2017) avec les dates suivantes :

27/12/2016

25/01/2017

27/02/2017

27/03/2017

27/04/2017

Les prélèvements d'eau ont été effectués manuellement. Des bouteilles en polyéthylène de 1.5 litres propres et nettoyées pour les analyses physico-chimiques.

Au moment de l'échantillonnage les bouteilles sont rincées 5 fois avec l'eau à échantillonner.

Dans le tableau qui suit, nous présentons les différentes méthodes que nous avons utilisées dans notre travail.

Tableau 04 : les différentes méthodes que nous avons utilisées dans notre travail.

Paramètres	Symbole	Unité
Température	T	°C
Degré d'acidité ou d'alcalinité	pH	---
Conductivité électrique	CE	μS/cm
Oxygène dissous	O ₂ d	mg/l
Nitrates	NO ₃ ⁻	mg/l
Nitrite	NO ₂ ⁻	mg/l
Matière en suspension	MES	mg /l
Phosphate	PO ₄ ³⁻	mg/l
La Demande Biochimique en Oxygène pendant cinq jours	DBO5	mg/l
Demande Chimique en Oxygène	DCO	mg/l

III.3. Analyses physico-chimiques des eaux :

Les mesures de la température, de la conductivité, du pH et de la salinité, ont été effectuées *in situ* dans la station de prélèvement.

Les échantillons d'eau ont été conservés à 4°C pendant le transport au laboratoire, puis ont été analysés dans les 24 heures qui suivent. Lorsque les échantillons sont conservés, ils sont mis au réfrigérateur.

❖ Température (T) :

Elle a été déterminée sur les lieux de prélèvement à l'aide d'un thermomètre incorporé au pH-mètre. On lit directement la température exprimée en degré Celsius (°C).

❖ **Degré d'acidité ou d'alcalinité (pH) :**

• **Appareillage et Matériel :** PH Mètre (pH 510). Electrode de pH combinée. Becher de 500 ml.

• **Mode opération :**

- Prendre environ = 500 ml d'eau à analyser.
- Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- Tremper l'électrode dans le bêcher.
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation.
- Puis noter le pH La valeur est lue directement.



Figure 11 : mesure de PH à l'aide de PH mètre (photo personnel, 2017).

❖ **La conductivité électrique (CE) :**

• **Matériel :** Conductimètre.

• **Mode opération :**

- opérer de la verrerie rigoureusement propre et rincée, avant usage, avec de l'eau distillée.
- Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner; faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soit complètement immergée.
- Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant.
- Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes.
- Le résultat est donné directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Figure 12 : mesure de La conductivité électrique à l'aide de (photo personnel, 2017).

❖ **Oxygène dissous (O_2 d) :**

• **Matériel :** oxymétrie.

• **Mode opération :**

- Prendre environ = 500 ml d'eau à analyser.
- Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- Tremper l'électrode dans le bêcher.
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation.
- Puis noter le Oxygène dissous La valeur est lue directement.



Figure 13 : mesure d'Oxygène dissous à l'aide d oxymétrie (photo personnel, 2017).

❖ **Matières en suspension (MES) :**

• **Appareil :** Etuve chauffée, Centrifugeuse.

• **Mode opératoire :**

- Prélèvement d'un échantillon de un litre minimum.
- Homogénéiser le contenu du flacon par agitation.
- Introduire l'eau dans les flacons de centrifugation à des volumes similaires.
- Place les flacons dans la centrifugeuse.
- Centrifuger pendant 10 mn à 3600 tr/min.
- Vider l'eau surnageant et recueillir le culot de boue dans une capsule de porcelaine.
- Sécher 24h à l'étuve à 105 C°.
- Refroidir au dessiccateur et peser, soit m2 teneur en matières en suspension en mg/l.



A : Etuve chauffée



B : Centrifugeuse

Figure 14 : mesure MES (photos personnelles, 2017).

❖ **Nitrate (NO_3^-) :**• **Mode opération :**

- Ouvrir le bouchon blanc d'un flacon (réactif A) et ajouter 1 ml d'eau déionisée (il s'agit de l'ébauche).
- Ouvrir le bouchon blanc de l'autre flacon (réactif A) et ajouter 1 ml d'échantillon d'eau (il s'agit de l'échantillon).
- Ajouter un paquet de poudre chromotropique nitrate directement de la feuille dans chaque flacon.

- Fermer les flacons avec les capsules bien tendues et inverser les flacons doucement plusieurs fois (10x) pour mélanger le contenu.
- Appuyez sur la touche (Attendre une période de réaction de 5 minutes).
- Après la fin de la période de réaction, procédez comme suit Placez le flacon (le blanc) dans la chambre d'échantillon en vous assurant que les repères sont alignés.
- Appuyer sur la touche on.
- Retirer le flacon de la chambre d'échantillon.
- Placer le flacon (l'échantillon) dans la chambre d'échantillonnage en s'assurant que les marques assurent que les marques sont alignées. Touche de test de presse. Le résultat est affiché en mg / l Nitrate.

❖ **Nitrite (NO^{3-}) :**

- 5 ml d'eau brute.
- 1 tube prédose de 0- 0.5 mg / l NNO_2^- .

• **Mode opération :**

- Placez le blanc fourni (étiquette rouge) dans la chambre d'échantillonnage en vous assurant que les repères sont alignés.
 - Appuyer sur la touche ON.
 - Retirer le flacon de la chambre d'échantillon.
 - Ajouter 0,5 ml d'échantillon d'eau dans un seul tube de réaction.
 - Fermer le flacon avec le bouchon serré et inverser le flacon plusieurs fois pour mélanger le contenu.
 - Ajouter un niveau scoop Non.
 - Fermer le flacon avec le bouchon hermétiquement et tourbillonner le flacon jusqu'à ce que le réactif soit complètement résolu.
 - Placez le flacon dans la chambre d'échantillonnage en vous assurant que les repères sont alignés.
 - Touche de test de presse. Attendre une période de réaction de 10 minutes.
- Après la fin de la période de réaction, la lecture commence automatiquement
- Le résultat est affiché en mg / l Nitrite.

❖ Phosphate (PO_4^{2-}) :

- 1ml d'eau brute.
- 1 cuillère de réactif Phosphate (gris)-103.
- 2 gouttes de réactif phosphate - 101.

•Mode opération :

- Ajouter 1 ml d'échantillon d'eau dans un tube de réaction.
- Ajouter une cuillère de niveau no. Phosphate (gris) -103. (Fermer le réactif immédiatement).
- Fermez le flacon avec le bouchon hermétiquement et inversez le flacon plusieurs fois pour mélanger le contenu.
- Chauffer le flacon pendant 30 minutes dans un thermo- réacteur préchauffé à une température de 100 °.
- Retirer le flacon du thermo- réacteur. Inverser le flacon et laisser refroidir à température ambiante.

Procédure d'essai:

- Placez l'ébauche fournie (étiquette rouge) dans la chambre d'échantillonnage en vous assurant que les marques sont alignées.
- Appuie sur la touche ON.
- Retirez le flacon de la chambre d'échantillonnage.
- Ajouter 2 gouttes (0,1 ml) de phosphate 101 dans la préparation (voir étape 5).
- Fermez fermement le flacon avec le bouchon et inversez le flacon plusieurs fois pour mélanger le contenu.
- Ajoutez un scoop de niveau No .4 phosphate -102.
- Fermez le flacon avec le bouchon hermétiquement et faites tourbillonner le flacon jusqu'à ce que le réactif soit complètement réglé.
- Placez le flacon dans la chambre d'échantillonnage en vous assurant que les marques sont alignées.
- Appuyez sur la touche de test.

Attendre une période de réaction de 1à minutes.

Une fois la période de réaction terminée, le raid commence automatiquement.

Le résultat est affiché en mg / l total.

❖ **La demande biochimique en oxygène pendant cinq jours (DBO_5) :**

- 164 ml d'eau brute à 20 °C.
- 0.0875 g d'inhibiteur de nitrification.
- 1 pastille de NaOH.

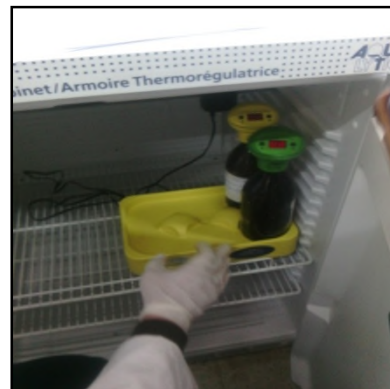
• **Appareillages:** Matériel courant de laboratoire, Flacons d'incubation à bouchons rodés de 150 ml, Enceinte réglable à 20° C, Matériel nécessaire pour le passage de l'oxygène dissous.

• **Mode opération :**

- remplit les flacons (flacons en jeune) à bouchon rodé de 150 ou 250 ml avec les échantillons d'eau (usée).
- met un barreau magnétique dans chacun des flacons pour homogénéisation.
- rajoute un absorbant dans les bouchons hermétiques pour absorber l'humidité, le plus utilisé est l'hydroxyde de lithium.
- Les échantillons sont placés dans une chambre thermostatée et sombre durant la mesure de DBO_5 .
- règle l'appareil à ZERO et on met l'incubateur en marche pendant 5 jours à 20°C. Le résultat sera obtenu directement sur l'afficheur.



A : Flacons



B : thermorégulatrice

Figure 15: mesure DBO_5 (photo personnel, 2017).

❖ **Demande chimique en oxygène (DCO) :**

- 2ml d'eau brute.
- 1 tube prédose de 0-1500 mg/l O_2 .

• **Appareillages:** Spectrophotomètre .Réacteur (CR 2200) .Adaptation de tube **DCO** sur Spectrophotomètre jaugée 2,00 ml Poire à pipete.

• **Mode opération :**

- Ouvrir la capsule blanche d'un flacon de réaction et ajouter 2 ml d'eau distillée.
- Ouvrir le bouchon blanc d'un autre flacon de réaction et ajouter 2 ml d'échantillon d'eau.
- Fermer les flacons avec le bouchon hermétiquement. Inverser le flacon délicatement plusieurs fois pour mélanger le contenu.
- Chauffer les flacons pendant 120 minutes dans le réacteur à une température de 148 ° C.
- Retirer les tubes du bloc chauffant et les laisser refroidir à 60 ° C ou moins. Mélanger le contenu en inversant soigneusement chaque tube plusieurs fois tout en étant encore chaud. Puis laisser les tubes refroidir à la température ambiante avant de les mesurer.
- Placez le flacon dans la chambre à échantillon en vous assurant que les repères sont alignés.
- Appuyer sur la touche on.
- Retirer le flacon de la chambre d'échantillon.
- Placer le flacon dans la chambre d'échantillonnage en s'assurant que les repères sont alignés. Appuyez sur la touche Test. Lire la **DCO** directement avec un Spectrophotomètre, Le résultat est affiché en mg / l COD.



A : Spectrophotomètre



B : tube

Figure 16 : mesure DCO (photo personnel, 2017).

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Dans le tableau 05 ci-dessous sont consignés les résultats mesurés en fonction du temps.

Tableau 05 : Résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées.

Périodes de prélèvements						
Les mois Les paramètres	27/12/ 2016	25/01/ 2017	27/02/ 2017	27/03/ 2017	27/04/ 2017	Les moyennes
T °C	18,6	15,1	15,01	17,9	21,13	17,54
PH	7,69	7,73	7,69	7,74	7,60	7,69
CE (µS /Cm)	3368	3304	2322	3344	2806	3028,8
O ₂ d (mg /l)	0.08	0,29	2,38	0,4	0,25	0,68
NO ₃ ⁻ (mg /l)	5,7	7,1	3,1	1,7	1,21	3,76
NO ₂ ⁻ (mg /l)	6	8,4	4,8	2,8	2,3	4,86
MES (mg /l)	413,2	242,4	242,8	321,6	514,2	346,84
PO ₄ ³⁻ (mg /l)	7,6	5	9,4	4,8	0,44	5,44
DBO ₅ (mg /l)	240	220	170	210	400	248
DCO (mg /l)	899	352	397	320	647	523
DBO ₅ /DCO	0,26	0,62	0,42	0,65	0,61	0,5

IV.1. Température (T) :

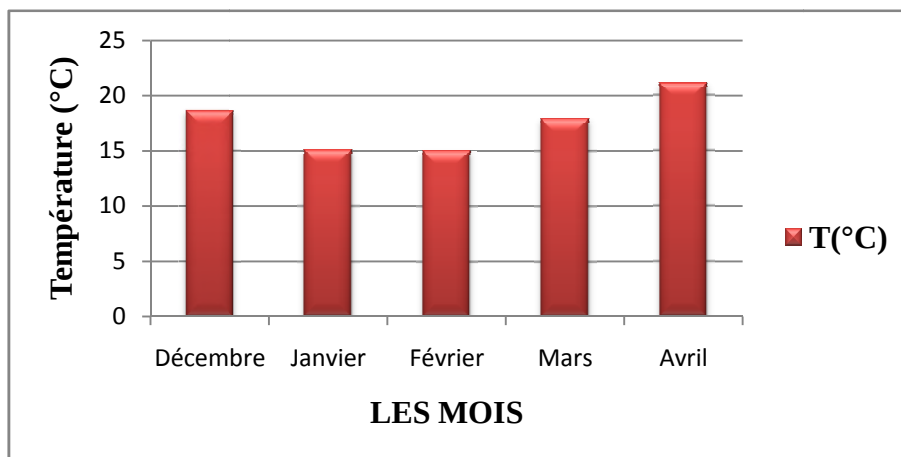


Figure 17 : Variations temporelles des teneurs de températures.

D'après les résultats représentés dans la figure 17, on a remarqué que la température moyenne temporelle ne varie pas significativement d'un mois à l'autre. Les valeurs dans les cinq mois tournent autour d'une moyenne de 17,54 °C.

La température la plus basse est observée en mois de février (15,01°C) et la plus élevée en mois d'avril (21,13°C).

Donc la température des eaux est influencée essentiellement par les variations Climatiques.

Les variations de température affectent certaines propriétés de l'eau, comme la solubilité de l'oxygène ou la vitesse des réactions chimiques de dégradations et de minéralisation des matières organiques (**Martin, 1979**).

La valeur de ce paramètre est influencée par la température mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduaires chaudes. Des changements brusques de température de plus de 30 °C s'avèrent souvent néfastes (**Devillers et al, 2005**).

Selon la grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température (Tab 06). Ces eaux de décharge sont de qualité normale à Bonne.

Tableau 06 : la Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température (Masson, 1988).

Température	Qualité	Classe
$\leq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	Normale	1A
20 -22 $^{\circ}\text{C}$	Bonne	1B
22 -25 $^{\circ}\text{C}$	Moyenne	3
25 -30 $^{\circ}\text{C}$	Médiocre	4
$\geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$	Mauvaise	5

IV.2. Degré d'acidité ou d'alcalinité (PH) :

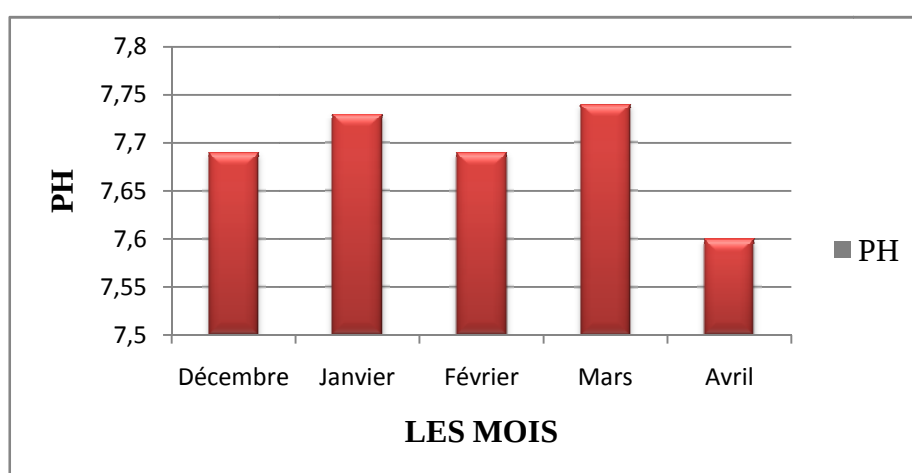


Figure 18: Variations temporelles des teneurs de PH.

D'après la figure 18, on a remarquée que Le pH des eaux usées est faiblement alcalin. Il varie entre (7,60 et 7, 74).

La valeur la plus élevée est relevée au mois de mars et la plus faible est enregistrée au mois d'avril, Les valeurs dans les cinq mois tournent autour d'une moyenne de 7,69.

Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés. Il donne une indication sur l'acidité ou l'alcalinité d'une eau (Nisbet et Verneau, 1970).

Un pH compris entre 6 et 9 permet en général un bon développement de la faune et de la flore aquatique (Sahli, 2002).

IV.3. Conductivité électrique (CE) :

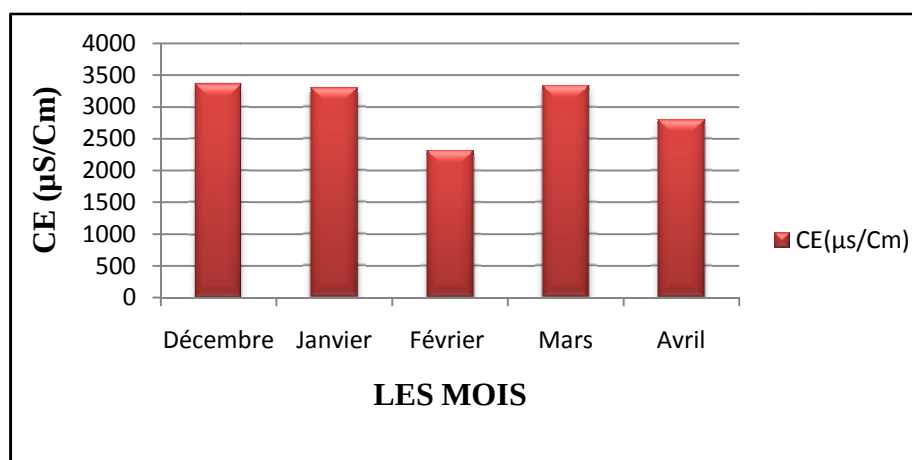


Figure 19 : Variations temporelles des teneurs de Conductivité électrique.

D'après les résultats représentés dans la figure19, on a remarqué que la conductivité électrique est significativement variable entre les mois d'échantillonnage.

La valeur la plus faible a été constatée dans le mois de février (2322μS /Cm).Mais le mois de décembre enregistre la valeur la plus élevée (3368 μS /Cm). La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500 μS/cm.

Selon le tableau 07, ces valeurs sont plus élevées affichant une forte salinité, cela est un signe de pollution de ces eaux, traduit par une minéralisation excessive.

Dans les eaux des rejets d'eaux usées, des modifications importantes de la conductivité peuvent intervenir rapidement au cours de la journée (**Rejseke, 2002**).

Tableau 07 : La qualité de l'eau en fonction de la conductivité (**Detay, 1993**).

Conductivité électrique (μs/cm)	Qualité des eaux
50 à 400 μS/cm	Qualité excellente
400 à 750 μS/cm	Bonne qualité
750 à 1500 μS/cm	Qualité médiocre mais eau utilisable
> de 1500 μS/cm	Minéralisation excessive

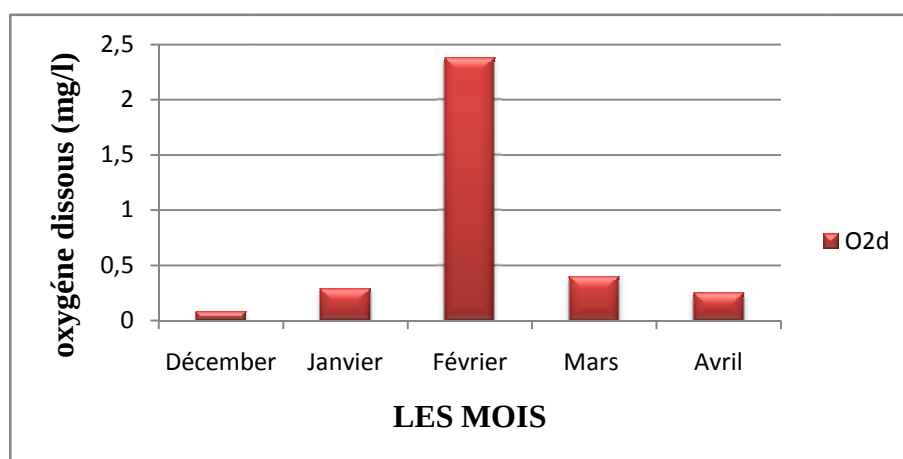
IV.4. Oxygène dissous (O_2d) :

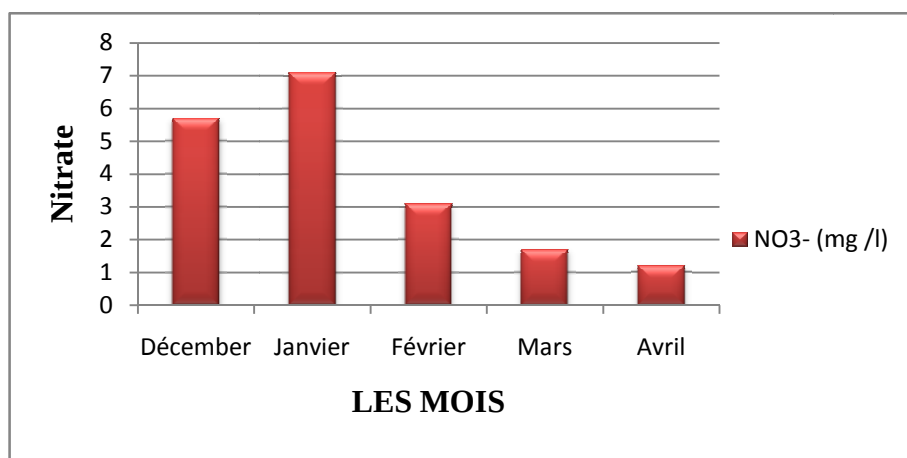
Figure 20 : Variations temporelles des teneurs d'oxygène dissous.

D'après la figure 20, on a remarqué que la teneur d'oxygène dissous est très faible (0,08 ml /l) dans le mois de décembre, et très élevée dans le mois de février (2,38 mg /l).

Sa variation peut être fonction de la présence d'algue, de microorganisme aérobies et anaérobies et des matières organiques oxydables (**Rodier et al, 2005**).

En plus, quand la température s'élève, la teneur en O_2 dissous diminue en raison de sa plus faible solubilité et aussi à cause de la consommation accrue par les êtres vivants (protozoaires, métazoaires, algues...) (**Leynaud, 1980**).

Dans tous les cas, les teneurs en oxygène obtenues peuvent encore diminuer dès que la dégradation de la matière organique et la multiplication des micro-organismes aérobies s'amorcent. Si les teneurs en oxygène se maintenaient à des valeurs proches de 2,5 à 3 mg/l, cela entraînerait d'ordinaire la mort des poissons (**Meinck et al, 1977**).

IV.5. Nitrates (NO_3^-) :**Figure 21 :** Variations temporelles des teneurs en nitrate.

D'après la figure 21, on a remarqué que les teneurs en nitrates sont relativement faibles. La valeur la plus élevée (7,1mg/l) est enregistrée en janvier. La valeur la plus faible (1,21mg/l) est observée en avril avec des teneurs moyennes égales à (3,76 mg/l). Ce qui indique que les eaux étudiées ne sont pas assujetties à un risque de pollution par les nitrates.

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote, et représentent la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé dans l'eau. Toutefois, la teneur en nitrates dans l'eau des puits est aussi liée à l'apport des engrais (**Chapman et Kimstach, 1996**).

Tableau 08: Grille de qualité des eaux en nitrates (**ANRH, 2001**).

Teneurs en nitrate (NO_3^-) mg/l	Qualité des eaux
<10	Bonne
$10 < \text{NO}_3^- < 20$	Moyenne avec signe de pollution
$20 < \text{NO}_3^- < 40$	Polluée avec une pollution nette
>40	Pollution importante

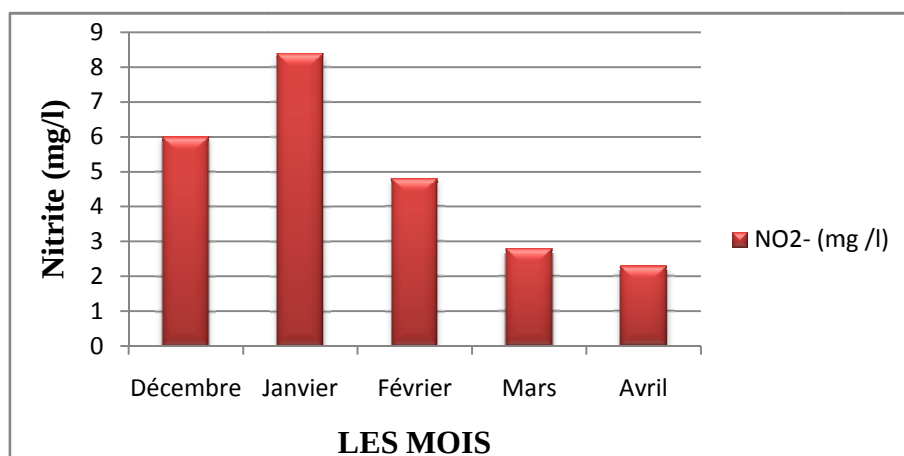
IV.6. Nitrite (NO_2^-) :

Figure 22 : Variations temporelles des teneurs en nitrite.

D'après la figure 22, on a remarqué que les teneurs des nitrites montrent des variations irrégulières dans le temps et dans l'espace. La valeur la plus élevée (8,4 mg/l) est enregistrée au mois de janvier. La valeur la plus faible (2,3 mg/l) est observée au mois d'avril avec des teneurs moyenne égale à (4,86 mg/l).

Un tel résultat classe ces eaux usées comme Excessive (Tab 09). Ces résultats confirment les travaux précédents (Melghit, 2012).

Tableau 09 : Grille de la qualité des eaux naturelles appliquée par l'agence nationale des ressources hydriques (ANRH, 2001).

Teneurs en nitrites (NO_2^- mg /l)	Qualité de l'eau	Classe
<0,1	Excellente	1A
$0,1 < \text{NO}_2^- < 0,3$	Bonne	1B
$0,3 < \text{NO}_2^- < 1$	Passable	2
$1 < \text{NO}_2^- < 2$	Médiocre	3
> 2	Excessive	4

IV.7. Matière en suspension (MES):

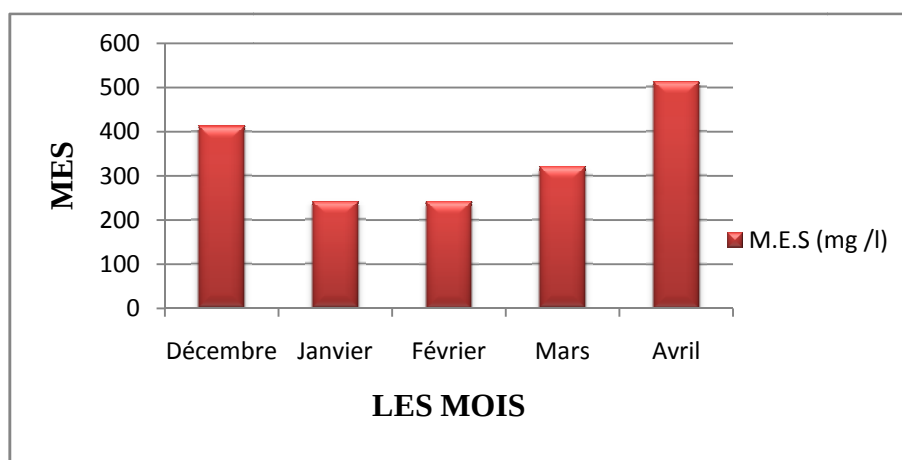


Figure 23 : Variations temporelles des taux en matière en suspension.

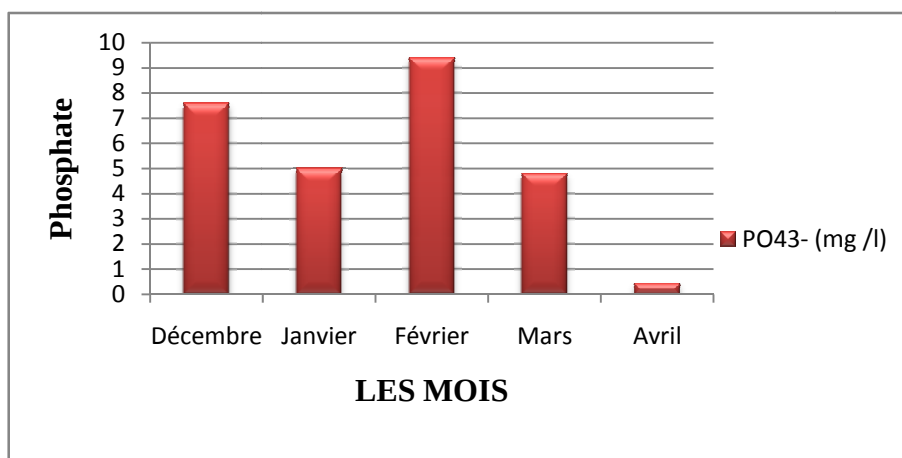
D'après la figure 23, on a remarqué les teneurs de matière en suspension qui varient de manière régulière entre les mois, le taux maximal est enregistré en mois d'avril (514,2 mg/l), respectivement pour le mois de décembre et mars, alors que la valeur minimale a été enregistrée au mois de janvier (242,4mg/l).

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées sont transportée par les matières en suspension. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur (Djeddi, 2007).

Selon la grille d'appréciation de la qualité générale des eaux superficielles en France (Tab 10), les résultats obtenus indiquent que ces eaux usées sont de qualité mauvaise (pollution excessive).

Tableau 10 : la grille d'appréciation de la qualité générale des eaux superficielles en France (Masson, 1988).

Matière en suspension	Qualité
<30	Normale à médiocre
31à70	Pollution importante
> 70	Mauvaise (pollution excessive)

IV.8. Phosphate (PO_4^{3-}) :**Figure 24** : Variations temporelles des taux en phosphate.

D'après la figure 24, la valeur la plus élevée est remarquée dans le mois de février (9,4 mg/l), mais la valeur la plus faible est enregistrée (0,44mg/l) au mois d'avril pour la même station et leur moyenne est égale à 5,44mg/l.

La teneur en phosphate des eaux usées analysées présente des variations irrégulières dans le temps et dans l'espace.

Selon le tableau de grille de qualité de l'eau (Tab 11) les teneurs en phosphate indiquent une qualité acceptable de l'eau dans le mois d'avril ($\leq 0,6$), mais dans les autres mois les teneurs en phosphate indiquent une mauvaise ou très mauvaise qualité (> 1).

Tableau 11 : Grille de qualité des eaux en phosphore (Boissonneault, 2009).

Paramètre	Bonne ou très bonne qualité	Qualité acceptable	Qualité médiocre	Mauvaise ou très mauvaise qualité
Phosphate total (mg /l)	$\leq 0,3$	$\leq 0,6$	≤ 1	> 1

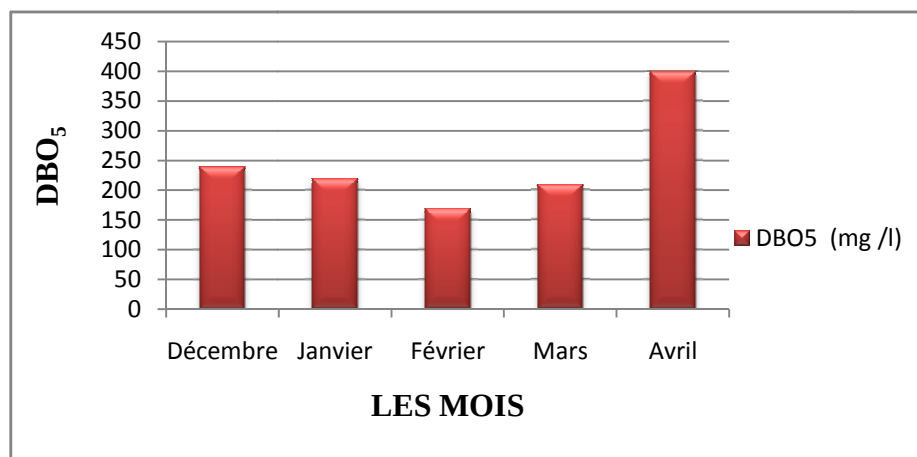
IV.9. La Demande Biochimique en Oxygène pendant cinq jours(DBO_5) :

Figure 25 : Variations temporelles La Demande Biochimique en Oxygène pendant cinq jours.

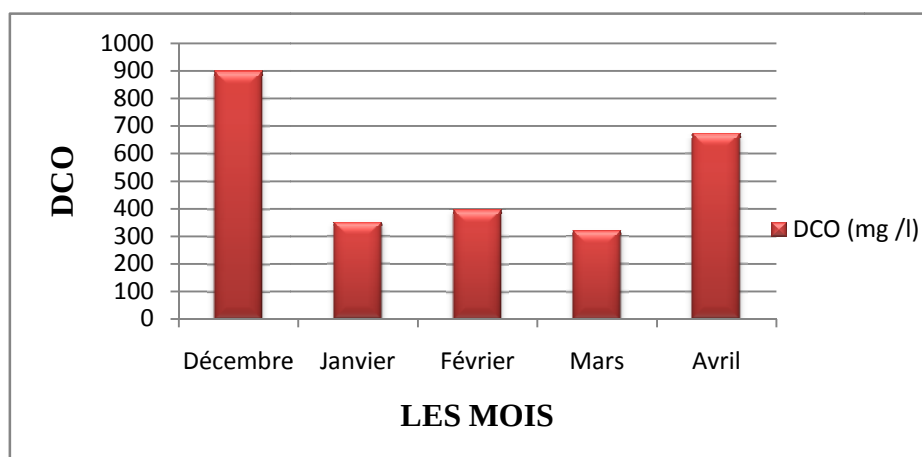
D'après la figure 25, les teneurs de DBO_5 montrent des variations irrégulières. La valeur la plus élevée (400 mg/l) est enregistrée au mois d'avril. La valeur la plus faible (170 mg/l) est observée au mois de février avec des teneurs moyennes égales à (248 mg/l).

La demande biochimique en oxygène (DBO_5) mesurée dans les lixiviats (jusqu'à 248 mg/l) dépasse le seuil acceptable. En effet, elle est supérieure à la norme moyenne algérienne qui est de l'ordre de 40 mg/l (**Mekaikia Mokhtaria et al, 2007**).

L'oxygène est un élément fondamental au maintien et au développement de la flore et de la faune présente dans le milieu naturel. La détermination de la DBO_5 a donc pour but d'évaluer cette nuisance et d'estimer les effets (**Rejsek, 2002**).

La valeur minimale de DBO_5 est enregistrée au mois de février grâce à la bonne consommation d' O_2 dissous par les micro-organismes pour la dégradation de la matière organique présenté dans l'eau ce qui traduit un parcours efficace.

IV.10. Demande Chimique en Oxygène(DCO) :

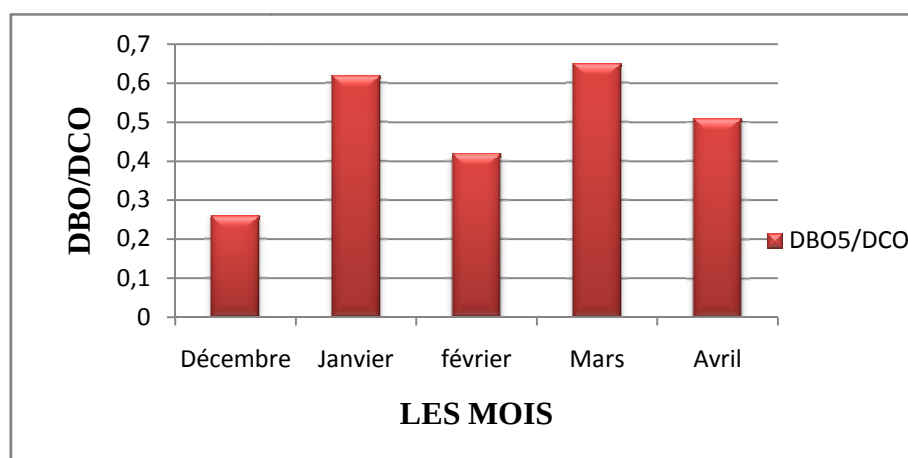
**Figure 26 :** Variations temporelles La Demande chimique en Oxygène.

D'après la figure 26, on a remarqué Les valeurs de la DCO varient entre 320 et 899 mg/L, La valeur maximale de la DCO de ces lixiviats était enregistrée le mois de décembre 899 mg /l alors que la valeur minimale était enregistrée le mois de mars 320 mg/l.

La demande chimique en oxygène (DCO) mesurée dans les lixiviats (jusqu'à 523 mg/l) dépasse le seuil acceptable. En effet, elle est supérieure à la norme moyenne algérienne qui est de l'ordre de 120 mg/l.

Ces résultats sont dus probablement à la surcharge des effluents par la matière organique et minérale.

IV.11. Rapport DBO/DCO :

**Figure 27 :** Variations temporelles de rapport DBO/DCO.

Le rapport DBO/DCO sert à évaluer la proportion de matière organique biodégradable par rapport à la matière organique totale. Avec l'augmentation de l'âge des déchets, la biodégradabilité de la matière organique diminue, se traduisant par une diminution du rapport DBO/DCO (**Kjeldsen et al, 2002**).

D'après la figure 27, on a remarqué que les valeurs du rapport DBO5/DCO oscillent entre 0,26 et 0,65 avec une moyenne de 0,5.

Selon **Amokrane (1994)** le rapport DBO5 / DCO est supérieur à 0,5 pour les lixiviats jeunes et inférieur à 0,1 pour les lixiviats stabilisés. Il est compris entre 0,1 et 0,5 pour les lixiviats intermédiaires. La valeur de 0,5 issue de la moyenne des différents rapports DBO5 / DCO indique que les lixiviats étudiés sont des lixiviats intermédiaires de biodégradabilité moyenne. Cela signifie que les molécules organiques contenues dans les lixiviats n'ont pas encore atteint le stade final de leur dégradation.

A ce stade, ils sont caractérisés par une phase instable de fermentation méthanique, ce qui favorise le phénomène d'anaérobiose et le maintient de la décharge dans une phase de dégradation active (**Ahel et al, 1998**).

Conclusion

Conclusion

La situation actuelle en Algérie se caractérise par un déséquilibre entre les besoins et les ressources en eau disponibles et la disponibilité en eau d'irrigation est en décroissement inquiétante.

Les ressources en eau sont menacées par une pollution causée par les rejets d'eau urbaine et industrielle dans les milieux récepteurs. Les lixiviats de centre de stockage de Mila et Sidi Merouane et Grarem Gouga sont essentiellement d'origine domestique, ce qui affecte au premier rang la qualité des eaux de barrage de Beni Haroune. Elles sont traitées par la STEP de Sidi Merouane qui réduit les charges polluantes. Une fois traité, ces eaux acheminées vers la cuvette Beni Haroune.

L'objectif principal de la présente étude est d'évaluer le degré de pollution provenant des lixiviats par la base d'analyse des échantillons, qui a montré une dégradation importante de la qualité physico-chimique des eaux de surface.

Nous avons obtenus durant notre stage au niveau de la STEP de Sidi Merouane les résultats suivants :

Les valeurs des paramètres physico-chimiques varient selon l'influence de chaque paramètre :

- La température des eaux usées est saisonnière de qualité normale à bonne, avec une moyenne de 17,54°C.
- Le pH des eaux usées brutes sont pratiquement basique (entre 7.60 à 7.74).
- L'augmentation de la conductivité dans les eaux brutes indique l'augmentation de la salinité probablement à cause du lessivage des sels des villes de Mila et Grarem Gouga et Sidi Merouane par les eaux de ruissellement.
- La caractérisation des lixiviats générés par la décharge de centre de stockage de Mila et Sidi Merouane et Grarem Gouga a montré qu'il s'agit des lixiviats intermédiaires, véhiculant une importante charge minérale et organique.
- La charge organique est traduite par les fortes valeurs de la DCO (320 à 899 mg/l) et de la DBO₅ (170 à 400 mg/l). Quant à la pollution minérale, elle est traduite par les valeurs élevées de NO₂⁻ (8,4 mg/l), PO₄²⁻ (9,4 mg/L).
- Le calcul du rapport DBO₅/DCO renseigne sur l'étape de fermentation des décharges. Appliqué aux lixiviats observés de la décharge de Sidi Meraoune, le rapport DBO₅/DCO donne des valeurs oscillant 0,26 entre et 0,65 indiquant une décharge ancienne mais pas encore stabilisée, correspondant à la phase acide de dégradation anaérobie.

Conclusion

En perspective, il est intéressant de faire :

- Analyse des autres paramètres physico-chimique des lixiviats (Ca, Mg, Na, K, NH₄, Fe, Mn, Cl, SO₄, HCO₃.....).
- Analyse des paramètres bactériologiques.
- Analyse des métaux lourds.
- Contrôle permanence des déchets liquide qui sont arrivées à la station.

Références Bibliographiques

- **Agence de l'Eau Seine-Normandie (AESN)** 4p.
- **Agence Nationale d'Aménagement de Territoire (ANAT), 1988.** Etude d'Aménagement de la wilaya de Mila, p 98.
- **Agence Nationale de Barrage et Transfère (ANBT).**
- **Agence Nationale de Développement de l'Investissement, 2013.**
- **Agence Nationale des Ressources hydrique (ANRH) rapport, 2001.**
- **Ahel M, Mikac N, Cosovic B, Prohic E, Soukup V, 1998.** The impact of contaminant from a municipal solid waste landfill (Zagreb, Croatie) on underlying soil, *Water Sci. Technol.*, Vol 37, n°8, 203-210.
- **Aissaoui, 2013.** Evaluation du niveau de contamination des eaux de barrage hammam Grouz de la région de oued Athmania (wilaya de Mila) par les activités agricoles. Université de Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou. En écologie végétale appliquée et gestion de l'environnement.
- **Akpo, 2006.** Evaluation de la pollution des eaux usées domestiques collectées et traitées à la station d'épuration de camberene (DAKAR), mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales, faculté des sciences et techniques. Université de cheikh Anta Diop de DAKAR, P 09,37.
- **Alloway, 1990.** The origins of heavymetal in soils, in: Alloway, B.J. (ed), Heavy metals and in the falloutfrom the urban and rural stations of the Paris area. Science of total and isomerisation of HCH in stimulatedsediment/water system. *Chemosphere* 35: 1887-1894.
- **AL-Ouahed Mohamed, 2014.** L'agriculture à Mila.
- **Amokrane, 1994.** Epuration des lixiviats de décharges. Prétraitement par coagulation-floculation. Traitement par osmose inverse. Post-traitement par incinération. Thèse de Doctorat, INSA de Lyon, France, 286 p.
- **Amrouche Chahinaz et Keziouh Ahlam , 2015.** Contamination des sédiments de l'oued Endja par le Cadmium. . Université de Mila.
- **ANDI, 2013.** Agence Nationale de Développement de l'Investissement.
- **Anonyme, 2013.** Célébration de la journée mondiale des zones humides.
- **Athmania, 2010.** Minéralogie des argiles et phénomène de retrait-Gonflement dans le bassin de Mila (Nord constantinois). Thèse de doctorat. Université de Mentouri, Constantine 172 p.

- **Baize, 2002.** Les éléments traces métalliques. Edition INRA.
- **Barnaud et Fustec, 2007.** Conserver les zones humides : pourquoi ? comment ?, Quae, Educagri, 295 p.
- **Bélamie, Calvet, Chassin, 1997.** Les transferts sol-eaux des produits phytosanitaires. L'eau dans l'espace rural, Production végétale et qualité de l'eau, INRA Editions, 231-248. En Ecologie et Environnement. Université de Jijel.
- **Belghiti M.L, Chahlaoui A, Bengoumi D, El Moustaine R, 2013.** Etude de la qualité Physico-Chimique et Bactériologique des eaux souterraine de la nappe Plio-quadernaire dans la région de MEKNES (MAROC). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°14, Juin 2013. 16p.
- **Belkhir L, 2011.** Étude de la pollution des eaux souterraines : cas de la plaine d'Ain Azel - Est Algérien, Doctorat en Sciences Université Hadj Lakhdar BATNA. 175p.
- **Ben Abdarrezzak, 2010.** Caractéristiques physico-chimiques des eaux du lacs Témachine, Méggarine et Ayata et inventaire des espèces piscicoles de ces lacs. Mémoire d'ingénieur d'Etat. Université d'Ouargla.
- **Benderradji M. L, 2000.** Les milieux humides de l'extrême Nord-Est algérien de Guerbes aux confins algéro-tunisiens : Eco géographie et aménagement. Thèse d'Etat, Université Mentouri- Constantine. 497p.
- **Berkal Kh et Elouaere F, 2014.** Inventaire et écologie des oiseaux d'eau au niveau du Barrage de Beni Haroun (Wilaya de Mila): saison d'hivernage 2013/2014. Mémoire de Master 2. Centre universitaire de Mila. 65p.
- **Bochatay D, 2004.** Cycle de l'eau et métabolisme urbain: le cas lausannois, Université de Lausanne, Institut de géographie, Mémoire de licence.
- **Boissonneault Y, 2009** Etats des eaux WWW.BOISSONNEAULT.CA 1.8IiiVi9.296.2682.
- **Bouderbane K et Harrati M, 2012.** Extension durable du centre universitaire à Mila. Mémoire de fin d'étude fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'Architecte. Université de Jijel. P 93-94.
- **Boukerne Houssam, Zelouache Samir, Tiaouinine Zinlabidine, 2015.** Caractérisation du Barrage Béni Haroun.

- **Boutin C, Héduit A, Michel Helmer J, 2009.** Technologie d'épuration en vue d'une réutilisation des eaux usées traitées. Office national de l'eau et des milieux aquatiques .p16.
- **Calvit R, Barriuso E, Bedos C, Benoit P, Charnay M.P, Coquet Y, 2005.** Les pesticides dans le sol conséquences agronomique et environnementales .Edition france agricole.637p.
- **Chaalal O.M, 2012.** *Mila la wilaya* .Edition, Albayazin .Alger. 209 p.
- **Chapman D, Kimstach V, 1996.** Sélection of water quality variables. Water quality assessments: à guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd ed. E & FN Spon, London, pp. 59-126.
- **Christensen T.H, Kjeldsen P, Bjerg P.L, Jensen D.L, Christensen J.B, Baun A, Albrechtsen H.J, Heron G, 2001.** Biogeochemistry of landfill leachate plumes, Applied Geochemistry 16, 659- 718.
- **Claude B, Robert P, 2001.** Chimie de l'environnement (air, eau, sol, déchet) de boeck , Paris. 20p.
- **CNRS.,** dossier scientifique: l'eau
<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/rubrique.html>.
- **Coiffait PH. E, 1992.** Un bassin post-nappes dans son cadre structural : l'exemple du bassin de Constantine (Algérie nord-orientale).Thèse ès Sciences, Université H. Poincaré, Nancy I, France. 502 p.
- **Conservation des forêts de Mila, 2009.**
- **De Villers J, Squilbin M, Yourassowsky C, 2005** Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface. Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement.
- **Debbakh A, 2012.** Qualité et dynamique des eaux des Systems Lacustres en amont de l'Oued Righ. Mémoire magister. Université de kasdi merbah. Spécialité: hydraulique. P176.
- **Delga M, 1955.** Etude géologique de l'Ouest de la chaine numidique (Algérie). Thèse Sciences Paris et Bull. Serv. Carte géol. Algérie, 2 séries, N° 24, 533p.
- **Detay M, 1993.** Le Forage D'eau; Réalisation, Entretien Et Réhabilitation. Masson. 379p.
- **Djama S, 2014.** Caractérisation morpho-analytique des mares temporaire du Complexe Humide de Guerbès-Sanhadja (Wilaya de Skikda). Mémoire de magister.

- **Djeddi H, 2007.** Utilisation des eaux usées d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Thèse de magistère en écologie et environnement. Université de Constantine. 144p.
- **Djennas nadjat, Mecharbet souhila, Mimeche saida, 2003.** Contribution à l'étude de la pollution des eaux de oued mouttas. DUEA en biologie. Univ Jijel. 79p.
- **EL Amrani K, 2007.** Formation «Eau et Développement Durable », La pollution de l'eau et ses impacts.36p.
- **El-Fadel, Bou-Zeid, Chahine, Alayli, 2002.** Temporal variation of leachate quality from pre-sorted and baled municipal solid waste with high organic and moisture content, Waste Management 22, 269-282.
- **Faby J.A, brissaud F, 1997.** L'utilisation des eaux usées épure en irrigation. Edit FNAD. Office international de l'eau. 76p.
- **FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2004.**
- **François R, 2002.** Dictionnaire encyclopédique d'écologie et de science de l'environnement. 2^{ème} édition DUNOD. Paris. 704 p.
- **Farquhar, 1989.** Leachate: production and characterization, Canadian Journal of Civil Engineering 16, 317-325.
- **Gaujous , 1995.** La pollution de milieu aquatique. 2ème Ed. TEC&DOC – lavoisier.
- **Ghorab D, Hammada, (2012).** Pollution des eaux par les métaux lourds : Plomb-Chrome. Spécialité : Ecologie et Environnement Mini-Projet. Centre Univ de Mila .44p.
- **Ghorab et Oualdou, 2015.**Evaluation de la qualité des eaux d'irrigation du barrage de Beni Haroun. 220p.
- **Gilli E, Mangan C,Murdy J, 2004.** hydrogéologie : objets, méthodes, application. Edition DUNOD, Paris, 301p.
- **Ginin B, Chauvin C et Ménard F, 2003.**Cours d'eau et Indices biologiques .Pollution –Méthodes IBGN.2émé Ed. Educargri .Dijon.221p.
- **Grisey E, 2013.** Impact de l'évolution des déchets d'une ISDND sur l'environnement.
- **Grosclaude G, 1999.** Un point sur l'eau. Tome II usages et polluants. Ed. INRA. Paris. p 210.

- **Guide du prélèvement d'échantillons en rivière - Novembre, 2006.**
- **Hakkou R, Wahbi M, Bachnou A, Elamari K, Hanich, Hibti M, 2001.** Impact de la décharge publique de Marrakech (Maroc) sur les ressources en eau, Bull. Eng. Geol. Env., 60, 325-336.
- **Hakkou R, 2001.** La décharge publique de Marrakech: caractérisation des lixiviats, étude de leur impact sur les ressources en eau et essai de leur traitement. Thèse de doctorat d'état, université de CAPI AYYAD, Maroc, 150p.
- **Heriarivony S. C, Razanamparany B, Rakotomalala J. E, 2015.** caracteres physico-chimiques et bacteriologiques de l'eau de consommation (puits) de la commune rurale d'antanifotsy, region vakinankaratra, madagascar. larhyss journal, issn 1112-3680, n°24, décembre 2015, pp. 7-17.
- **Husson R, 2010.** Bon Voyage D'eau. Aquawale dossier pédagogique Rue Félix Wodon, 21 - B-5000 Namur - info@aquawal.be - www.aquawal.be .107p.
- **Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des données de l'Environnement.** Novembre 2005, qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface : cadre générale.
- **Keck G et Vernus E, 2000.** « Déchets et risques pour la santé », Techniques de l'Ingénieur, Paris.
- **Kerdoud S, 2006.** Basant versant Beni Haroun eau et pollution. Mémoire de Magistère en Aménagement du territoire. Université Mentouri– Constantine.
- **Kjeldsen P, Barlaz M.A, Rooker A.P, Baun A, Ledin A, Christensen T.H, 2002.** Present and long-term composition of MSW landfill leachate: A review, Critical Reviews in Environmental Science and Technology 32, 297-336
- **Lehchilli, Benchaoui, Benabdelaziz, 2016.** Aptitude a l'irrigation par les eaux usees epurees –cas station de sidi merouane mila.
- **Lemkeddem Chems el houda , 2014.** Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau du lac lala fatma (Méggarine). univ-ouargla.
- **Leynaud et Verrel, 1980.** Modification du milieu aquatique sous l'influence des pollutions. La pollution des eaux continentales, incidence sur les biocénoses aquatique, Paris, 345p.
- **Madoui F, Sahraoui M, 2011.** Etude de l'impact des caractères physico-chimiques sur la communauté algale des cours d'eau de la région d'oued Athmania. Mémoire d'ingéniorat en Ecologie et Environnement. Université Mentouri– Constantine. 93p.

- **Makhoukh M, SBAA A, Berrahou M, VAN Clooster, 2011.** Contribution a l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued moulouya (maroc oriental). larhyss journal, issn 1112-3680, n° 09, décembre 2011, pp. 149-169.
- **Masson, 1988.** Suivi de la qualité des eaux superficielles : l'expérience française. In Congrès: La qualità delle aque superficiali. Criteri per una metodologia omogenea di valutazione, Atti del Convegno interazione. Provinica Autonoma di Trento Rever Del Garda.
- **Mebarki A, 2005.** Hydrologie des bassins de l'Est Algérien : Ressources en eau, aménagement et environnement. Thèse de doctorat en Hydrologie. Université Mentouri– Constantine. 244p.
- **Mebarki A, 1982.** Le bassin du Kébir-Rhumel (Algérie). Hydrologie de surface b Et Aménagement des ressources en eau. Thèse de doctorat 3ème cycle. Nancy II. 304p.
- **Mehdi. Mekaikia Mokhtaria, Belabbed Bourhan eddine, Djabri. Larbi, Hani Azzedine, laour Rabah, 2007.** Caractéristiques de la décharge publique de la ville de tiaret et son impact sur la qualité des eaux souterraines – n°08, juin, pp.93-99.
- **Meinck F, Stooff H., Kohlschütter H, 1977.** Les eaux résiduaires industrielles, 2ème Ed. Masson, paris, 863p.
- **Melghit M, 2009.** Qualité physico-chimique, pollution organique et métallique des compartiments Eau /Sédiments de l'oued Rhumel, et barrages Hammam Grouz et ben haroun Université Mentouri de Constantine. Mémoire de Magistère en Ecologie. P 141, 175.
- **Melghit M, 2012.** Qualité physico-chimique, pollution organique et métallique des compartiments Eau / Sédiments de l'Oued Rhumel, et des barrages Hammam Grouz et Beni Haroun. Mémoire de Magistère. Université Mentouri de Constantine. pp 131.
- **Merabet S, 2010.** Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux brutes et Distribuées du barrage réservoir de beni Haroun. Mémoire de magister chimie analytique. Université mentouri de Constantine. Pp 4, 5,9.
- **Meybeck et Helmer, 1989.** La qualité des cours d'eau: de l'état vierge au niveau mondial pollution. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. (Global Section Planète Change).P309.
- **Mokdadi et Messai, 2015.** Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des quelques zones humides de la wilaya d'El Oued (Cas du lac

Ayata, chott Marouan, lac Sif El-Menadi et chott Halloufa). universite echahid hamma lakhdar d'el-oued.

➤ **Moletta Méthanisation**, 1504 Route des Bottières 73470 Novalaise (France)
email : rene.moletta@yahoo.fr

➤ **Ndiaye Abdoulaye Demba, SALEM Khadijettou Mint Mohamed, Mohamed Ould Sid Ahmed ould Kankou, 2013.** Contribution à l'étude de la Qualité physicochimique de l'eau de la Rive Droite du Fleuve SENEGAL. Larhyss Journal, ISSN 1112- 3680, n° 12, Janvier 2013. 13p.

➤ **Ngo C, Regent A, 2008.** Déchets, effluents et pollution impact sur l'environnement. 2ème Edition. 90p.

➤ **Nisbet et Verneaux, 1970.** Composantes chimiques des eaux courantes :discussion et proposition de classes en tant que base d'interprétation des analyses. Ann. De limnologie. Tome 6, n°2, 161.

➤ **Nollet P, 1996.** Problèmes d'environnement. Dires d'experts. Ed. Technique et documentation. Lavoisier, Paris. 288 pp.

➤ **Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2004.**

➤ **Panorama, 2008.** La pollution de l'eau d'origine industrielle (www.bretagne.drire.gouv.fr).

➤ **Rabetifika H, Paquot M, Janssens L et Castiaux A, 2006.** Développement durable et ressources renouvelables, Ph. Dubois 2006. Bruxelles, Belgique, p 56-58.

➤ **Rainey M. P, Tyler A, Gilvear D, Bryant Ret Mc Donald P, 2003.** Mapping inertidal estuarine sediment grain size distributions through airborne remote sensing. Remotesens. Environ., 86 : 480-490p.

➤ **Ramade F, 2002.** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. 2ème Ed. *DUNOD*. Paris.

➤ **Rejsek, 2002.** Analyse des eaux. Aspects réglementaires et techniques, centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine, bordeaux, France.

➤ **Renou S, Poulain S, Gagnaire J, Marrot B, Moulin P, 2008.** Lixiviat de centre de stockage : déchet généré par des déchets, L'Eau, l'Industrie, les Nuisances 310, 37-43.

➤ **Recensement General de la Population et de l'Habitation, 2008.**

- **Rodier j, Bazin c, Broutin j, Chambon p, Champsaur h, Rodi l, 2005.** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed. Dunod, Paris.
- **Rodolph P, 1990.** Le grand livre de l'eau, la manufacture, Cité des sciences. Paris.
- **Sahli L, 2002.** Etude du comportement de quelques espèces floristiques et faunistiques des écosystèmes aquatiques vis-à-vis des éléments traces métalliques par des bioessais. Thèse de doctorat en Pollution et Eco-toxicologie. Université Mentouri–Constantine. 146p.
- **Schrivier-Mazzuoli L, 2012.** **La gestion durable de l'eau.** Resource, qualité, organisation. Edition Dunod Paris. 2p.
- **Soukehal, 2011.** la wilaya de mila : villes, villages et problématique de l'alimentation en eau potable universite – montouri – constantine.
- **Zeghoud Mohamed S, 2014.** Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra, universite d'el –oued.
- **Zouidia H, 2006.** Bilan des incendies de forêts dans l'Est algérien cas de Mila, Constantine, Guelma et Souk-Ahras. Thème de magistère en écologie et environnement. Université Mentouri, Constantine.

Résumé

Dans notre travail, nous sommes intéressées à l'étude physicochimique des lixiviates a l'entrée de la STEP de Sidi Merouane, pour déterminer les impacts dans la détérioration de la qualité des eaux du barrage de Beni Haroune.

Pour ce faire, nous avons procédé à une série d'échantillonnage, de décembre 2016 à avril 2017.

Selon nos résultats, il s'avère que: les valeurs obtenues du quelque indicateurs physicochimiques de pollution ne dépassent pas les normes admises (température, Degré d'acidité ou d'alcalinité, oxygène dissous, nitrate). Et les autres indicateurs dépassent les normes admises (conductivité électrique, nitrite, phosphate, matière en suspension, La demande biochimique en oxygène pendant cinq jours, Demande Chimique en Oxygène).

Les analyses des lixiviats prélevés de la décharge a révélé des fortes teneurs en nitrites (NO_2^- max = 8,4 mg/L), phosphates (PO_4^{3-} max = 9,4mg/L).

Cette pollution minérale est traduite par une forte conductivité électrique qui atteint une valeur maximale de 3368 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La pollution organique est également présente, les valeurs de DCO enregistrées varient de 320 à 899 mg /l avec une moyenne de 523 mg/l. Celles de la DBO5 sont comprises entre 170et 400 mg/l pour une moyenne de 248 mg/l. Les valeurs du rapport DBO_5/DCO oscillent entre 0,26 et 0,65avec une moyenne de 0,5. Cela montre que les lixiviats étudiés sont riches en matières organiques biodégradables. Ils se situent dans un état intermédiaire entre les lixiviats jeunes et stabilisés.

Mots clés : lixiviats, Pollution des eaux, barrage de Beni Haroune, indicateurs physicochimiques, STEP.

Summary

In our work, we are interested in the physicochemical study of leachates at the entrance of the Sidi Mérouane STEP, to determine the impact in the deterioration of the water quality of the Beni Haroune dam.

To do this, we conducted a series of sampling, from December 2016 to April 2017.

According to our results, it appears that: the values obtained from some physicochemical indicators of pollution do not exceed accepted standards (temperatures, degree of acidity or alkalinity, dissolved oxygen, nitrate). And the other indicators exceed the accepted standards (electrical conductivity, nitrite, phosphate, suspended matter, biochemical oxygen demand for five days, Chemical Oxygen Demand).

Leachate analyzes from the landfill revealed high high levels of nitrite ($\text{NO}_2\text{-max} = 8.4 \text{ mg / L}$), phosphates ($\text{PO}_4\text{-max} = 9.4 \text{ mg / L}$).

This mineral pollution is translated by a high electrical conductivity which reaches a maximum value of $3368 \mu\text{S / cm}$. Organic pollution is also present, the recorded COD values range from 320 to 899 mg / l with an average of 523 mg / l. Those of BOD5 are between 170 and 400 mg / l for an average of 248 mg / l. The BOD5 / COD values oscillate between 0.26 and 0.65 with an average of 0.5. This shows that the leachates studied are rich in biodegradable organic matter. They are located in an intermediate state between young and stabilized leachate.

Keywords: leachates, pollution of water, Beni Haroune dam, physicochemical indicators, STEP.

ملخص

في عملنا هذا، اهتمنا بدراسة الخصائص الفيزيوكيميائية للمياه المستعملة الداخلة لمحطة تصفية المياه بسيدي مروان لتحديد الآثار في تدهور نوعية المياه في سد بني هارون. للقيام بذلك، أخذنا عينات خلال الفترة الممتدة من ديسمبر 2016 إلى أبريل 2017.

وفقا لنتائجنا، تبين أن قيم بعض المؤشرات الفيزيوكيميائية لا تتجاوز المعايير المقبولة (درجة الحرارة، درجة الحموضة أو القلوية، الأكسجين المذاب، والنترات). وغيرها من المؤشرات تتجاوز المعايير المسموح بها (التوصيل الكهربائي، النترت، الفوسفات، المواد العالقة، والطلب على الأكسجين الكيميائي الحيوي لمدة خمسة أيام، والأكسجين الكيميائي).

تحليل هذه المفرغات كشفت مستويات عالية من النترت (الحد الأقصى: 4.8 ملغ/ل)، والفوسفات (الحد الأقصى: 4.9 ملغ/ل). وقد أدى هذا التلوث المعدني الى ارتفاع قيمة التوصيل الكهربائي حيث بلغ الحد الأقصى 3368 ميكرو سيماس/سم.

التلوث العضوي حاضرا أيضا بقيم عالية للأكسجين الكيميائي (من 320 إلى 899 ملغ/ل). والطلب على الأكسجين الكيميائي الحيوي لمدة خمسة أيام (من 170 إلى 400 ملغ/ل). وفيما يخص معدل الفرق بين DBO5 و DCO فقد بلغ متوسط 5، 0 وهذا دليل على غنى المفرغات بالمواد العضوية القابلة للتحلل.

الكلمات المفتاحية: المفرغات، التلوث المائي، سد بني هارون، المؤشرات الفيزيوكيميائية، محطة.