

N° D'ORDRE :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE & POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE DJILLALI LIABES

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

MEMOIRE DE MAGISTER

Présenté par

AMAR Sarra Bouchra

Spécialité : Sciences de l'environnement

Option : Pollution et écosystèmes aquatiques durables

Intitulé

Etude du fonctionnement de la station
d'épuration et la réutilisation de ses eaux :
Cas de la STEP de Sidi Bel Abbès

Soutenu le 09 Novembre 2015

Devant le jury composé de :

Président : M. **MOUEDDENE Kada**(Professeur, UDL, SBA))

Examineur : M. **DJAHED Benyounes**(Professeur, UDL, SBA)

Examinatrice : Mme **ZAHZEH Touria**(Professeur, UDL, SBA)

Promoteur : M. **AMAR.Youcef**(Professeur, UDL, SBA)

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A la mémoire de mes chères grands -pères...

A mes chers parents,

A mon frère,

A mes sœurs,

*A toute personne qui a contribué à la réalisation de ce manuscrit
de près ou de loin...*

AMAR SARRA.

Remerciements



Je tiens tout d'abord, à exprimer toute ma gratitude à monsieur le Pr. **Amar Youcef** qui m' a donné l'opportunité de travailler dans l'un des domaines de l'assainissement des eaux usées domestiques à savoir plus sur la pollution domestiques et les mécanismes d'épuration des eaux usées notamment le principe de boue activée, je souhaite lui répéter la fierté qui est la mienne d'avoir fait partie des étudiants dans son laboratoire en espérant qu'il sera fier de ce travail réalisé sous sa direction. C'est dans ce contexte l'une des personnes qui m'a le plus inspirée par ses qualités scientifiques. J'en retiens sa vivacité d'esprit et d'ingéniosité, sa connaissance et rigueur scientifique, mais également son ouverture d'esprit. Il m'a permis d'élaborer et de poursuivre mes propres idées tout en me guidant et me ramenant sur le juste chemin au cours de mon travail de mémoire. Mon plus grand merci à encore une fois à notre encadreur pour toutes ses discussions enrichissantes, sa patience pour avoir partagé avec nous toute sa connaissance

Je remercie également le Pr **Mouedden Kada** d'avoir accepté de présider ce jury et c'est vraiment un plaisir que mon travail soit jugé par des enseignants de qualité qui m'ont donnée une base dans ma formation d'ingénieur en écologie végétale et environnement. Sa disponibilité, sa patience et sa rigueur ont été plus qu'appréciés.

Merci au Pr. **Djahed Benyounes** pour avoir accepté de participer à notre jury. Son choix en qualité d'examineur qui fait l'honneur d'être examinateur de notre jury. Nous lui exprimons toute notre admiration pour son savoir scientifique dans l'éco-toxicologie et ses précises discussions dans le domaine de l'évaluation des risques.

Je remercie également madame Pr **Zahzeh Touria** d'avoir accepté d'examiner ce travail et c'est avec un très grand plaisir d'entendre ses critiques constrictives le jour de la soutenance. C'est vraiment un plaisir que mon travail soit jugé par des enseignants de qualité qui m'ont donnée une base dans ma formation d'ingénieur en écologie végétale et environnement. Leur disponibilité, leur patience et leur rigueur ont été plus qu'appréciés

J'adresse encore une fois mes remerciements aux membres de jury pour la lecture et la critique de ce manuscrit. Leur acceptation et leur présence à nous a permis de soutenir ce modeste mémoire.

J'adresse encore une fois mes remerciements aux membres de jury pour la lecture et la critique de ce manuscrit. Leur acceptation et leur présence à nous a permis de soutenir ce modeste mémoire.

Je tiens à profiter de ce travail pour exprimer mes sincères remerciements au chef de département **Mekamene A.** et tous ceux du groupe l'ONA Sidi bel Abbes, qui ont pu contribuer, à leur manière, à rendre ce travail si intéressant et si enrichissant.

D'autres part, je souhaite remercier le chef de la station d'épuration du Sidi Bel Abbes madame **Dar Abid Imen** qui sait donner confiance et soutient à toute son équipe avec philosophie. Je remercie Madame **Miloua Nabila** (Responsable du laboratoire -STEP SBA), je lui adresse mon profonde reconnaissance pour sa disponibilité ainsi que pour la confiance qu'elle nous a accordé et pour son aide et tous les conseils qu'elle ma a fournis lors de la réalisation de ce travail..

Un merci spécial à ma mère pour ses conseils, encouragement et son aide moral

Le remerciement va aussi pour tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin dans la réalisation de ce mémoire.

Résumé

Ce travail vise à évaluer l'efficacité du traitement biologique par boues activées des eaux usées au niveau de la station d'épuration de Sidi Bel Abbès. Les résultats obtenus durant l'analyse des différents paramètres physico-chimique, permettent d'atteindre une bonne diminution de la DCO, DBO5 et des MES avec des rendements respectifs de 94,34%, 95,66% et 97,49% avec faible proportion d'éléments chimiques et de fertilisants : Phosphates, nitrates, nitrites.

Cet essai a donc pour objectif aussi d'analyser les perspectives de réutilisation des eaux usées municipales de Sidi Bel Abbès. L'utilisation des outils biologiques tels que la moule d'eau douce *A. ssp* et les alevins de la carpe permet de nous donner des résultats positifs quant à la tolérance des alevins de la carpe du lac Sidi Mohamed Benali à l'eau épurée d'une part et l'efficacité du pouvoir de filtration des ces eaux par la moule de genre *A. ssp* d'autre part.

Ce travail montre l'importance de l'utilisation des ET pour le maintien d'équilibre des écosystèmes aquatiques tout en développant parallèlement des outils de surveillance de la santé des espèces aquatiques.

Mots clés : Eaux usées - Paramètres physico-chimiques - Réutilisation - Eaux épurées - Alevins de carpe - *Anodonta ssp*- Filtration.

Abstract

This work aims to evaluate the effectiveness of activated sludge biological treatment of wastewater at the treatment plant of Sidi Bel Abbas. The results obtained during the analysis of different physicochemical parameters allow reached a good reduction in COD, BOD 5 and TSS with returns of 94.34%, 95.66% and 97.49% with low proportion of chemical elements and fertilizers (P, NO₂, NO₃).

This test therefore aims also to analyze the prospects reuse of municipal wastewater in Sidi Bel Abbas. Thus, the description of reuse as practiced today at the International Use of biological tools such as freshwater mussel *A. ssp* and fry of the species *Cyprinus carpio* allows us to give positive results as tolerance fry carp lake Sidi Mohamed Benali, moreover, resistance, efficiency and power filtration of treated water by *A. sp* kind of mold.

This work shows the importance of and used for the maintenance of balance of aquatic ecosystems by developing health monitoring tools aquatic species.

Keywords : Wastewater - physico-chemical parameters - clean water - Fry - Reuse
Molluscs - Filtration.

يهدف هذا تقييم فعالية نشيط البيولوجية لمياه سيدي .
عليها تحليل المعايير الفيزيائية والكيميائية، تبين جيد التي تم الحصول عليها خلال
تحليل. تسلسلية 94.34 , 95.66 DCO DBO5 ,MES , 97 الكيميائية
والنترتيت.

هذا يهدف أيضا لتحليل المياه صرف الصحي المحلية سيدي . البيولوجية
كاباح المياه العذبة و يرقات الكارب مكنتنا من الحصول على نتائج ايجابية فيما يخص تحمل يرقات الكارب تابعة لبحيرة سدي
محمد بن علي المياه المعالجة من جهة و فعالية قدرة التصفية لهذه المياه لدى البلح من *A sp* من جهة اخرى. هذا يبين
أهمية المياه المعالجة الإيكولوجية المائية تطوير الكائنات المائية.

المفتاحية: مياه - الفيزيائية والكيميائية - النظيف - جمهورية - يرقة -
Anodonta ssp - الترشيح.

Table des matières

Remerciements	i
Sommaire	ii
Table des figures	iii
Liste des tableaux	iv

Introduction	1
---------------------------	----------

Chapitre I : Pollution

1. Pollution des eaux	3
1.1 Définition des eaux usées	3
1.2. Origine des eaux usées	3
1.3. Eaux usées domestiques	3
1.4. Eaux usées domestiques urbaines	3
1.5. Les eaux usées industrielles	4
1.2. Paramètres de la pollution des eaux usées	5
1.2.1. Paramètres physico-chimiques	5
1.2.2. Paramètres de la pollution particulaire	5
1.2.3. Paramètres de la pollution organique globale	5
1.2.4. Paramètres de la pollution dissoute	5
1.2.5. Paramètres microbiologiques	5
1.3. Estimation des rejets d'eaux résiduaires	6
1.3.1 Définition de l'équivalent habitant	6
1.3.2 Valeurs de l'équivalent habitant	6
1.3.3 Normes de rejet	6
1.3.4 Les conséquences de la pollution	7
1.3.4.1 Conséquences sanitaires	7
1.3.4.2 Conséquences écologiques	8
1.3.4.3 Conséquences esthétiques	9
1.3.4.4 Conséquences industrielles	9
1.3.4.5 Conséquences agricoles	9

Chapitre II : Réutilisation des eaux usées

2.1. Bilan mondial	11
2.2. Modes de réutilisation des eaux usées	11
2.3. Réutilisation en agriculture	12
2.4. Risques liés à la réutilisation	12
2.5. Réutilisation industrielle	13
2.6. Réutilisation en zone urbaine	13

2.7. Production d'eau potable.....	13
2.8. Recharge de nappe.....	14
2.9. Santé et réutilisation des eaux usées.....	14
2.9.1. Notion de risque.....	14
2.9.2. Risque potentiel.....	14
2.9.3. Risque théorique.....	14
2.9.4. Risque expérimental.....	14
2.9.5. Maladies à transmission hydrique.....	15
2.10. Aperçu sur l'état de l'utilisation des eaux épurées pour l'irrigation en l'Algérie.....	15
2.11. Aspect législatif.....	16

Chapitre III : Modèles biologiques étudiés

3.1. <i>A. ssp</i>	17
3.1.1. Taxonomie.....	18
3.1.2. Description.....	18
3.1.2. Répartition géographique.....	18
3.1.4. Cycle de la vie.....	19
3.1.5. Régime alimentaire.....	20
3.1.6. Anatomie et l'écologie.....	21
3.1.6.1. Anatomie.....	21
3.1.6.2. Écologie.....	22
3.2. <i>Cyprinus carpio</i>	22
3.2.1. Taxonomie.....	22
3.2.2. Description.....	23
3.2.3. Répartition géographique.....	24
3.2.4. Cycle de la vie.....	24
3.2.5. Régime alimentaire.....	25
3.2.6. Anatomie et l'écologie de l'espèce.....	25
3.2.6.1. Anatomie.....	25
3.2.6.2. Écologie.....	26

Chapitre IV Contexte et zone d'étude

4. Présentation de la zone d'étude.....	27
4.1. Position géographique.....	27
4.2. Cadre physique.....	28
4.2.1. Le relief.....	28
4.2.2. Géologie.....	29
4.3. Population.....	30
4.3.1. Urbanisme.....	30
4.3.2. Agglomérations.....	31
4.3.3. Démographie.....	31

4.4. Situation climatique	32
4.4.1. Le climat.....	32
4.4.2. Humidité relative de l'air.....	33
4.4.3. Insolation.....	33
4.4.4. Evaporation.....	33
4.4.5. Température.....	33
4.4.6. Pluviométrie.....	35
4.4.7. Gelées.....	35
4.4.8. Humidité.....	36
4.4.9. Les vents.....	36
4.5. Le réseau hydrographique de la wilaya de Sidi Bel Abbès	37
4.5.1. Infrastructure hydraulique.....	37
4.5.2. Réseau d'alimentation en eau potable.....	37
4.5.3. Adductions principale.....	37
4.5.3.1. Première adduction.....	37
4.5.3.2. Adduction de Ain Mekhreg.....	37
4.5.3.2. Adduction de la Ain Skhouna.....	37
4.5.4. Deuxième adduction.....	38
4.5.5. Troisième adduction est celle du barrage.....	38
4.5.6. Situation actuelle de la consommation en eau.....	40
4.5.7. Zone industrielle de Sidi Bel Abbés.....	42
4.6. Assainissement	43
4.6.1. Ville de Sidi Bel Abbés.....	43
4.6.2. Caractéristiques générales.....	43
4.6.3. Procédé d'épuration de la STEB de Sidi Bel Abbès.....	45
4.6.3.1. L'épuration des eaux.....	45
4.6.3.2. Fonctionnement de la STEP de Sidi Bel Abbès.....	46
4.6.3.3. Ligne de l'eau.....	46
4.6.3.4. Relevage.....	46
4.6.3.5. Déversoir d'orage.....	47
4.6.3.6. Prétraitement.....	48
4.6.3.7. Grille grossière à nettoyage manuelle.....	49
4.6.3.8. Grille manuelle de By-pass.....	49
4.6.3.9. Grille fine mécanisée.....	49
4.6.3.10. Dessableur - déshuileur.....	50
4.6.4. Traitement primaire.....	50
4.6.4.1. Décantation primaire.....	50
4.6.4.2. Traitement biologique (secondaire).....	51
4.6.4.3. Bassin d'aération (deux unités).....	51

4.6.4.4. Fonctionnement au niveau des bassin.....	51
4.6.2.5. Décanteur secondaire (deux unités).....	52
4.6.4.6. Poste de recirculation des boues.....	55
4.6.4.6. Chloration.....	55
4.6.4.7. Ligne boues.....	56
4.6.4.8. Lits de séchage.....	56

Chapitre V : Partie expérimentale

A) Analyse des eaux de la STEP.....	58
Présentation de zone d'étude.....	58
5.1 Localisation de la station STEP de la ville de Sidi Bel Abbés.....	58
5.2. Objectif.....	58
5.3. Matériels et méthodes.....	58
Laboratoire d'analyse de l'eau de la STEP.....	59
5.4. Résultats.....	60
5.4.1. Analyse des eaux de la STEP (Janvier).....	60
5.4.2. Analyse des eaux de la STEP (Février).....	66
5.4.3. Analyse des eaux de la STEP (Mars 2015).....	73
5.4.4. Analyse des eaux de la STEP (Avril 2015).....	79
5.4.4. Analyse des eaux de la STEP (Mai 2015).....	79
5.5. Discussion.....	85
5.5.1. Variation du pH.....	85
5.5.2. Matières en suspension (MES).....	85
5.5.3. Nutriments.....	86
a. Nitrate et nitrite.....	86
b. Phosphore.....	86
c. Conductivité.....	86
B) Matériels biologiques.....	87
α) Cas des mollusques.....	87
1. Choix de l'espèce.....	88
2. Mesure de la tailles.....	88
3. Stratégie d'échantillonnage.....	89
4. Test de longévité au laboratoire.....	89
5. Préparation du milieu expérimentale.....	90
6. Mesure des paramètres physico-chimique de l'eau.....	90

) Cas du poisson	94
1. Choix de la l'espèce	94
2. Stratégie d'échantillonnage	94
3. Test de longévité en laboratoire	94
4. Préparation du milieu expérimentale.....	94
5. Résultats et discussion.....	99
Références bibliographiques	102

Abréviation

ACL	: Agglomération Chef-Lieu
AEP	: Alimentation en Eau Potable
AFD	: Agence Française de Développement
AGEP	: Agence Nationale de l'Eau Potable
AS	: Agglomération Secondaire
DBO₅	: Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours.
DCO	: Demande chimique en oxygène
DHW	: Direction Hydrolyque de la Wilaya
DMI	: Direction des Mines et Industrie
DPAT	: la Planification et del'Aménagement du Territoire
DUC	: la Direction de l'Urbanisme et de la Construction
ERU	: Eaux de Rejet Urbains
ET	: Eaux Traitées
ISO	: International Standard Organisation
MRE	: Ministère des Ressources en Eau
MES	: Matières en Suspensions
MO	: Matière organique
MTH	: Les maladies à transmission hydrique
N	: Azote
NGL	: Azote total.
NH₄⁺	: Azote ammoniacal
NO₂⁻	: Nitrite
NO₃⁻	: Nitrate
NTU	: Nephelometric Turbidity Unit
ONA	: Office Nationale d'Assainissement
OMS	: Organisation Mondiale de Santé
ONM	: Office national de Météorologie
PO₄⁻	: Phosphate
PT	: Phosphore total.
RET	: Réutilisation des Eaux Traitées
REUE	: Réutilisation des eaux usées épurées

RN : Route Nationale
SME : Système de Management de L'Environnement
STEP : Station d'Epuraton
US EPA : United States Enviromental Protection Agency
U S N R C : United States National Research Centre
ZE : Zone Eparse

Liste des tableaux

Tableau 1 - Normes des eaux de rejets, appliquée en Algérie (O.M.S., 1998).....	7
Tableau 1' – les risques sanitaires liés à la pollution des eaux.....	8
Tableau 2 - La taxonomie de l'espèce <i>A.sp</i>	17
Tableau 3 - Taxonomie de l'espèce <i>C. carpio</i>	22
Tableau 4 - Représentation des écosystèmes dans la wilaya de Sidi Bel Abbes.....	29
Tableau 5 - Différents types de sols des localités de la wilaya de Sidi Bel Abbes.....	30
Tableau 6 - Répartition de la population urbaine et rurale de la wilaya de Sidi Bel Abbes.....	31
Tableau 7 - Démographique de la wilaya de Sidi Bel Abbes.....	32
Tableau 8 - Températures minimales et maximales de SBA en 2012.....	33
Tableau 9 - Précipitations minimales et maximales mensuelles durant 2012 et 2013 de SBA.....	35
Tableau 10 – Humidité mensuelle de SBA.....	36
Tableau 11 - Les réseaux distribution d'eau potable dans la région de Sidi Bel Abbes.....	39
Tableau 12 – Les principaux consommateurs d'eau de la ville de Sidi Bel Abbes et ses environs.....	40
Tableau 13 – Estimation (m ³ /j) des besoins de consommation de la ville de SBA et ses environ.....	41
Tableau 14 - Caractéristiques de la STEP Sidi Bel Abbes.....	43
Tableau 15 - Caractéristiques du réseau d'assainissement et de la Sidi Djilali.....	43
Tableau 16 - Diamètres des différentes canalisations utilisées.....	44
Tableau 17- Résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées du mois Février.....	58
Tableau 18 - Résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées domestiques de la station d'épuration de Sidi Bel Abbes du mois Mars.....	59
Tableau 19 - Valeurs des paramètres physico-chimiques des eaux domestiques de la STEP de SBA. du mois Avril.....	59
Tableau 20 - Résultats des paramètres physico-chimiques des eaux domestiques de la station d'épuration de Sidi Bel Abbes (mois Mai).....	61
Tableau 21 - Valeur du nitrate, phosphate et MES cas d' <i>A. ssp</i>	61
Tableau 22 - Valeurs du nitrate, phosphate et MES cas <i>C. carpio</i>	73
Tableau 23 - Taxonomie de l'espèce <i>A. ssp</i>	79

Tableau 24 - Taxonomie de l'espèce <i>Cyprinus carpio</i>	80
Tableau 25 - Valeur du nitrate, phosphate et MES cas d'A. <i>ssp</i>	92
Tableau 26 - Valeurs du nitrate, phosphate et MES cas <i>C. carpio</i>	96

Listes des figures

Figure 1 - Risque de la consommation des eaux troubles.....	7
Figure 2 - L'utilisation au niveau mondial d'eaux usées ou d'eaux polluées pour l'irrigation en l'an 2000.....	10
Figure 3 - Répartition par secteur et localisation des expériences mondiales les plus importantes en réutilisation des eaux résiduaires urbaine.....	11
Figure 4 – <i>A.ssp</i>	18
Figure 5 - -Répartition géographique de <i>A.sp</i> dans le monde.....	18
Figure 6 - Le cycle biologique de l'Unionidae.....	19
Figure 7 - Coupe longitudinale d'un Unionidae.....	21
Figure 8 - Représentation de la face interne de la coquille de <i>A.sp</i>	21
Figure 9 - <i>Cyprinus carpio</i> au stade lavaire et adulte.....	23
Figure 10 - Particularités anatomiques de la <i>Cyprinus carpio</i>	25
Figure 11 - Situation géographique de la wilaya de Sidi Bel Abbas.....	28
Figure 12 - Estimation de la population de la wilaya de Sidi Bel Abbés.....	31
Figure 13 - Projection démographique de la ville Sidi Bel Abbas et ses environs (2012, 2013,2014).....	32
Figure 14 - Températures minimales et maximales de SBA (2012).....	34
Figure 14 - Températures minimales et maximales de SBA (2013).....	34
Figure 15 – Précipitations minimales et maximales mensuelles durant 2012 et 2013 à Sidi BelAbbas.....	35
Figure 16 - Humidité mensuelle durant l'année 2014 et 2014 à Sidi Bel Abbas.....	36
Figure 17 - Le système de raccordement d'A.E.P et d'Assainissement de la wilaya Sidi Bel Abbas.....	39
Figure 18 - Réseau d'Alimentation en eau de la ville de Sidi Bel Abbas.....	42
Figure 19 - La station d'épuration de SBA.....	45
Figure 20 - Relevage par des pompes.....	46
Figure 21 - Les vis d'Archimède.....	46
Figure 22 - Déversoir d'orage de la STEP.....	47
Figure 23 - Schéma du prétraitement de la STEP.....	47

Figure 24 - La grille grossière de la STEP.....	48
Figure 25 - Dégrilleur.....	48
Figure 26 - Les deux grilles mécanisées de la STEP.....	49
Figure 27 - Bassin dessablage-déshuilage.....	50
Figure 28 - Le décanteur primaire de la STEP.....	51
Figure 29 - Bassin d'aération.....	51
Figure 30 - Tour de répartition N° 3.....	52
Figure 31 - Les vis d'Archimède.....	52
Figure 32 - Décanteur secondaire.....	53
Figure 33 - Bassin de chloration.....	54
Figure 34 - Déversement de l'eau traitée dans l'Oued Mekerra.....	55
Figure 35 - Epaisseur des boues.....	56
Figure 36 - Les lits de séchage.....	57
Figure 37 - La STEP de Sidi Bel Abbas (Google Earth ; 2015).....	58
Figure 38 - Laboratoire de la STEP Sidi Bel Abbas (Amar, S., 2015).....	60
Figure 39 - Evaluation de la température et le pH des eaux usées durant le mois de Janvier.....	61
Figure 40 – Valeurs la conductivité dans les eaux brutes et traitées.....	62
Figure 41 – Valeurs turbidité dans les eaux brutes et traitées.....	62
Figure 42 - Variations de la MES des eaux usées domestiques de la station d'épuration de Sidi Bel Abbas.....	63
Figure 43 – Fluctuation de la DBO5 dans les eaux usées de la STEP de SBA.....	63
Figure 44 - Evolution de la DCO dans les eaux usées de la STEP de SBA.....	64
Figure 45 - Valeurs des paramètres chimiques enregistrées dans les eaux usées de la STEP de SBA.....	65
Figure 46 - Fluctuations des paramètres physico-chimiques des eaux usées de la STEP de Sidi Bel Abbas.....	65

Introduction

La préservation du milieu aquatique est donc devenue un des soucis majeurs de plusieurs populations et une des priorités des autorités et des professionnels à travers le monde. L'étude de la pollution et de leur effets sur les écosystèmes qui en découlent est une discipline récente, dont le développement est consécutif à l'augmentation des rejets et des accidents liées à l'intensification des activités anthropiques (Letard, 2003) .

En Algérie, les volumes d'eaux usées rejetés annuellement sont évalués à 600 millions de m³ dont 550 reviennent aux agglomérations du nord. Ce chiffre passerait à près de 1,15 millions de m³ à l'horizon 2020 (MRE, 2004).

De nos jours, la conception d'ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées domestiques (réseaux d'assainissement et stations d'épuration) sont pilotés par les objectifs de qualité du milieu récepteur (Harremoës, 1997 ; Somlyody et *al.* 2000).

Les systèmes de traitement par boues activées sont les plus répandus dans le monde pour l'épuration des effluents domestiques et industriels. Ils permettent d'atteindre de très bons niveaux de dépollution en ce qui concerne la pollution carbonée et les nutriments comme l'azote et le phosphore (Henze et al, 1995).

Les eaux usées traitées peuvent être considérées comme une nouvelle ressource en eau qui peut être ajoutée au bilan général des ressources en eau d'une région. Cette technique peut remplacer l'utilisation d'eau potable pour l'irrigation ou d'autres fins plutôt que de boire, ce qui permettra de réduire la pression sur les ressources naturelles en eau (Sipala et *al.* 2003). Par conséquent, les avantages découlant de l'utilisation des eaux usées traitées sont multiples en particulier pour les pays qui sont confrontés à des crises chroniques d'approvisionnement en eau et où l'économie est essentiellement basée sur l'agriculture (Sipala et *al.* 2003).

Parmi les domaines de réutilisation possible des eaux usées, l'irrigation constitue le secteur le plus intéressant. En fait, l'agriculture consomme plus 70 % des ressources en eaux notamment dans les pays en développement tels que les pays arabes (Hamoda, 2004). Actuellement, les eaux usées non traitées sont utilisées dans l'irrigation dont 10 % des récoltes dans le monde sont issues des eaux usées (Scott et al. 2004). Ces eaux procurent à l'agriculture une ressource précieuse et renouvelable et libèrent un volume supplémentaire d'eau pour des utilisations prioritaires. Elles constituent en outre, une alternative aux rejets dans les milieux récepteurs qui peuvent présenter des capacités d'absorption limitées (Papaiacovou, 2001). Et lorsqu'elle est correctement contrôlée, peut être un atout important dans la politique d'aménagement du territoire (Lazarova et Brissaud, 2007).

Le potentiel de la réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles en Algérie évoluera d'une manière significative d'environ 17 millions de m³ en 2011 soit 200 millions de m³ en 2014, et le nombre de stations concernées sera de 25 STEP à l'horizon 2014 (MRE, 2012). Les eaux usées traitées peuvent être aussi utilisées pour la restauration des milieux aquatique affectés par le pompage d'eau excessif (Exall, 2004). En effet, la préservation des zones humides constitue un domaine non négligeable de réutilisation. Comme pour l'utilisation pour le maintient des niveaux d'eau de surface, ce sont principalement les enjeux fauniques et floristiques qui sont visés (AFD, 2011). Les impacts anthropiques sur les milieux humides pourraient donc être atténués par l'application d'eaux usées traitées afin de les restaurer et/ou d'augmenter leur surface (US EPA, 2012). Les eaux usées peuvent aussi servir à l'élevage de poissons et la culture de plantes aquatiques destinées à la consommation humaine ou animale. Elles sont alors ajoutées dans les bassins comme fertilisant (OMS, 1989). Dans le monde, cette pratique est encore relativement jeune, mais elle est déjà utilisée en Inde et dans certains pays de l'Asie (AFD, 2011).

Les études dans ce profil est un maillon d'une longue chaîne de recherches dont la philosophie est l'économie de l'eau et la préservation de l'environnement. Dans ce contexte, notre étude s'intéressera particulièrement à étudier l'efficacité du fonctionnement de la station d'épuration de la ville Sidi Bel Abbes par le procédé des boues activées d'une part et d'autre part consacrée à la réutilisation des eaux usées traitées mais hors secteur agricole plus précisément dans un contexte purement écologique.

Dans ce but et dans l'optique de la mise en place d'un plan de bio-surveillance, nous avons choisi d'étudier la possibilité d'utiliser un mollusque d'eau douce (*A. ssp*) comme organisme filtreur des eaux traitées et de suivre la tolérance de la faune aquatique à ces eaux, cas de l'espèce *Cyprinus carpio*. Afin de confronter ou d'infirmer cette hypothèse, on a réalisé des analyses physicochimiques des eaux du milieu expérimental où les espèces aquatiques on été largement exposées. Dans le cas d'un résultat positif, les eaux épurées pourraient être déversées dans des plans d'eau pour compenser le déficit qui se produit en période sèche et ce pour la restauration et la préservation d'un milieu naturel durable.

PARTIE 1

Synthèse bibliographique

CHAPITRE 1

Généralités sur les eaux usées

1. POLLUTION DES EAUX

Les eaux superficielles sont le réceptacle de beaucoup d'eaux usées, issues des agglomérations et d'industries à proximité. Ces eaux sont donc inévitables et provoquent des dégâts quand elles sont rejetées dans la nature. Ces eaux peuvent s'infiltrer dans les sols en provoquant non seulement une pollution des sols mais aussi une contamination des eaux souterraines ; ou bien ruissellent sur le sol pour être fuies soit dans les cours d'eau, ou directement en mer.

Il est à considérer de façon générale que la pollution des eaux est une conséquence anthropique mis à part les phénomènes naturels.

1.1. DEFINITION DES EAUX USEES

Ramade (2000) définit les eaux usées comme étant des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricole, constituant donc un effluent pollué rejeté dans un émissaire d'égout.

Les eaux usées regroupent les eaux usées domestiques (les eaux vannes et les eaux ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (Baumont *et al.*, 2004).

1.2. Origine des eaux usées urbaines

Selon Eckenfelder, (1982), les eaux usées proviennent de quatre sources principales :

- 1- Les eaux usées domestiques et urbaines
- 2- Les eaux usées industrielles ;
- 3- Les eaux de pluie et de ruissellement dans les villes ;
- 4- Le ruissellement dans les zones agricoles.

1.3. Eaux usées domestiques et urbaines

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales), dans le système dit « tout à l'égout » (Baumont *et al.*, 2004).

Les eaux usées domestiques contiennent des matières minérales et des matières organiques. Les matières minérales (chlorures, phosphates, sulfates, etc.) et les matières organiques constituées de composés ternaires, tels que les sucres et les graisses (formés de carbone, oxygène et hydrogène, mais aussi d'azote et, dans certains cas, d'autres corps tels que le soufre, phosphore, fer, etc...)(Vaillant, 1974).

Les eaux usées urbaines comprennent les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours)

Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sortes de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des boues, des silts, des sables, des déchets végétaux (herbes, pailles, feuilles, graines, etc...) et toutes sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides venant des jardins, détergents utilisés pour le lavage des cours, des voies publiques, des automobiles, débris microscopique de caoutchouc venant de l'usure des pneumatiques des véhicules.

L'impact des ces eaux polluées due à la pluviométrie agit fortement sur la qualité chimique et microbiologique de la nappe souterraine et peut altérer la qualité de celle-ci et constituer des risques pour la santé (Ndiaye et al., 2010)

1.4. Eaux usées industrielles

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales : blanchisserie, restaurant, laboratoire d'analyses médicales, etc.

La variété des eaux usées industrielles est très grande. Certains de ces eaux sont toxiques pour la flore et la faune aquatiques, ou pour l'homme. Il faut bien distinguer les eaux résiduaires et les liquides résiduaires de certaines industries.

Les eaux résiduaires sont celles qui ont été utilisées dans des circuits de réfrigération, qui ont servi à nettoyer ou laver des appareils, des machines, des installations, des matières premières ou des produits d'une usine, ou qui ont servi à retenir des poussières de fumées ; elles peuvent contenir des substances chimiques utilisées en production. Les liquides résiduaires sont considérés comme des liquides résultant des fabrications ; c'est le cas des produits chimiques solubles, de sous-produits, c'est le cas des liquides acides provenant de la vidange des cuves de décapage des métaux (Edline, 1979).

Selon Baumont *et al.*, (2004), les rejets industriels peuvent donc suivre trois voies d'assainissement

- Rejets directement dans le réseau domestique ;
- Prétraitement puis rejets dans le réseau domestique ;
- Traitement sur place et rejets dans le milieu naturel.

1.2. PARAMETRES DE LA POLLUTION DES EAUX USEES

Pour apprécier la qualité des eaux en général, différents paramètres sont utilisés tels que nous les mentionnons ci-dessous :

1.2.1 Paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques des eaux superficielles les plus importants sont :
Gaz dissous (oxygène), température, pH, conductivité et potentiel redox.

1.2.2 Paramètres de la pollution particulaire

D'autres paramètres sont aussi mesurables et permettent de poser des problèmes surtout pour les écosystèmes aquatiques à savoir la respiration. Parmi ces paramètres, on peut noter :

Matières grossières, matières en suspension (MES), matières volatiles (MV) et turbidité

1.2.3 Paramètres de la pollution organique globale

Ces paramètres sont aussi importants car ils nous permettent d'interpréter certains phénomènes. Ces paramètres sont : DBO, DCO, DTO et COT.

1.2.4 Paramètres de la pollution dissoute

Ces paramètres concernent les composés azotés (NTK, NGL, NO₃-...) et composés phosphorés, composés organiques (détergents, hydrocarbures, phénols, OX) et autres constituants minéraux sont aussi dissous (métaux lourds ...)

1.2.5 Paramètres microbiologiques

Les germes existent un peu partout. On les trouve en abondance dans les eaux touchés par une pollution d'eau usées (Coliformes totaux Coliformes fécaux). En fait, les mesures ne sont pertinentes que pour des types d'eaux bien spécifiques.

Ainsi, en épuration biologique par exemple, le suivi de certaines mesures (O₂, DBO, redox, azote) permet d'optimiser le traitement (aération, recirculation...) et de piloter l'installation en cas de dysfonctionnement.

Sur le plan réglementaire, les paramètres imposés pour le contrôle du rejet dépendent du type d'eaux (eaux urbaines, eaux industrielles) et de la nature des activités.

1.3. ESTIMATION DES REJETS D'EAUX RESIDUAIRES

Selon le Cieau (2000), la pollution journalière produite par une personne utilisant de 150 à 200 litres d'eau est évaluée à :

- 70 à 90g de matières en suspension (M.E.S) ;
- 60 à 70g de matières organiques (MO) ;
- 15 à 17g de matières azotées (N) ;
- 4g de phosphore (P) ;
- Plusieurs milliards de germes pour 100 ml.

Pour estimer une pollution en vue de dimensionner un système d'épuration, il faut disposer d'une unité. Dans la pratique, on prend comme unité de pollution, l'équivalent habitant.

1.3.1 Définition de l'équivalent habitant :

L'équivalent habitant se définit comme étant la pollution produite par habitant et par jour, exprimée en g d'O₂ nécessaire à sa dégradation. On exprime en équivalent habitant non seulement le pouvoir polluant des eaux usées domestiques mais aussi ceux des rejets industriels et agricoles.

1.3.2 Valeurs de l'équivalent habitant

En Europe, l'équivalent habitant correspond à une pollution de 54g d'O₂/j pour une eau brute et 35g d'O₂/j pour une eau décantée.

Pour l'Algérie, la valeur de l'équivalent habitant n'est pas encore déterminée, de ce fait, pour concevoir une station d'épuration d'eaux usées, on se base sur les normes européennes.

1.3.3 Normes de rejet

Conformément aux recommandations de l'organisation mondiale de la santé (OMS,2015 , les normes de rejets des eaux usées en Algérie sont résumées dans le tableau 1.

Tableau 1 - Normes des eaux de rejets, appliquée en Algérie(O.M.S., 2015).

Paramètres	Normes
T° (°C)	30
pH..... (mg/l)	6.5 – 8.5
O ₂ (mg/l)	5
DBO ₅(mg/l)	30
DCO(mg/l)	90
MES(mg/l)	30
Zinc(mg/l)	2
Chrome..... (mg/l)	0.1
Azote total(mg/l)	50
Phosphates(mg/l)	2
Hydrocarbures(mg/l)	10
Détergents(mg/l)	1
Huiles et graisses(mg/l)	20

1.3.4 Les conséquences de la pollution

Les conséquences de la pollution peuvent être classées en cinq catégories principales.

1.3.4.1 Conséquences sanitaires (figure 1, tableau 1')

C'est-à-dire qui ont trait à la santé des populations. Les conséquences sanitaires sont donc celles à prendre en compte en priorité. La présence combinée ou d'un seul de ces éléments organiques et chimiques est susceptible d'entraîner chez l'individu qui en est exposé, des affections diverses. Le tableau suivant répertorie les différents risques qui pourraient avoir des conséquences néfastes sur la santé humaine et sur l'environnement.



Photo 1 - Risque de la consommation des eaux troubles.

Tableau 1' – les risques sanitaires liés à la pollution des eaux (Feudjeu Defo, 2012)

Types de risques		Agents pathogènes
Infectieux	Bactérien	Vibrio cholerea Salmonella typhi Shigella Leptospira legionellose
	Viral	Entérovirus Adénovirus Rotavirus Virus A de l'hépatite
	Parasitaire	Entamoeba historitica, Giardia lamblia et Balantidium coli. Bilharziose Parasitoses intestinales (ascaridiose, oxyurose, ankylostome...)
	Fongique	Mycoses (piscine)
Chimiques	Minérale	Normalement présent mais nocif en excès : calcium, sodium... Présence anormale: mercure, arsenic, chrome, plomb...
	Organique	Pesticides Nitrites Hydrocarbures polycycliques aromatiques Matières organiques complexes
physique	Thermique	Réchauffement de l'eau
	Radioactive	Proximité des centres nucléaires

1.3.4.2 impact de la pollution hydrique

a) **écologique :** Elles ont trait à la dégradation du milieu naturel. La pollution domestique des eaux peuvent avoir des conséquences désastreuses sur l'environnement mais aussi sur la santé de l'homme.

Chaque habitation rejette des produits toxiques dans l'environnement. Certains peuvent provoquer l'eutrophisation. Ce phénomène naturel est plutôt observé dans les écosystèmes lentiens dont les eaux se renouvellent lentement et en particulier dans les lacs profonds.

Il se traduit par un apport massif de composés azotés (nitrates,) et phosphoré (comme par exemple le détergent et les excréments humains) qui provoque une fertilisation excessive des eaux. Ces composés favorisent le développement des micro-algues (appelé phytoplanctons) et des macro-algues qui constituent le premier maillon des chaînes alimentaires plus particulièrement en milieu marin.

Cette prolifération d'algues entraîne une baisse de concentration d'oxygène dans l'eau, provoquant l'asphyxie de nombreuses espèces végétales et animales.

Lorsque les algues se décomposent, elles chargent l'eau en matières organiques biodégradables. Les bactéries aérobies qui s'en nourrissent prolifèrent à leur tour, consommant de plus en plus d'oxygène. Les bactéries finissent par épuiser l'oxygène et mourir. Elles sont ensuite remplacées par des bactéries anaérobies qui n'ont pas besoin d'oxygène pour vivre.

b) esthétiques :

Cette troisième catégorie de conséquences, pour être la plus subjective, n'en est pas moins importante. Il s'agit de pollution n'ayant pas de conséquences sanitaires ou écologiques importantes, mais perturbant l'image d'un milieu (par exemple, des bouteilles plastiques ou du goudron rejeté sur une plage). Les conséquences esthétiques sont, par définition, les plus perceptibles, et c'est donc celles dont les riverains et le grand public aura, en premier lieu conscience.

c) industrielle :

L'industrie est un gros consommateur d'eau, il faut par exemple 1m³ d'eau pour produire 1 kg d'aluminium.

La qualité requise pour les utilisations industrielles est souvent très élevée, tant sur le plan chimique (minéralisation, corrosion, entartrage), que biologique (problèmes d'encrassement des canalisations par des organismes). Le développement industriel peut donc être stoppé par la pollution, c'est une des raisons pour laquelle la préoccupation pour la pollution est apparue d'abord dans les pays industrialisés.

Exemple de conséquences industrielles : cas des hydrocarbures qui sont susceptibles d'entraîner une corrosion des circuits de vapeur.

d) agricoles :

L'eau est, dans certaines régions, largement utilisée pour l'arrosage ou l'irrigation, souvent sous forme brute (non traitée).

La texture du sol (complexe argilo-humique), sa flore bactérienne, les cultures et le bétail, sont sensibles à cette qualité d'eau. Du même, les boues issues de traitement des eaux usées pourront, si elles contiennent des toxiques (métaux lourds) être à l'origine de la pollution des sols.

Les conséquences de la pollution des eaux sont multiples, que ce soit sur l'homme directement ou sur le milieu où il vit. L'assainissement des eaux usées répond donc à deux préoccupations essentielles : préserver les ressources en eaux ainsi que le patrimoine naturel et la qualité de vie.

CHAPITRE 2

Réutilisation des eaux usées

2. Réutilisation des eaux usées

2.1. Bilan mondial

Pendant les dernières années, la réutilisation des eaux usées a connu un développement très rapide avec une croissance des volumes d'eaux usées réutilisées de l'ordre de 10 à 29 % par an, en Europe, aux États Unis et en Chine, et jusqu'à 41 % en Australie. Le volume journalier actuel des eaux réutilisées atteint le chiffre impressionnant de 1,5 - 1,7 millions de m³ par jour dans plusieurs pays, comme par exemple en Californie, en Floride, au Mexique et en Chine (Lazarova et Brissaud, 2007). D'une manière générale, pratiquement tous les autres pays du pourtour de la Méditerranée, de l'Espagne à la Syrie, réutilisent des eaux usées (traitées et non traitées) pour diverses applications (Bixio et al., 2005). En effet, le bassin méditerranéen est une région où la pénurie en eau est particulièrement ressentie. C'est aussi l'une des régions où la réutilisation agricole des effluents urbains est la plus pratiquée. Dans certains pays, cette réutilisation est devenue l'objet d'une politique nationale comme en Tunisie, en Grèce et en Jordanie (Rebhun, 2004 ; Tsagarakis et al., 2004 ; Ammary, 2007 ; Bahri et Brissaud, 2002). En Tunisie, les EUT représentent 4,3% des ressources en eau disponibles pour l'année 1996, et elles vont atteindre 11 % à l'horizon 2030. En Israël, ces eaux représentent 15 % des ressources disponibles pour l'année 2000 et environ 20% vers 2010 (Kamizoulis et al., 2003). En revanche, par rapport au total des ressources en eau, les volumes en eaux usées reconditionnées représentent environ 7% en Tunisie, 8% en Jordanie, 24% en Israël et 32% au Koweït. Cependant, la fraction réutilisée des eaux usées est très variable d'un pays à un autre. Alors que les chiffres sont de 20 -30 % en Tunisie, 85 % en Jordanie et 92% en Israël (Kamizoulis et al., 2003). La figure2 illustre l'état de la réutilisation des eaux usées dans différents pays du monde.

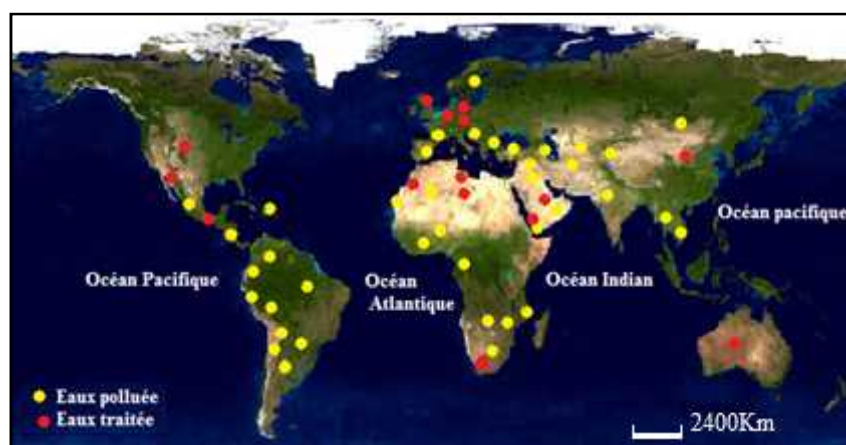


Figure 1 - Réutilisation des eaux usées dans le monde

2.2. Modes de réutilisation des eaux usées

La réutilisation des eaux usées est répandue dans le monde entier avec plusieurs types de valorisations (figure 3). A travers le monde, des milliers de projets de réutilisation des eaux usées sont en fonctionnement (Boxio et al, 2008). Différentes réutilisations peuvent être distinguées :

l'irrigation : cultures fourragères ou maraîchères, céréales, prairies, etc. ;

industrielle : circuit de refroidissement des centrales électriques, construction, papeteries, industries textiles, etc. ;

urbaine: lutte contre l'incendie, lavage de voirie, recyclage des eaux usées d'un immeuble, arrosage de parcs, golfs, cimetières, etc...

- Production d'eau potable ;
- Recharge de la nappe phréatique (Degremont, 2005).

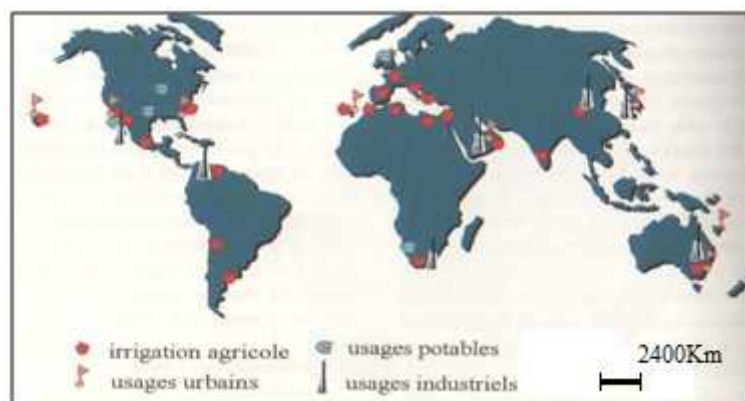


Figure 2 – Différents usages des eaux usées dans le monde (Ecosse, 2001).

2.3. Réutilisation en l'agriculture

La réutilisation agricole des eaux épurées comme moyen d'économiser les ressources en eau potable a donc été une des premières voies de développement des projets de REUE (Baumont et al, 2005). La réutilisation pour l'irrigation est essentiellement présente dans les pays à vocation agricoles dont les ressources hydriques sont faibles, comme celui du bassin méditerranéen et le Sud des Etats Unis. Les plus grands projets de réutilisation ont été développés dans les régions de l'Ouest et de l'Est des Etats-Unis ainsi que dans l'espace méditerranéen, l'Australie, l'Afrique du Sud, les zones semi-arides de l'Amérique du Sud et de l'Asie du Sud (Lazarova, 2003).

2.4. Risques liés à la réutilisation

D'après Cauchi (1996), les populations humaines exposées à une pathologie, associée de manière certaine à une utilisation agricole d'effluents bruts ou traités sont de quatre ordres :

- Pour les consommateurs de légumes crus, le risque est statistiquement plus élevé pour les helminthes par contre le risque bactériologique est négligeable.

- Pour les consommateurs de viande bovine insuffisamment cuite, la contamination par le ver solitaire (*Taenia*) est possible car les bovins sont des hôtes intermédiaires de ce parasite ;

- Quant aux agriculteurs, le risque est plus élevé. En laboratoire, il a été mis en évidence que l'exposition aux entérovirus est plus élevée. Des études faites par Devaux (1999) montrent que agriculteurs sont légèrement plus exposés que la population et le personnel de station d'épuration. Il est à noter que les nouveaux recrutés sont plus sensibles que les anciens : il semblerait y avoir une adaptation immunitaire aux bactéries et aux virus (Clark et Coll, 1981).

Les populations avoisinantes, surtout dans le cas d'irrigation par aspersion qui forme des aérosols, le risque est légèrement plus élevé pour les helminthes et *Shigella* (Cauchi 1996).

La qualité requise est spécifique à chaque industrie parce que sa composition chimique peut avoir des répercussions sur le développement industriel. Les préoccupations concernent principalement les phénomènes d'entartrage, de corrosion, de développement de bactéries, d'encrassement, de formation de mousse et d'inhalation d'aérosols par les travailleurs. On retrouve les mêmes contaminants que pour les autres usages (Asano, 1998).

2.5 Réutilisation en industrie

La réutilisation industrielle des eaux usées et le recyclage interne sont désormais une réalité technique et économique. Pour certains pays, l'eau recyclée fournit 85 % des besoins globaux en eau pour l'industrie (OMS,2015). D'après Asano (1998), un des premiers cas dans le monde est celui de la papeterie au Japon qui est fournie en eaux épurées depuis 1951. La REUE en industrie peut donc être intéressante dans le secteur de l'énergie, dans les circuits de refroidissement fermés ou ouverts. Les autres applications possibles concernent les laveries industrielles, les stations de lavage de voiture, l'industrie du papier, la production d'acier, de textiles, les industries d'électroniques et de semi-conducteurs, etc. (Asano, 1998).

2.6. Réutilisation en zone urbaine

Les pays confrontés à la REUE en milieu urbain sont en majorité des pays développés et fortement urbanisés tels que les Etats-Unis, Japon, Corée du Sud, Allemagne. Les utilisations possibles d'eaux épurées en zone urbaine sont extrêmement nombreuses et il en existe de multiples exemples à travers le monde. Ces projets concernent :

- L'arrosage de parcs, de terrains de sport, de terrains de golf, d'aires de jeux ;
- Les bassins d'agrément, piscines, bassins pour la pêche et la navigation de plaisance ;
- Les eaux des sanitaires d'un immeuble ou d'un groupe d'immeubles ;
- Le lavage de voiries, réservoirs anti-incendie, etc...

La REUE en zone urbaine nécessite un réseau double qui permet de distribuer séparément les eaux épurées et l'eau potable. Les premiers systèmes de ce genre ont été développés aux États-Unis (Grand Canyon Village en Arizona en 1926) pour fournir aux habitants de l'eau épurée qui sert aux arrosages et de l'eau potable (Ecosse, 2001).

2.8. Production d'eau potable

La production d'eau potable est l'aboutissement le plus extrême de la réutilisation des eaux usées épurées. Elle a lieu essentiellement dans les zones arides ou semi-arides, et peut être directe ou indirecte :

✓ La réutilisation est directe quand l'eau ne revient jamais dans le milieu naturel ; les eaux épurées sont directement acheminées de la station d'épuration afin qu'elles subissent un traitement pour devenir de l'eau potable (système « pipe to pipe »). L'unique exemple dans le monde concernant la réutilisation directe, fut apparu à Windhoek, capitale de la Namibie (Asano, 1998). Cependant, ce mode de REUE est déconseillé ; il doit être mis en œuvre uniquement quand aucune autre solution n'est possible (Crook et *al*, 1999).

✓ La réutilisation est indirecte et non planifiée quand les eaux épurées sont rejetées dans un cour d'eau ou une réserve souterraine qui sert à l'alimentation d'une usine de traitement, sans que ce lien soit volontaire. Cette notion est limite de la définition d'une REUE.

✓ La réutilisation est indirecte et planifiée quand elle consiste à rejeter des effluents de station volontairement en amont d'une usine de traitement, au niveau du plan d'eau ou de la nappe qui sert d'ultime réservoir naturel. C'est le cas du comté d'Essex en Angleterre où une ville de 140 000 habitants (Chelmsford) est alimentée pendant l'été, par des eaux épurées traitées (Lun , 2001).

2.8. Recharge de nappe

Ce mode de réutilisation a lieu essentiellement dans des zones arides qui doivent faire face à des problèmes d'assèchement de nappes ou dans des zones côtières où les nappes sont envahies par l'eau de mer. La principale motivation concernant la recharge de nappe est la dégradation de sa qualité environnementale et/ou la diminution de sa réserve en eau. Il existe deux moyens de recharger une nappe phréatique :

Ä par percolation : c'est le cas à Los Angeles, où 160 000 m³ par jour d'effluents traités sont déversés dans des bassins gravitaires (Asano, 1998) ;

Ä par recharge directe : c'est le cas dans le comté d'Orange, en Californie. L'eau est injectée dans la nappe par plusieurs puits, disposés en ligne face à la nappe d'eau salée, et formant une véritable barrière (Asano, 1998).

2.9. Santé et réutilisation des eaux usées

2.9.1. Notion de risque

D'après Devaux (1999), les études d'estimation du risque distinguent deux types de risques : le risque potentiel et le risque réel.

2.9.2. Risque potentiel

Comprend lui-même le risque théorique et le risque expérimental.

✓ Risque théorique

Egalement appelé danger, est défini par le critère d'absence ou de présence d'un contaminant (micro-organisme, métal lourd, etc.). Il dépend de la population qui produit les eaux usées.

✓ Risque expérimental : est le risque que le contaminant soit transmis à un individu.

Il dépend de la dose de départ, de l'efficacité du traitement, de la capacité de survie des microorganismes (Annexe), ou de rétention pour les micro-polluants, et de la dose minimale nécessaire pour contaminer un individu, des facteurs particuliers interviennent, comme la latence ou la multiplication dans l'environnement. Quant aux micro-polluants, leur passage dans le milieu naturel peut les dégrader en produits plus ou moins dangereux et aux propriétés souvent inconnues.

2.9.3. Risque réel

Correspond à la contamination dans une population exposée. Il dépend des facteurs liés au risque potentiel, et dépend également des capacités immunitaires de l'individu (naturelles ou acquises), ainsi que d'autres facteurs comme l'âge, le sexe, l'état de santé, la nutrition, l'hygiène et la capacité de diagnostic (clinique, sérologique et portage) des acteurs de santé.

2.9.4. Maladies à transmission hydrique

Les maladies à transmission hydrique (MTH), sont à l'origine de la mortalité élevée des populations des pays en voie de développement. L'eau contaminée par les microorganismes est une source d'infections très importante (Madigan *et* Martink, 2007). Ces micro-organismes pathogènes peuvent survivre quelques jours, semaines ou mois dans le sol ou sur des terres en culture sur lesquels des eaux usées auraient été déversées.

Les risques à la santé liés à ces agents sont principalement des infections entériques. Certains agents microbiens peuvent causer des infections respiratoires, cutanées, oculaires ou encore plus sévèrement, occasionner une hépatite (Drbeo, 2006).

Selon le type de micro-organismes, la dose infectieuse, les voies d'exposition aux agents infectieux, nécessaires pour provoquer la maladie, est très variable. En général, la dose nécessaire est plus faible dans le cas des virus et des protozoaires qu'avec les bactéries. Ainsi, l'ingestion de 1 à 10

particules virales ou de quelques kystes de protozoaires peut provoquer la maladie alors qu'une concentration de 10^3 à 10^6 organismes est nécessaire dans le cas de certaines bactéries.

✓ **Retenues et utilisations à des fins récréatives :**

Les retenues à des fins récréatives peuvent remplir toute une série de fonctions, depuis les usages purement esthétiques jusqu'au canotage, à la pêche ou à la natation. Le niveau requis de traitement varie selon l'utilisation projetée de l'eau et le degré de contact de cette eau avec le public.

Les zones humides naturelles ou aménagées servant d'habitats peuvent tirer un grand parti de l'eau recyclée. Les zones humides remplissent de nombreuses fonctions d'une grande utilité, notamment pour l'atténuation des inondations, comme réserves de flore et faune sauvages, comme habitats de la sauvagine, pour la productivité d'appui aux chaînes alimentaires, la recharge des nappes aquifères et l'amélioration de la qualité de l'eau. La distinction entre une zone humide "aménagée" et une zone humide "créée" est que la première est conçue comme une unité de dépollution qui peut être modifiée ou abandonnée après que sa vie utile est achevée. En revanche, une zone humide créée est destinée à être entretenue et protégée durablement en raison de ses avantages pour la flore et la faune sauvages.

L'aquaculture est l'élevage de poisson et d'autres organismes aquatiques destinés à la consommation humaine. Les eaux usées ont été utilisées dans diverses exploitations aquacoles dans le monde. Cependant, dans la plupart des cas, la production de biomasse était le premier objectif du système, et toute épuration des eaux usées ainsi obtenue n'était qu'un avantage secondaire. La plus grande partie de l'épuration obtenue dans les exploitations aquacoles a été attribuée aux plantes aquatiques flottantes. Peu d'éléments plaident en faveur d'une contribution directe du poisson à l'épuration. La combinaison de l'épuration des eaux usées et de l'aquaculture en une seule opération appelle des recherches plus poussées. En particulier, les risques sanitaires associés à l'utilisation d'organismes aquatiques élevés dans des eaux usées doivent être bien définis (Metcalf et Eddy, 1991). En tout cas, un degré élevé de prétraitement des eaux usées municipales devrait être exigé. À cet égard, seules les eaux usées traitées à un niveau de qualité défini devraient servir à l'aquaculture

2.10. Aperçu sur l'état de l'utilisation des eaux épurées pour l'irrigation en l'Algérie

En Algérie, 60 % des eaux usées traitées sont rejetées soit loin des périmètres d'irrigation et des barrages soit en mer, ce qui rend leur réutilisation en irrigation peu rentable. Ainsi, seulement 240 millions de m³ sont potentiellement utilisables en irrigation en raison de la localisation des points de rejet (Hartani, 2004). La réutilisation des eaux usées épurées est une action volontaire et planifiée qui vise la production de quantités complémentaires en eau pour différents usages.

Aujourd'hui la stratégie nationale du développement durable en Algérie se matérialise particulièrement à travers un plan stratégique qui réunit trois dimensions à savoir : Sociale, Economique et Environnementale (MRE, 2012).

Le ratio entre la réutilisation des eaux usées et l'a ectation des ressources permet d'estimer la contribution de la réutilisation des eaux usées en irrigation. Cette contribution est de 13,37 % dans le cas de la région hydrographique Chelif Zahrez, de 21,4 % dans la région hydrographique Constantine-Seybousse-Mellegue, et de 34,92 % dans la région hydrographique Oranaise (Chott Chergui). Cette dernière est nettement déficitaire en pluviométrie par rapport aux autres régions du Nord algérien (400mm/an environ). La composante réutilisation des eaux usées en irrigation devient même prépondérante avec un ratio de 45%, voire 100% dans le cas du périmètre de Melata dans la région Oranaise (Hartani, 2004).

2.11. Aspect législatif

Le décret exécutif n° 07-149 de 20 mai 2007 publié dans le Journal Officiel de la République Algérienne n° 35, 23 mai 2007, fixe les modalités d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation sous forme de concession ainsi que le cahier des charges-type y afférent (JO, 2007). Ce décret règle tous les processus d'utilisation des eaux usées épurées par les stations d'épurations, par une demande adressée par un concessionnaire au Wali (premier responsable de la Wilaya ou département) de la région, cette demande comporte une convention avec la station d'épuration qui fournit les eaux usées épurées. Le contrôle technique, la gestion des périmètres irrigués et le contrôle sanitaire ainsi que la qualité de l'eau épurée et des produits agricoles est assurée par les directions territoriales de chaque wilaya sous tutelle de différents ministères : ressources en eau, agriculture, santé, environnement et commerce.

CHAPITRE 3

Espèces biologiques étudiés

3. Modèles biologiques étudiés: *A. ssp* et *Cyprinus carpio*

3.1. *A.ssp*

Taxonomie, la description et la distribution

3.1.1. Taxonomie :

L'espèce biologique étudié est *A.sp.* Elle appartient à l'ordre Unionoida qui représente un groupe taxonomique comprenant 842 espèces, exclusivement en eau douce, répartis sur tout le monde (sauf dans les régions arctiques). Le Unionoida taxon est vieux de 200 millions d'années, son origine est probablement du Trias (Santini, 2012). La taxonomie des ces deux moules est:

Tableau 2 - La taxonomie de l'espèce *A. ssp*

Taxonomie de l'espèce	
Embranchement:	Mollusques (Cuvier 1795)
Classe:	Bivalvia (Linné, 1758)
Sous-classe:	Eulamellibranchia (Pelseneer 1889)
Super ordre	Palaeheterodonta (Newell 1965)
Ordre:	Unionoida (Stoliczka 1870)
Superfamille	Unionacés (Rafinesque 1820)
Famille:	Unionidae (Fleming 1828)
Genre	<i>A.</i> (Lamarck, 1799)
Espèce:	<i>ssp</i>

Pour *A. ssp* noms communs sont: swan mussel (en anglais), des anodontes (français), Große Teichmuschel (allemandes).

3.1.2. Description:

Ce genre de moule d'eau douce est représenté une coquille nacrée, et dé pourvu de dents sur le ligament. *A. ssp* caractérisée par un Shell ovale, plus ou moins allongé avec le haut et le bas bords plus ou moins parallèle ou convexe, le bord supérieur est plus droite que la partie inférieure, la partie postérieure zone étant beaucoup plus long; le ligament est assez longue, et éminent; le haut est un peu bombé, couverte de rides parallèles à des lignes de croissance; la coquille est mince, pas forte, assez brillant, jaune-verdâtre (Longueur : 20 cm, hauteur : 10 cm,

épaisseur : 6cm, (Vrignaud, 2005)

3.1.3. Répartition géographique

A. ssp est un bivalve autochtone, largement distribué sous le cercle polaire dans les hydrosystèmes continentaux européens. La moules avoir une distribution large. La répartition géographique (figure 4.) de *A. ssp* est présent depuis les îles britanniques vers la Sibérie et de Suède à l'Afrique du Nord (Santini, 2012)

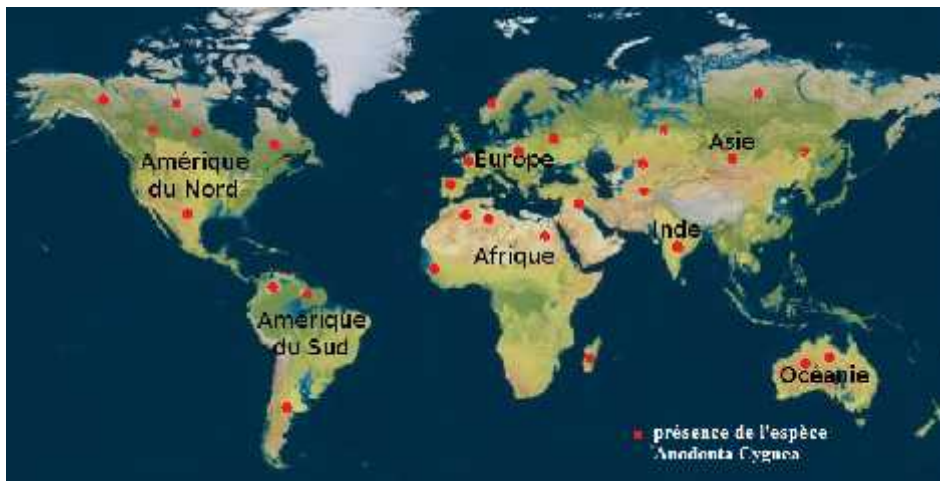


Figure 3 - Répartition géographique d' *A. ssp* dans le monde (source : Santini, 2012).

3.1.4. Cycle de la vie

Parmi les moules, les animaux individuels sont généralement gonochoriques. Aucune limite d'âge n'est connue pour la gamétogenèse. Les spermatozoïdes sont libérés dans l'eau par le siphon exhalant.

Elles sont filtrées par les moules situés en aval. Après la fécondation, les œufs sont incubés dans le marsupium qui est une modification des branchies de la moule où les larves ou glochidies vont éclore. Ils sont produits en grandes quantités, 50000-2 million (Ba çınar et Düzgüne , 2009), certains d'entre eux se fixent avec des crochets à la fin de leur vanne sur les branchies d'un poisson hôte, et ensuite vivent comme des parasites enkystés. Au bout de quelques semaines, la éclate et

libère un petit kyste bivalves similaires dans son anatomie à une moule adulte. Ce juvénile va croître enterré dans le substrat avant de devenir adulte et à la hausse progressivement à la surface. L'expulsion des glochidies commence à la fin de l'hiver et peut se poursuivre jusqu'à Septembre (Mouthon, 1982). Le Unionidae produire une seule génération par année. C'est estime que les moules du genre *A.* peuvent vivre très longtemps, environ quinze à vingt ans (Taskinen et Valtonen, 1995).

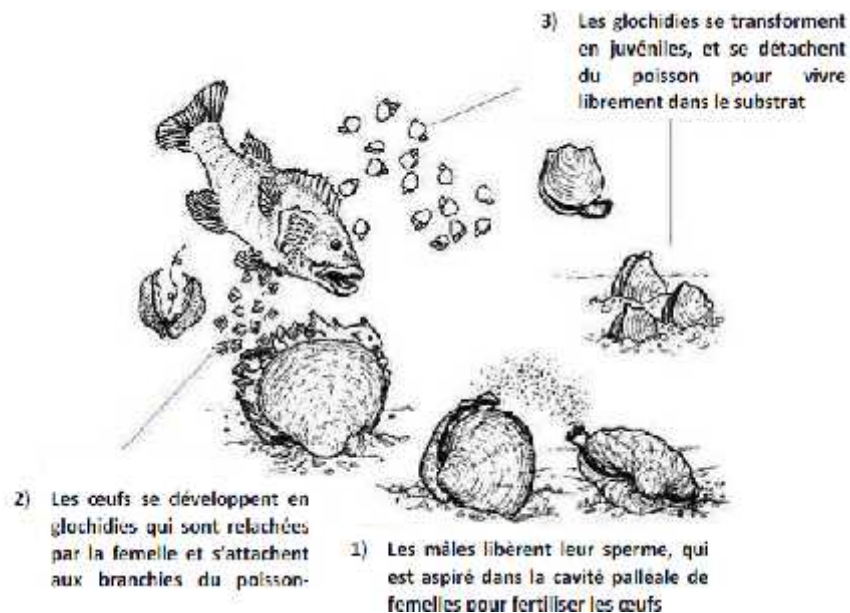


Figure 4 - Le cycle biologique de l'Unionidae (Santini, 2012).

3.1.5. Régime alimentaire

Selon la nomenclature classique, parmi les mollusques d'eau douce une distingue les végétariens, les détritivores, et plus rarement omnivores; il n'y a aucune vraie carnivore

La plupart des bivalves ont un régime mixte avec détritivore et la dominance végétarienne tout au long de l'année, comme pour la Unionidae. Sauf pendant leur stade larvaire lorsque le glochidium parasites une accueillir les poissons et se nourrit de son plasma (Uthaiwan et al., 2001), les moules *A.* sont des filtreurs, bien que leur régime alimentaire est pas connue avec précision. Ils se nourrissent de seston (phytoplancton, filamenteuse algues, de débris, protistes, épipéliques) en suspension dans l'eau. L'eau pénètre dans la cavité du manteau par le siphon inhalant, passe à travers les branchies et est exhalé par le siphon exhalant. Aliments

particules dans l'eau sont interceptés par des rangées de cils ou cirrus qui se prolongent entre les branchies filaments. Les particules sont soit transférés et intégrés dans des chaînes de mucus ou transportés dans une suspension concentrée comme ils sont transportés vers les palpes labiaux. Particules sélectionné pour l'ingestion sont transférées à la bouche, tandis que les particules rejetées

sont liés dans une boule de mucus et expulsé du siphon inhalant ou l'écart de la pédale (écart entre les soupapes) que pseudofèces (Santini, 2012)

3.1.6.1. Anatomie

La cavité du manteau est divisé par les branchies dans une chambre d'inhalation ventrale et dorsale chambre exhalant. L'eau passe à travers le siphon inhalant à entrer dans la chambre branchiale, flux à travers les branchies et ensuite dans la chambre supra-branchiale exhalant. Comme les croix d'eau les branchies, les particules alimentaires sont filtrés à partir de cela et de l'oxygène est retiré. De l'suprabranchiale chambre, l'eau coule sur le siphon exhalant. Les lamelles sont constituées d'une feuille de coalescence filaments pliés en forme de "W" et fixés à la paroi dorsale du manteau. Cette feuille divise la cavité du manteau dans la chambre ventrale et la chambre supra-branchiale dorsale. À obtenir de la chambre ventrale à la dorsale, l'eau doit passer à travers les pores dans les branchies. Les trois grandes fonctions des branchies sont: l'homéostasie du sang, la capture de particules de nourriture, et incubation des œufs. L'intensité de l'activité de filtrage dépend de nombreux facteurs, tels externe comme la température, la charge de particules, et les facteurs de contrôle interne. La cavité péricardique et le cœur sont situés sur le bord dorsal de la masse viscérale immédiatement ventrale au milieu de la postérieure dent latérale (fig. 5). Un lobe de la néphridie reins qui le compose est présent juste derrière la cavité péricardique. Le cœur est dans la cavité péricardique. Le digestif glande est pigmentée en brun ou jaune et composé d'une partie de l'œsophage, de l'estomac, et une partie de l'intestin. Il est situé dans la masse viscérale à la base du pied utilisé pour locomotion du bivalve.

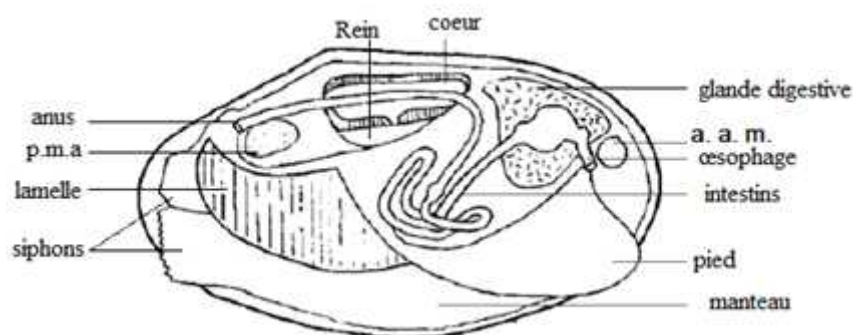


Figure 7 - Coupe longitudinale d'un Unionidae (Mouthon, 1982), p.a.m: adducteur postérieur muscle, a.a.m. : antérieure muscle adducteur.



Figure 8 – Représentation de la face interne et externe de la coquille
A. ssp (Amar S., 2015)

3.1.6.2. Écologie

A. ssp est une espèce qui fréquente les étangs, lacs, rivières lentes, et les canaux avec faible courant qui ont souvent de haut niveau trophique. Ils préfèrent fond avec granulométrie fine (limon, de sable, de gravier), souvent avec des accumulations de matière organique. Ces espèces sont très tolérantes à la température moyenne de l'eau comme le montre leur présence en Espagne à la Suède (Santini, 2012). Elle est localisée dans les zones de lit, de forte subsistance flux une certaine érosion, en général dans une gamme de profondeur comprise entre 0,2 et 2,5 m. Ceux-ci sont fouisseurs organismes vivants, verticalement partiellement noyée dans le substrat. Ces bivalves sont généralement organismes sédentaires. En Espagne, un déplacement d'une dizaine de mètres par année a été trouvé pour moules *A. ssp* et marquée par Aldridge (2000). Cependant, les inondations peuvent causer dispersion passive de l'amont vers l'aval. L'étape la plus mobile est le stade larvaire, qui est capable de se déplacer sur de longues distances à travers le poisson hôte. Les stries de croissance concentriques s'ajoutent chaque année permettant la Détermination de l'âge des individus

3.2. *Cyprinus carpio*

3.2.1. Taxonomie

Les caractères morphologiques et anatomiques de *Cyprinus carpio* permettent de préciser sa position dans la classification du règne animal. Dans cette première partie, nous étudions cette dichotomie.

Tableau 3 – Taxonomie de l'espèce *C. carpio*

Taxonomie de l'espèce :	<i>Cyprinus carpio</i>
Embranchement :	Vertébrés
Sous embranchement :	Gnathostomes.
Super classe :	Poissons.
Classe :	Ostéichtyens.
Sous classe :	Actinoptérygiens.
Super ordre :	Téléostéens.
Ordre :	Cypriniformes.
Famille :	Cyprinoidae.
Genre :	Cyprinus
Espèce :	<i>carpio</i> (Linnaeus ,1758)

3.2.2. Description

Cyprinus carpio possède une mâchoire supérieure, pas de dents sur les mâchoires ou le palais et pas d'échelles sur leur tête. Ils ont ce qu'on appelle comme des «dents pharyngées» sur la dernière arche Gill et la disposition de ces dents est la caractéristique principale utilisée pour faire la distinction entre la carpe et de leurs proches parents. La Carpe a un corps allongé avec un légèrement surélevé retour et une queue très fourchue. Ils ont un seul nageoire dorsale avec une colonne vertébrale solide dentelée à l'avant. Ils ont aussi des épines à l'avant de l'anus et nageoires pelviennes. Ils ont généralement de grandes échelles, bien variations avec seulement quelques très grandes échelles (miroir carpes) ou quasiment pas d'échelles (carpe cuir) se trouvent de temps en temps. Il n'y a aucune différence manifeste en général former entre les hommes et les femmes, sauf si elles sont en état de reproduction de pointe. La couleur de la carpe varie. Certaines formes sont bronze olive sur le dos classé à plus pâle dessous jaune. D'autres formes sont assez uniformes or / bronze d'orange partout.



Photo 4 - *Cyprinus carpio* au stade larve et adulte

3.2.3. Répartition géographique

La répartition de la carpe commune (*Cyprinus carpio* Linné (1758)) a été l'une des plus anciennes espèces domestiquées de poissons pour la nourriture. Culture de la carpe en Chine remonte au moins au 5^{ème} siècle avant JC, bien que la domestication a commencé beaucoup plus tard. Les races européennes de carpes dérivées de carpe sauvage du Danube; les premières tentatives remontent à l'Empire romain et la propagation du christianisme en Europe, d'où ses formes domestiques, ont été introduites à d'autres continents. La carpe commune est divisée en deux sous-espèces, *C. c. Carpio* de l'Europe et *C. c. haematopterus* de l'Asie (Vandeputte, 2003), comme examinées par la population des données génétiques; les populations de la sous-espèce asiatique peuvent être subdivisées en asiatiques d'Asie centrale et de l'Est / Sud-Est. Populations productives ont été domestiquées par les deux formes ancestrales, ainsi que de leurs hybrides mutuels et rétrocroisements suivis par la sélection de masse (Kohlman., 2003).

3.2.4. Cycle de la vie

La carpe mâle mûre généralement à 2-4 ans de l'âge et les femelles à 3-5 ans, avec les âges postérieurs étant dans les régions froides. Un grand nombre d'œufs sont produits par les femelles et un 4-5 kg de carpes peut produire

1 million d'œufs ou plus. Le nombre d'œufs produits varie avec des facteurs tels que la taille et l'état du poisson, température de l'eau et de la qualité de l'habitat. Pas tous les œufs mûrissent à la fois si la carpe sont capables de frayer plus une fois par an, en fonction de la température de l'eau et disponible habitat de frai (Koehn et Al, 2000).

Frai se produit généralement au sein d'une température gamme d'environ 17-25°C. Des variations locales de ces températures sont connues. Cela signifie que la principale période de frai commence habituellement au printemps au début l'été, bien que peuvent se reproduire tout au long l'année si les conditions sont favorables. Inversement, la carpe peuvent ne pas se reproduire à tous dans un an si les conditions ne sont pas appropriées. Le frai a lieu sur plusieurs semaines, avec femelles excrétion des œufs à intervalles réguliers, bien que jusqu'à 80% des œufs peuvent être libérés dans le premier événement.

Le frai a lieu dans l'eau peu profonde généralement moins à 0,5 m de profondeur (profondeur, mais peut aller jusqu'à environ 2 m) et généralement en association avec des plantes aquatiques (Koehn et al, 2000).

3.2.5. Régime alimentaire

La nourriture de la Carpe est basée sur une variété de petits articles alimentaires en fonction la disponibilité. Fond et la natation insectes, microcrustacés, les escargots, les insectes terrestres et certain matériel végétal, y compris les semences et les détritux général ont tous été jugés commun dans leur régime alimentaire. Le manque de dents dans la bouche de la carpe signifie qu'ils ne peuvent généralement pas prendre et tenir proies actives comme poissons, mais ils ne consomment des œufs de poisson. La Carpe utilise leurs dents pharyngées pour concassage et le broyage difficile des éléments tels que les escargots. Le régime alimentaire varie entre adultes et juvéniles, avec de jeunes consommant plus de plancton et plus grande carpe consommer plus vivant sur le fond aliments. Elle se nourrit par aspiration des sédiments mous de l'étang fond de la rivière dans leur bouche, le cas des produits alimentaires sont séparés et gardés et les sédiments sont éjecté. Cette habitude conduit souvent à une suspension de sédiments dans l'eau où la carpe se nourrit. L'utilisation de cette méthode d'alimentation signifie également que la carpe préfère zones avec sédiments mous, comme les piscines de la rivière lente et marigots ou les lacs et les étangs.

3.2.6. Anatomie et l'écologie de l'espèce

3.2.6.1. Anatomie

Le corps de la **carpe** est allongé et plus ou moins haut, généralement brun sur le dos, doré sur les flancs et jaune sur l'abdomen. Les écailles sont grandes : 33 à 40 le long de la ligne latérale. Elle a une longue nageoire dorsale munie d'un rayon osseux et sa mâchoire supérieure est garnie de 4 barbillons (filaments tactiles/sensitifs : 2 longs et 2 courts). Sa bouche est protractile (elle s'allonge vers l'avant).

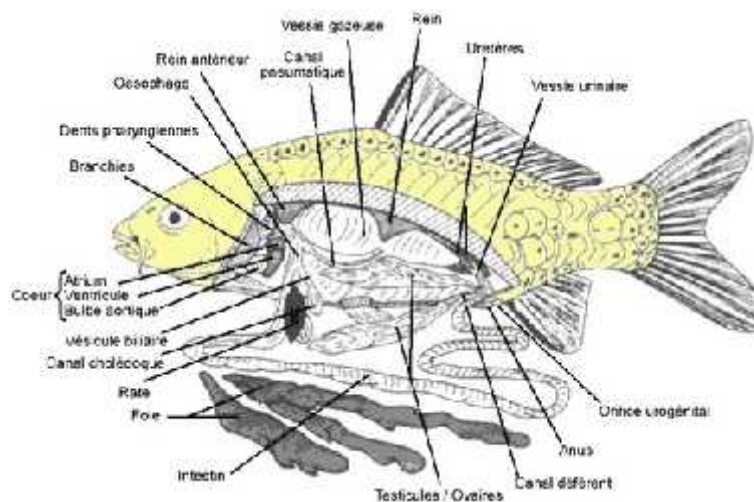


Figure 10 – Particularités anatomiques de la *Cyprinus carpio* (source : magazine.karpeace)

La carpe peut peser jusqu'à près de 40 kg (des spécimens de 42 et 44 kg ont été capturés dans le delta du Rhône au filet). En France (et dans le monde jusqu'il y a peu), le record du plus gros spécimen capturé à la ligne pesait plus de 37 kg. Il s'agissait d'une carpe miroir pêchée par Marcel

Rouvière en 1981 dans l'Yonne : elle mesurait 102 cm et avait une circonférence de 120 cm. Le record a depuis été battu plusieurs fois.

3.2.6.2. Écologie

Cyprinus carpio (Linnaeus, 1758) est fréquente dans deux biotopes ; les milieux calmes peu profonds et riches en végétation pour la croissance et le frais, et les eaux profondes pour l'hivernation (Brusle et Quignard, 2001). Cette espèce est grégaire, benthique, sédentaire et de moeurs plutôt nocturnes. Elle est photophobe sélectionnant les habitats à faible intensité lumineuse, avec des variations saisonnières. Elle recherche les habitats riches en végétation, conformément à un comportement phytophile.

La reproduction se déroule entre mars et août dans la végétation et en eau peu profonde. La maturité sexuelle est atteinte au cours de la première année pour les mâles et la deuxième année pour les femelles. La fécondité moyenne est de 100.000 oeufs/Kg, les oeufs sont collés grâce à leur mucus sur la végétation aquatique (Hajlaoui, 2006).

La carpe commune est omnivore, elle se nourrit d'invertébrés benthiques et des végétaux (Brusle et Quignard, 2001).

CHAPITRE 4

Contexte et zone d'étude

4. Présentation de la zone d'étude

4.1. Position géographique (figure 11)

La zone d'étude est située au Nord-Ouest du pays dans la wilaya de Sidi Bel Abbas qui est délimitée comme suit :

- Nord par la wilaya d'Oran.
- Nord-Ouest par la wilaya d'Ain Témouchent.
- Nord-Est par la wilaya de Mascara.
- Ouest par la wilaya de Tlemcen.
- Est par les wilayas de Mascara et Saida.
- Sud par les wilayas de Nâama et El-Bayad.
- Sud-Est par la wilaya de Saida.

Géographiquement, la wilaya occupe une position centrale stratégique et s'étend sur environ 15% du territoire de la région Nord-Ouest du pays soit 9150,63 km². Elle est considérée comme relais de par son emplacement privilégié dans la mesure où elle est traversée par les principaux axes routiers de cette partie du pays.



Figure11 - Situation géographique de la wilaya de Sidi Bel Abbas (DPAT, 2014).

4.2. Cadre physique :

4.2.1. Le relief :

Les écosystèmes de la wilaya de Sidi Bel Abbés présentent une grande diversité, due principalement à la grande superficie de la wilaya par sa position dans l'ouest algérien et à la géomorphologie. Cela nous fait penser à la grande diversité que recèle notre pays.

Les écosystèmes au niveau local dépendent essentiellement de la géomorphologie du territoire de la wilaya, et nous pouvons dégager 03 grands ensembles naturels distincts (tableau 2):

La zone montagneuse

La zone de plaine

Les zones de steppe

Tableau 4 - Représentation des écosystèmes dans la wilaya de Sidi Bel Abbes (DPAT, 2014).

Zones	Superficie (km²)	Communes
La zone montagneuse au nord Tessala et Beni Chougrane	2250,37 864,20 Km ²	Ain Kada, Sidi Yacoub, Tessala , Sehal, Ain Thrid, Boudjebha, El Bordj, Ain Adden, Ain El Berd, Mekkedra et Sidi Hamadouche
Les monts de Dhaya	1386,16 Km ²	Merin Tefessour, Taoudmout, Oued Taourira et Dhaya.
La zone de plaine Les plaines de Sidi Bel Abbés,	3239,44 2102,85	Sidi Bel Abbés, Ben Badis, Lamtar, Chetouane, Bedrabine El Mokrani, Hassi Zahana, Sidi Ali Boussidi, Sidi Dahou, Zairs, Sidi Khaled, Sidi Lahcene, Amarna, Sidi Brahim, Mustafa Ben Brahim, Bel Arbi, Telmouni, Zerouala, Boukhanifis, Tabia, Sidi Ali Ben Youb et Sfisef.
Les hautes plaines de Telagh	1136,59	Telagh, Teghalimet, Tenira, Oued Sefioun, M'cid, Hassi Dahou, Benachiba, Chelia, Moulay Slissen, Mezaourou, El Hcaiba, Ain Tindamine.

4.2.2. Géologie :

Géographiquement, elle peut être répartie en deux zones principales à savoir :

- Les chaînes telliennes internes (Tessala et Benichougrane formées essentiellement de calcaire friable, la prédominance de ces substrats varie entre 45 et 80% selon les Monts (tableau 5).

- Les hautes plaines steppiques et la plaine de Sidi Bel Abbés (partie sud et région de Sidi Hamadouche) constituées par des dépôts de lacustres alluviaux avec croûte calcaire. Il peut être également relevé l'existence d'argiles dans la plaine de Sidi Bel Abbés et des alluviaux dans l'Oued Sarno et l'Oued Mekkerà en amont.

Tableau 5 - Différents types de sols des localités de la wilaya de Sidi Bel Abbes (DPAT, 2014).

Localité	Types de sols	(%)
Vallées de l'oued MEKERRA	Sols alluviaux	30%
Plaine de Sidi Bel Abbés	Sols à croûte calcaire ou rendzines	90%
Hautes plaines de Telagh	Sols calcaires	40%
		70%
Tessala et Ain El Berd	Les calcaires à ciment et à chaux	-
Tessala, Sidi Hamaouche, Ain Trid, Zerouala et Ain Zegla.	Argile et anhydride	-
Sidi. Ali. Benyoub, Tenira, Telagh, Sfisef, Sidi Ali Boussidi, Sidi Ali Bouchougran, Kaid Belarbi, Boukhanifis	Roches sédimentaires	-
Sidi Lahcene, Sidi Khaled, et Amarnas	Sables et graviers	-
Ain Tafersit, Sidi Caib	Argile benthonique	-

4.3. Population

4.3.1. Urbanisme

En 1998, la population urbaine de la wilaya Sidi Bel Abbes comptait 358214 personnes sur un total de 525 632 habitants, soit un taux d'urbanisation de 68,15% (tableau 5), supérieur à ceux des autres wilayas de la région Nord-ouest excepté Oran qui présentait un taux de 87.69% (DUC, 2013).

Tableau 6 - Répartition de la population urbaine et rurale (habitants) de la wilaya de Sidi Bel Abbès (DUC, 2014)

	Population urbaine	Population rurale	Totale	Taux d'urbanisation
Sidi bel abbés	358 214	167418	525 632	68,15 %

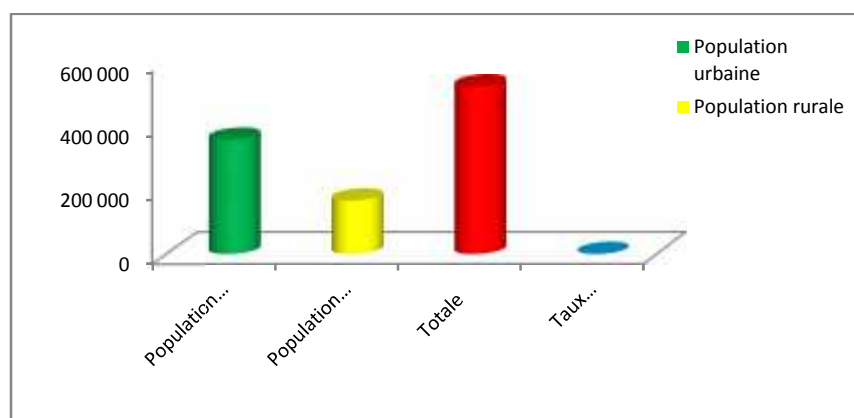


Figure 12 - Estimation de la population de la wilaya de Sidi Bel Abbès

4.3.2. Agglomérations (tableau 6)

Sidi Bel Abbès totalise 81 agglomérations sur les 653 de la région dont :

- 60 agglomérations soit 74% de la wilaya ont moins de 5000 habitants
- 15 agglomérations forment la classe de 5000 à 10000 habitants dont 12 chefs lieux de communes sont classées comme semi-urbaines.
- 03 agglomérations constituent la classe de 10000 à 20000 habitants ayant un statut de chef lieu de daïra.
- 02 agglomérations constituent la classe de 20 000 à 50 000 habitants.
- 1 agglomération qui dépasse les 10 000 habitants sur les cinq que dispose la région (DUC, 2014).

A l'intérieure de la wilaya , le déséquilibre est significatif lorsqu'il s'agit de mesurer le poids du chef

lieu de wilaya par rapport à la taille des autres agglomérations et des principaux pôles appelés à jouer un rôle structurant à savoir Sfisef, Tèlagh, Ras El Ma et Benbadis ,..... (DUC, 2014).

4.3.3. Démographie

La population de la wilaya de Sidi Bel Abbès est estimée à 641.348 habitants au 31/12/2012, soit un volume additif de 9.437 habitants par rapport à l'année précédente (tableau 7 et figure 13).

La population de la wilaya de Sidi Bel Abbès se trouve concentrer en grande partie dans le nord-ouest dans une superficie de 9.150,63 km² soit la densité de la wilaya est de 70 hab/km². La commune de Sidi Bel Abbès occupe une superficie de 69,74 km² soit 0,76% de la superficie totale, compte 224.225 habitants correspondant à 34,96% de la population totale, soit une densité de 3215 hab/km² (DPAT, 2012).

Tableau 7 - Démographique de la wilaya de Sidi Bel Abbès (Statistique de 2012 à 2014).

Communes	Population (hab)			Superficie (km ²)
	2012	2013	2014	
Sidi Bel Abbés - ville	218 507	221348	224225	69,74
Sidi Lahcene	22 495	23282	24097	88,92
Amarnas	12 761	13565	14419	93,64
Sidi Brahim	10 811	11038	11270	38,60
Tilmouni	9 365	9581	9801	76,32
Zerouala	4 887	4936	4985	132,16

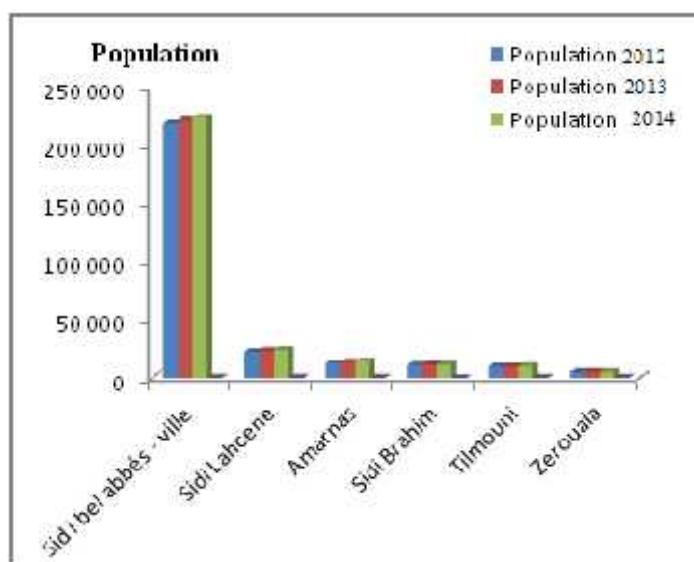


Figure 9 - Projection démographique de la ville Sidi Bel Abbès et ses environs (2012, 2013, 2014).

4.4. Situation climatique

4.4.1. Le climat

La wilaya appartient à l'étage bioclimatique méditerranéen semi-aride à influence continentale. D'une manière générale, la wilaya se distingue par un climat humide et froid en hiver, sec et chaud en été.

4.4..2 Humidité relative de l'air

Elle est supérieure à 70% sur les 5 mois de l'année et ce à partir du mois d'octobre. Le maximum, qui est de 28%, est enregistré en saison hivernale alors que le minimum est observé en été durant les mois de juillet et août.

4.4.3 Insolation

La durée annuelle de l'insolation est en moyenne de 2683 heures. Cette durée, tout en restant assez élevée, varie d'une année à l'autre (ONM ; 2014).

4.4.4. L'évaporation

Les phénomènes évaporatoires sont intenses, de l'ordre de 1730.07 mm par an avec un maximum de 724.79mm en été et un minimum de 234.07mm hiver.

4.4.5. La température

Elle est moyenne en hiver est de 14 à 15°C avec un minimum de 2°C. La différence entre l'été et l'hiver atteint les 20 °C. Le sirocco souffle dès le mois de mars avec une plus grande intensité durant les mois de Juillet et dont l'évaporation en moyenne est de 20 jours par an. Au cours des dernières années, il a été enregistré modérément 16 jours à Tessala et 21 jours à Sfifef et Ras El Ma. en moyenne par an (tableaux 8 et 9 et figures 14,15).

Tableau 8 - Températures minimales et maximales de SBA en 2012(ONM, 2014).

Mois Température	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
T. minimale (C°)	5.7	6.5	6.4	8.1	9.1	13.0	18.7	19.3	15.9	10.4	7.3	5.5
T. maximale (C°)	15.3	17.7	19.1	22.4	24.9	30.0	37.1	36.1	30.8	25.2	18.5	17.8

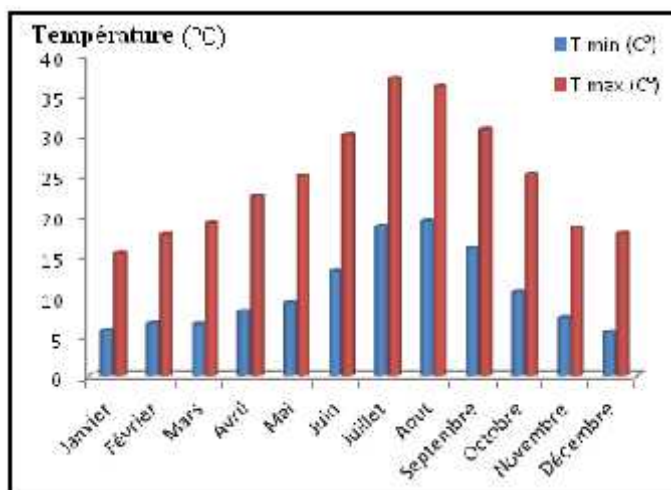


Figure 10 - Températures minimales et maximales de SBA.

Tableau 7 - Températures mensuelles de SBA durant l'année 2013(ONM, 2014).

Mois / Température	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
T. minimale (C°)	4,9	2,6	5,7	5,1	10,8	15,6	18,1	17,5	15,0	10,0	7,1	5,8
T. maximale (C°)	13,0	15,8	19,4	19,4	28,6	33,9	37,5	35,2	28,6	28,4	23,5	18,1

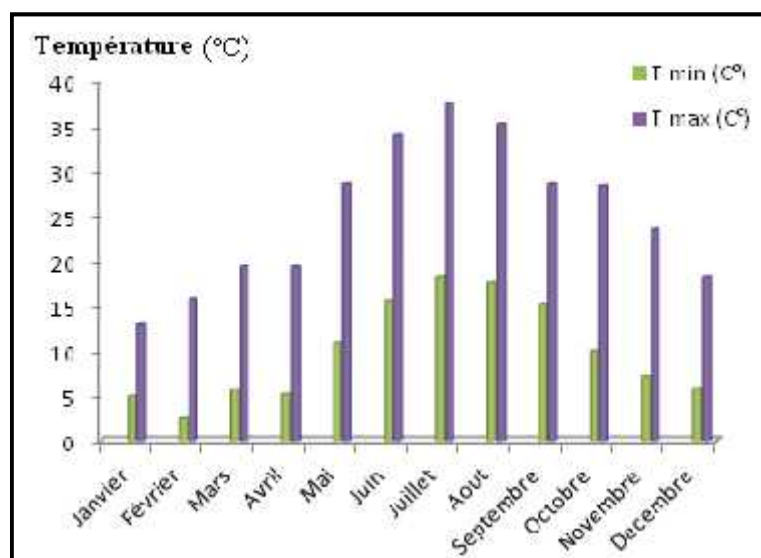


Figure 11 - Températures minimales et maximales de SBA

4.4.6. **Pluviométrie** (tableau 9 et figure 16)

En raison de l'existence de plusieurs zones homogènes, la pluviométrie va en régressant annuellement du Nord au Sud : (600 à 400 mm) ; dans les hautes plaines (400 à 200 mm) et dans les zones steppiques avec de faibles quantités (moins de 200 mm par an). En fait, 50 % de la superficie

de la wilaya subit une précipitation moyenne comprise entre 400 et 500 mm en période pluviale normale.

La période d'enneigement atteint 20 jours sur les monts au dessus de 1.000 mètres d'altitude.

Tableau 9 - Précipitations minimales et maximales mensuelles durant 2012 et 2013 à Sidi Bel Abbès (ONM, 2014).

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Pluviométrie maximale (mm)	91,1	22,0	33,0	55,0	14,4	0,7	0,1	0,3	33,5	0,6	21,5	52,6
Pluviométrie minimale (mm)	74,1	56,2	51,0	25,2	25,4	2,2	1,8	29,5	19,9	77,2	29,1	29,8

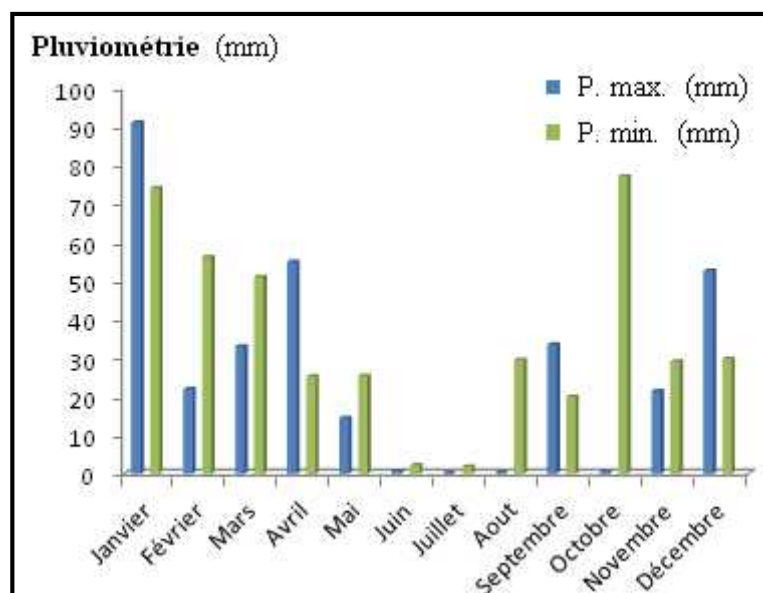


Figure 12 - Précipitations minimales et maximales mensuelles durant 2012 et 2013 à Sidi Bel Abbès.

4.4.7. Les gelées

Très brusques, elles introduisent une variabilité des températures. La période critique de gelée se situe de Décembre à Février où elles varient entre 77,83 à 78,08 (in Hadj Sadoun et Fares ,2010). En 2013, la wilaya da Sidi Bel Abbès a battue le record des gelées soit 29 jours de gelées en Janvier et 20 jours en Février (ONM, 2014).

4.4.8. Humidité (tableau 10 et figure 17)

L'humidité de la région de Sidi Bel Abbès varie entre 75% et 85 % entre Décembre et Février et de 45% à 55% en période estivale (ONM, 2013).

Tableau 10 - Humidité mensuelle de SBA (ONM, 2012, 2013)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Humidité en 2011 (%)	83	77	77	72	60	48	37	55	69	64	59	74
H(%) 2012	80	77	79	74	70	55	46	55	63	71	78	73

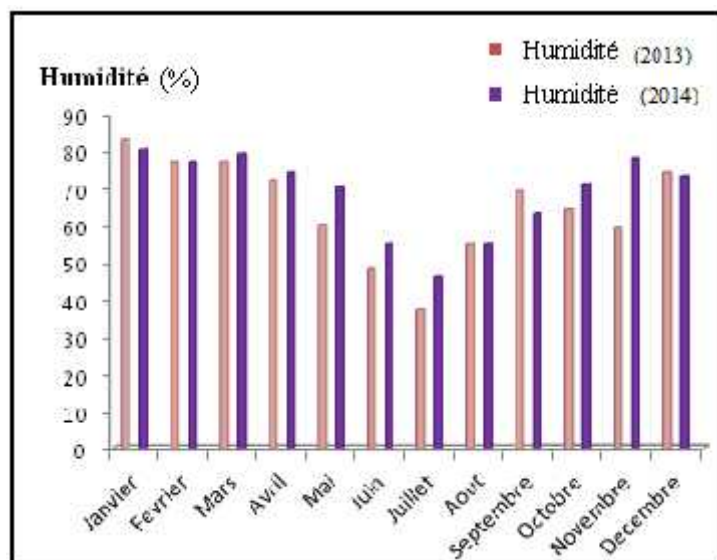


Figure 13 - Humidité mensuelle durant l'année 2013 et 2014 à Sidi Bel Abbès.

4.4.9. Les vents

D'une manière générale, la direction dominante des vents de la région de Sidi Bel Abbès est située entre le Nord-Ouest et le Sud-ouest. La vitesse des vents a atteint son comble en Janvier 2013 avec 58km /h (ONM,2014)

4.5. Le réseau hydrographique de la wilaya de Sidi Bel Abbès

4.5.1. Infrastructure hydraulique

Le groupement est doté d'infrastructure hydraulique qui ne cesse d'évoluer avec la croissance des agglomérations. L'effort consenti pour introduire certaines connaissances et cohérences des réseaux AEP et l'assainissement s'est traduit par des adaptations et des renforcements successifs recommandés par des séries d'études globales ou ponctuelles (DHW, 2014).

4.5.2. Réseau d'Alimentation en eau potable

- **Ville de Sidi Bel Abbès :** L'approvisionnement en eau potable de la ville de Sidi Bel Abbès est assuré au moyen des adductions suivantes :

L'approvisionnement en eau potable du groupement de Sidi Bel Abbès est à partir de plusieurs ressources (tableau et figure) :

- **Sources** de Ain Skhoua et de Mekhareg situées dans la commune de Sidi Ali Benyoub à environ 35km au sud de Sidi Bel Abbès.
En plus de Sidi Bel Abbès, la source de Ain Skhoua constitue la ressource en l'eau pour l'ensemble des localités de Mellinet, Boukhanifis, Sidi Kaled et de Sidi Lahcène.
- **Forages** du champ de captage de Ténira (forages F3 et F21), il alimente également les localités situées dans le couloir Ténira - Sidi Bel Abbès.
- **Transferts de Sidi Abdelli** pour réduire ce déficit entre l'offre et la demande en eau sans cesse croissante, la wilaya a bénéficié en mars 2004 la mise en service d'un important projet de transfert d'eau à partir du barrage de Sidi Abdelli (wilaya de Tlemcen). Cette ressource alimente le couloir et la wilaya dont la ville de Sidi Bel Abbès et Sidi Lahcene font partie.
- **Transferts du barrage Sarno** : constitue un autre système pour la zone nord. En effet, la station de traitement des eaux du barrage Sarno offre un débit moyen de $350 + 250\text{m}^3/\text{j}$ assurant l'alimentations des communes de Sidi Brahim et Zerouala.

4.5.3. Adductions principales

4.1.1. **La première adduction** draine les eaux des sources de Ain Skhoua et de Ain Mekhareg : situées dans la commune de Sidi Ali Benyoub à environ 35 km au sud de la ville.

4.1.1.1 **L'adduction de Ain Mekhareg** : réalisée en 1927 en fente grise de diamètre 325 et 375 mm suit la RN 95 pour aboutir au réservoir de la ville d'une capacité de 5000 m^3 .

4.1.1.2 **L'adduction de la Ain Skhoua** : réalisée en 1977 en acier de diamètre 500 mm suit pratiquement le même tracé que celui de Ain Mekhareg jusqu'à la localité de Sidi Lahcène où elle est déviée vers la RN 13 jusqu'aux réservoirs principaux $2 \times 4000\text{ m}^3$ situés au sud de Sidi Bel Abbès (route de Télagh).

4.5.4. Deuxième adduction draine les eaux des forages du champ de captage de Ténira, réalisée en 1985. La canalisation en acier est de diamètre 400 mm pour un débit de transit de 120 l/s. Cette adductions alimente également les localités situées dans le couloir Ténira et Sidi Bel Abbès. Son tracé longe la RN 13 pour aboutir aux réservoirs Sud $2 \times 4000\text{ m}^3$ où s'effectue le mélange entre les eaux des forages dont le résidu sec est de plus de 2000 mg/l (DHW, 2014).

4.5.5. Troisième adduction est celle du barrage de Sidi Abdelli composée des principaux ouvrages suivants :

- Une (01) station de traitement d'une capacité de 1200 l/s, située au pied du barrage.
- Cinq (05) stations de pompage dont une(01) de prise d'eau au pied du barrage et quatre (04) stations de pompage intermédiaires d'une puissance totale de 8.900 kw et d'une hauteur d'élévation d'eau varient de 23 à 226 mètres.
- Quinze (15) réservoirs de stockage et de régulation d'une capacité de 40 000 m³.
- 110 Km de conduites de diamètre varient de 100 à 1000 mm y compris les conduites de jonction aux localités desservies en route. Cette partie d'adduction comporte notamment :
- Une partie « refoulement » d'une longueur globale de 22.6 km reliant les différentes stations de pompage à la station de traitement.
- Deux (02) tronçons gravitaires d'une longueur totale 44.5 km reliant les réservoirs principaux à l'ensemble des réservoirs terminaux (06) et au réservoir tampon de 2*4000 m³ de sidi bel abbés (DHW, 2012).
- **Réseau de distribution** (tableau 10)

Tableau 11 - Les réseaux distribution d'eau potable dans la région de Sidi Bel
(DHW, 2014).

Abbes

Localités	Linaire ml	Diamètre mm	Type	Etat
Sidi Bel Abbés	445000	125 au 600	Maillé	Moyen
Sidi Lahcene	24720	63 au 110	Ramifié	Moyen
Bellouladi	18000	63 au 250	Ramifié	Moyen
Touaita	2087	63 au 90	Ramifié	Moyen
Tilmouni	9200	63 au 110	Ramifié	Moyen
Zérouala	9800	63 au 110	Ramifié	Moyen
Sidi Brahim	32100	63 au 200	Ramifié	Moyen
Boubarnas	2000	63 au 90	Ramifié	Moyen

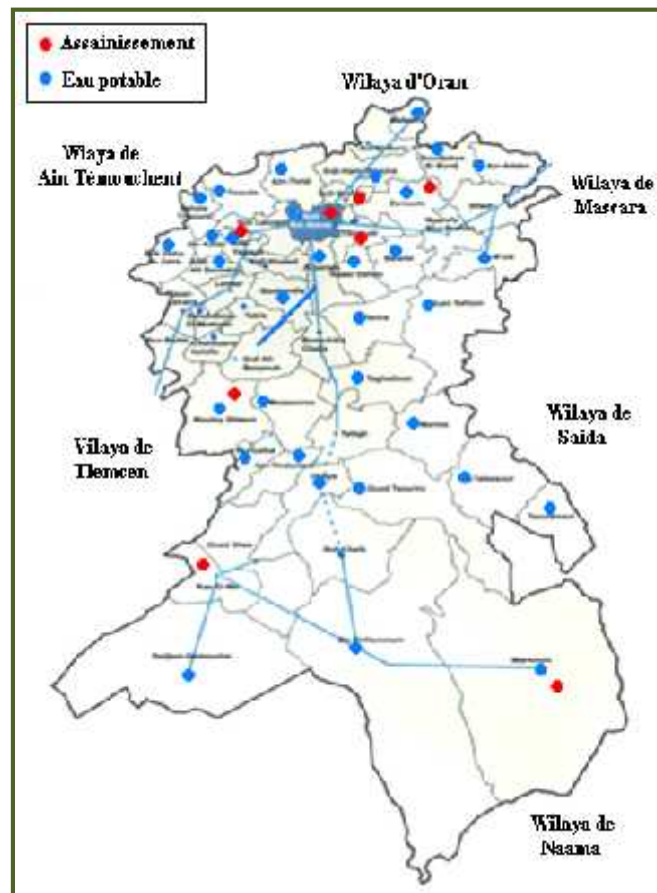


Figure 14 - Le système de raccordement d'A.E.P et d'Assainissement de la wilaya Sidi Bel Abbès (DHW, 2014).

4.5.6. Situation actuelle de la consommation en eau

Les consommations actuelles des principaux sites situés au niveau de la ville de Sidi Bel Abbès sont représentées dans les tableaux 11 et 12. La forte concentration de la population est au niveau de la ville d SBA d'où la consommation en eau potable et les rejets en eaux usées sont importante.

Tableau 12 - Les principaux consommateurs d'eau de la ville de Sidi Bel Abbes et ses environs (DHW, 2014).

	SBA	S. Lahcène	S. Brahim	Amarnas	Tilimouni	Zérouala	Total
Population (Hab.)	217380	18000	9900	7700	7680	640	265300
Nombre d'élèves	46069	4189	2332	363	1330	787	56070
Université	01	-	-	-	-	-	01
Résidents cités Univ.	18116	-	-	-	-	-	18116
Stagiaires CFPA (lits)	2 * 950	300	-	-	-	-	2200
Hôpital (lits)	616	-	-	-	-	-	616
Polycliniques (lits)	02 * 10	05	-	-	-	-	25
Centre de Santé	13	-	01	01	01	-	16
Salle de soin	03	02	01	3	03	02	14
Maternité (lits)	114	-	-	-	-	-	114

Tableau 13 - Estimation (m³/j) des besoins de consommation de la ville de SBA et ses environs (DHW, 2014)

Communes	Population	Ecoles	Université + CFPA	Résidentes: cités Universitaires	Hôpital + maternité	Polyclinique Salle de soins	Abattoir
Sidi Bel Abbes (m ³ /j)	43476	4606	1785	363	292	02	1000
S. Lahcène.....(m ³ /j)	2700	418	45	-	02	01	-
S. Brahim.....(m ³ /j)	1485	233	-	-	-	02	-
Amarnes.....(m ³ /j)	155	136	-	-	-	02	-
Tilmouni.....(m ³ /j)	152	133	-	-	-	02	-
Zérouala.....(m ³ /j)	696	78	-	-	-	01	-
Totale.....(m ³ /j)	50664	5604	1380	363	249	10	1000

Le schéma directeur d'AEP :

Les taux de raccordement moyen en A.E.P et en assainissement qui oscillent respectivement aux alentours de 98 et 95,48 sont appréciables dans leurs ensembles.

Le réseau d'alimentation en eau potable couvre pratiquement l'ensemble des agglomérations, dont il reste à relier les zones en cours de réalisation qui ont fait l'objet d'étude de plan d'occupation du sol à travers les schémas d'AEP (figure 10).

La ressource en eau sera renforcée par la prise de Beni Bahdel prévue à l'horizon 2009 d'une capacité de 1000.000 m³/j. Ce débit doit améliorer considérablement la situation en eau du groupement.

L'alimentation en eau potable des sites d'extension sera raccordée aux réseaux existants de chaque ville.

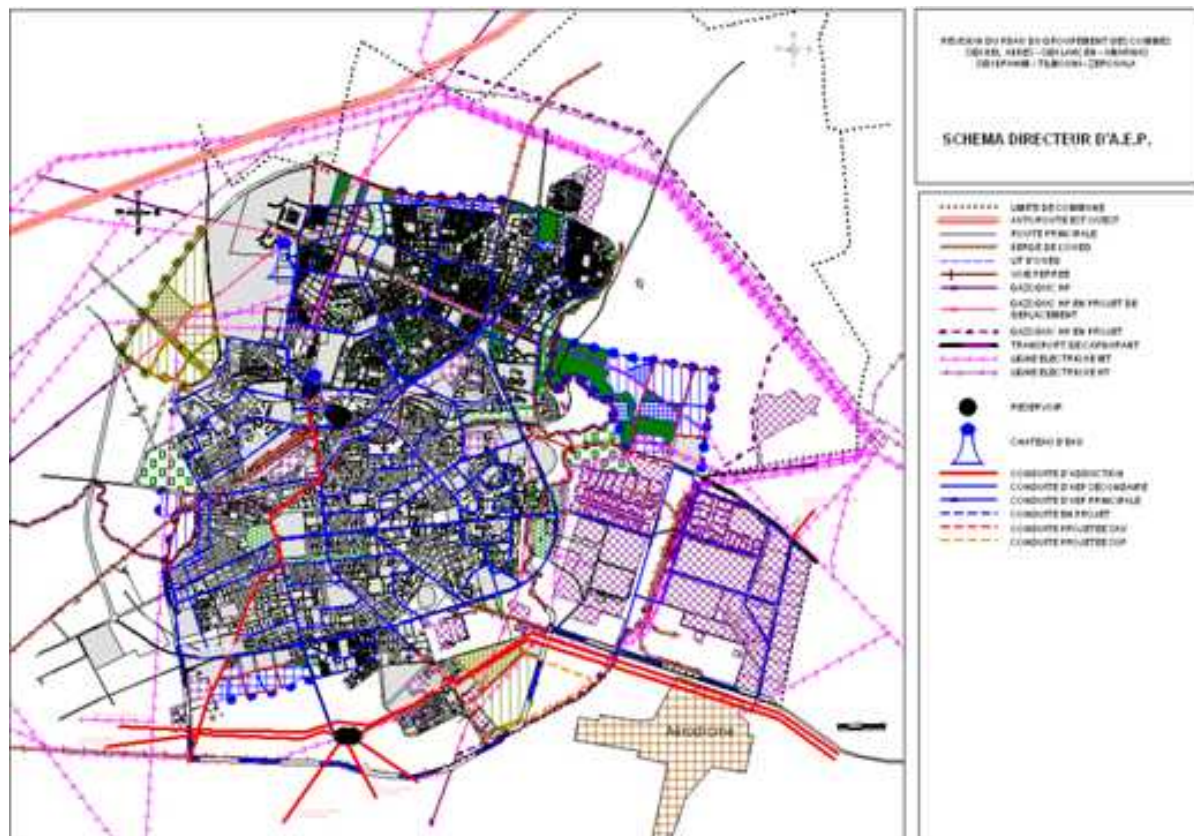


Figure 15 - Réseau d'Alimentation en eau de la ville de Sidi Bel Abbès (AEP, 2014)

4.5.7. Zone industrielle de Sidi Bel Abbés

Jusqu'au début de l'année 2004, l'approvisionnement en eau de la zone industrielle de Sidi Bel Abbés était assuré exclusivement à partir d'une batterie de forages situés dans la commune de Sidi Lahcène qui fournissaient globalement 2500 m³/j. Alors que les besoins en eaux sont estimés à plus de 5000 m³/j.

Les eaux des forages sont pompées vers les réservoirs ($2 * 3000 \text{ m}^3$) de la zone au moyen d'une adduction autonome en acier d'une longueur de plus de 12000 ml des piquages pour assurer la déserte des unités industrielles de la zone (OROLAIT, PMA, E NIE). Cette adduction réalisée en acier est dans un état de corrosion très avancé, avec pour conséquence un taux de déperdition d'eau supérieure à 50%. La zone industrielle vient de bénéficier d'un apport supplémentaire de $1500 \text{ m}^3/\text{j}$ à

partir de l'adduction de Sidi Bel Abbés au moyen d'une conduite en fonte ductile. Cette dotation sera porter à $5000 \text{ m}^3/\text{j}$ à terme (DHW, 2014).

4.6. Assainissement

4.6.1. Ville de Sidi Bel Abbés

Le réseau d'assainissement de la ville de sidi bel abbés est constitué de trois (03) grands ensembles situés de part et d'autre l'Oued Mekerra, conçu au préalable en tant que réseau de type séparatif dans certaines parties de la ville , il a vite connu une évolution vers le type unitaire . il est très dense couvrant pratiquement la totalité de la ville avec un taux de raccordement supérieur à 90% et il dispose de deux stations de relevages.

Néanmoins, le réseau sud de la ville s'articule autour d'un collecteur central situé à l'Est du centre ville (ovoïde 200mn) dans lequel transite la majeure partie des rejets. Un autre collecteur de dimension moindre longe l'Oued el Malah dans la zone péri urbaine est de la ville et se jette directement dans l'Oued Makerra.

4.6.2. Caractéristiques générales

Pour un bon fonctionnement et une protection de l'environnement, les services concernés (STEP et réseau d'assainissement) sont dotés de caractéristiques (tableau 13 et 14).

Tableau 14 - Caractéristiques de la STEP Sidi Bel Abbes (ONA, 2014).

Type de réseau	Unitaire
Nature des eaux brutes	Domestique
Capacité	220 000 équivalent/habitant
Débit journalière	$280\ 000 \text{ m}^3/\text{j}$.
Procédé d'épuration	Boue activée à moyenne charge

Tableau 15 - Caractéristiques du réseau d'assainissement et de la Sidi Djilali (ONA,2014).

SR Sidi Djilali		Réseau d'assainissement	
Localisation	Sidi Djillali	linéaire(km)	245
Année de mise en service	1994	Volume collecté (m3)	18099.48
Nombre de pompes	04	Population raccordée... (hab.)	212935
HMT	12	Nombre de branchement	204420
Débit nominal (l/s)	888.09		

Le réseau de la ville de sidi bel abbés se compose de plus de 190 km de canalisation de différents diamètres répartir comme suit (tableau 15).

Tableau 16 - Diamètres des différentes canalisations utilisées (DHW,2014).

Diamètre (mm)	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	>1250
Linéaire (km)	-	-	90	55	9.27	3.66	5.18	7.11	0.99	5.66	13.65

Les composantes principales du réseau sont les suivantes :

- **Le réseau central** qui draine la partie de la ville située au sud de l'Oued Mekerra , d'une superficie globale de l'ordre de 581 ha .
- **La réseau Est** qui draine les quartiers périphériques du sud – est de la ville de Sidi Bel Abbés et de la zone industrielle . ce réseau qui se situe en majeure partie entre l'Oued El Malah et la ZHUN-EST ; ce réseau draine une superficie globale de l'ordre 623 ha.
- **Le réseau nord** situé sur la rive droite de l'Oued Mekkerra , draine une superficie de l'ordre de 441 ha.

4.6.3. Procédé d'épuration de la STEB de Sidi Bel Abbès

4.6.3.1. Epuration des eaux

C'est un ensemble de techniques qui consistent à purifier l'eau soit pour la recycler. En général, dans une station de traitement des eaux usées, on distingue deux lignes différentes :

- La ligne des eaux
- La ligne des boues

Le principe de traitement est celui d'une épuration biologique à boues activées à moyenne charge aération prolongée. Dans ce type de traitement biologique des effluents, on fait généralement appel aux processus aérobies par lesquels les bactéries provoquent une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau. Ce processus aérobie provoque le déplacement des bactéries qui, par des actions physico-chimiques retiennent la pollution organique et s'en nourrissent.

4.6.3.2. Fonctionnement de la STEP de Sidi Bel Abbas

La station d'épuration se compose de la ligne de traitement biologique suivante (figure 11).



Photo 5 - La station d'épuration de SBA (ONA, 2015)

4.6.3.3. Ligne de l'eau

Arrivée des eaux brutes

Les eaux brutes domestiques qui proviennent sont celles provenant de la ville de Sidi Bel Abbas amenées par les drains collecteurs à partir d'un réseau d'assainissement unitaire aux trois stations de relevages :

- une au centre du quartier de Sidi Djillali,
- l'autre au niveau du quartier de Ben Hamouda et
- la troisième à proximité de la station d'épuration des eaux usées au quartier appelé « le

Rocher ». Ces deux dernières stations de relevages ne sont plus fonctionnelles car elles sont en pannes. Seule la station de relevage de Sidi Djillali est fonctionnelle et alimente la STEP.

Le transport des eaux usées dans les collecteurs se fait généralement par gravité, sous l'effet de leur poids. Une station de relèvement permet d'acheminer les eaux usées dans la STEP lorsque ces dernières arrivent à un niveau plus bas que les installations de dépollution. Cette opération de relèvement des eaux usées s'effectue grâce à quatre pompes **Caprari de type submersible mono canal**, deux pompes avec un débit de 558,68 m³/h et les deux autres avec un débit de 396,4 m³/h. Les pompes doivent être positionné parallèlement et leur fonctionnement deux par deux.

4.6.3.4. Relevage (figure 12)

On se sert de pompe de relevage pour le transport des eaux usées vers la station d'épuration, lorsque ces dernières arrivent à un niveau plus bas que les installations de dépollutions.

On peut également trouver des vis d'Archimède « *A Illiers – Combray* » (figure 13), nous avons deux installations de deux pompes de relevage pour amener les eaux usées à bonne destination.

Nous avons des pompes se trouvant rue des vierges à côté du pont de St Hilaire. Nous avons également des pompes au camping.



Photo 6- Relevage par des pompes (Archive ; ONA, 2015)



Photo 7 - Les vis d'Archimède (Amar S., 2015).

4.6.3.5. Déversoir d'orage (figure 14)

L'eau provient de la station de relevage à la station d'épuration par gravité à travers des buses en béton et elle déverse directement dans le déversoir d'orage qui est considéré la première étape dans la station d'épuration. C'est un bassin en béton, constitué d'une entrée et deux sorties, la première étape dans la station d'épuration qui est un bassin en béton à une entrée et deux sorties. La première sortie déverse directement sur l'oued Mekerra sans traitement quand le débit de l'eau

est fort ou bien la station est en panne par l'intermédiaire d'un **By pass**. La deuxième sortie se dirige directement vers la première étape du traitement qu'est la grille grossière.



Photo 8 - Déversoir d'orage de la STEP (Amar S., 2015).

4.6.3.6. Prétraitement (figure 15)

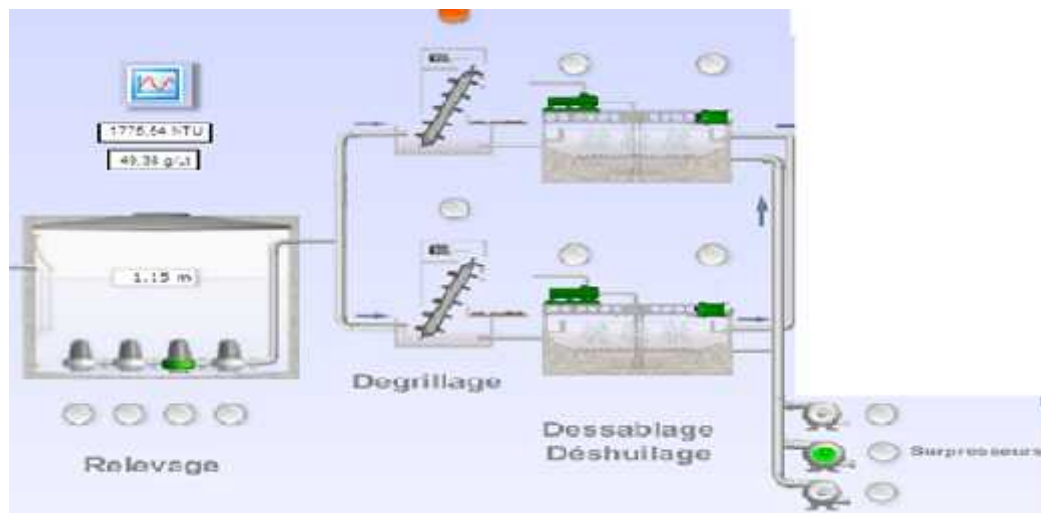


Figure 15 - Schéma du prétraitement de la STEP.

4.6.3.7. Grille grossière à nettoyage manuelle

L'eau provient du déversoir d'orage par gravité qui consiste à retenir les gros déchets solides aux moyens de grilles en acier inclinées de 70° à barreaux rectangulaires 10×50 mm, dont l'écartement de 50 mm est en fonction de l'efficacité voulue, sont ainsi éliminés les bois, plastiques, papiers et bouteilles, qui sont susceptibles de provoquer des dégâts aux conduites et machines des différentes unités de l'installation.

Les refus de grille sont déposés dans une remise d'égouttage à l'aide d'un râteau après avoir été déposé dans une remorque et transporté dans une décharge publique et l'eau récupéré durant cette étape est d'un niveau bas, et on utilise quatre pompes posées d'une façon successive et qui fonctionnent d'une façon alternative avec débit nominal de $1095 \text{ m}^3/\text{h}$ et

puissance nominale de 45kw pour chaque pompe, elles faient monter l'eau à un niveau plus haut où se trouve les deux grilles mécanisées et la grille manuelle (figure 16).



Photo 9 - La grille grossière de la STEP (Amar S., 2015).

4.6.3.8. Grille manuelle de By-pass

C'est un dégrilleur de secours dans le cas d'une crue ou une panne au niveau de la grille mécanisée. Cette grille en aluminium présente un écartement entre les barreaux de grille est de 30mm.

4.6.3.9. Grille fine mécanisée : deux unités (figure 17 et 18)

Les eaux usées passent par des grilles de plus en plus fine. Les dispositifs de curage des dégrilleurs seront conçus pour satisfaire, tant aux besoins d'un service intermittent, qu'à ceux d'un service continu. L'entraînement du dispositif de raclage se fera par motoréducteur électrique, commandé soit automatiquement par le contacteur différentiel de niveau, soit par le jeu de relais chronométriques ou manuellement. Le fonctionnement du dégrilleur mécanique sera entièrement automatique.

Le dégrilleur automatique doit être complété par un convoyeur qui transportera le refus raclé de la grille. Le fonctionnement du convoyeur est asservi à celui du dégrilleur. Cet équipement démarre en même temps que le dégrilleur et s'arrête T secondes après l'arrêt de celui-ci.



Photo 10 - Dégrilleur (Amar S., 2015).



Photo 11 - Les deux grilles mécanisées de la STEP (Amar S., 2015).

4.6.3.10. Dessableur - déshuileur (deux unités)

Le chenal de fuite des grilles est équipé de glissières destinées à recevoir des batardeaux ayant pour but l'isolement de un ou deux dessableurs. Dans ce cas, un trop-plein de sécurité est prévu à l'aval des grilles. Ce trop-plein est en communication avec le by-pass général de la STEP. Il est toujours à craindre une présence importante de sables, de matières minérales en suspension et d'huiles pouvant gêner, voire freiner le fonctionnement de l'installation. Pour cela, une phase de prétraitement des eaux usées dégrillées est réalisée dans un dessableur-déshuileur longitudinal aéré à deux compartiments ; il est constitué d'un chenal en béton de forme trapézoïdal longueur de 26 m et de largeur 4 m équipé d'un pont suceur et écumeur (figure 19). Ce pont animé d'un mouvement de va et vient est équipé d'un groupe moto-réducteur de translation de 0.37 kw ainsi que d'un arrêt d'urgence du « coup de poing ». L'eau est aérée dans les dessableurs via des rampes poreuses de type incolmatable à grosses bulles, les tuyauteries sont fabriquées en acier galvanisé.

La production d'air est assurée par deux suppresseurs rots de $580\text{m}^3/\text{h}$ sous 4m de chacun, permettant d'une part, la séparation du sable de l'eau et d'autre part favorisant l'accumulation des graisses et des huiles en surface. Le sable déposé au fond de l'ouvrage est relevé à l'aide d'une pompe « air lift » embarquée avec groupe moto suppresseur de 4kw est évacué vers un lit de séchage. Ces appareils sont doublés de pompes submersibles à effet VORTEX.

Les huiles sont récupérées à l'aide d'un racleur de surface et sont déversées dans un puisard à graisse pour être acheminées par un camion vers une décharge aménagée. Une lame d'écumage réglable, embarquée également, permet l'évacuation des flottants via un déversoir d'extrémité. Le puisard à flottants est équipé d'un groupe motoréducteur de vidange de $10\text{m}^3/\text{h}$ sous 10 mce.

Le débordement en fin d'ouvrage se fait sur un déversoir d'extrémité en paroi mince. L'effluent collecté dans un puisard d'extrémité est évacué gravitairement vers la suite du traitement.



Photo 12 - Bassin dessablage-déshuilage_(Amar S., 2015).

4.6.4. Traitement primaire

4.6.4.1. Décantation primaire (deux unités)

Son objectif est d'éliminer les particules dont la densité est supérieure à celle de l'eau par gravité, la vitesse de décantation est en fonction de la vitesse de chute des particules, qui elle-même est en fonction de divers autres paramètres parmi les quels : grosseur et densité des particules. L'eau prétraitée est envoyée des dessableur-déshuileur par un tuyauterie DN 600 vers un répartiteur aéré n° 01 qui contient deux chambres, qui à pour rôle de répartir l'eau en quantité égale pour les deux décanteurs primaires.

Cette tuyauterie est noyée dans le béton du radier et débouche dans une jupe siphonide de tranquillisation installée au centre de l'ouvrage.les deux bassins de décantation sont des bassins à ciel ouvert de type circulaire conique eu fond de pente 15°, d'une capacité de 1397m³. Chaque ouvrage DN 26m exécuté en béton armé est équipé de d'un mécanisme racleur. Il s'agit de mécanisme du type tracté avec pont tournant reposant d'une part sur un pivot central et d'autre part sur le voile périphérique de l'ouvrage sur lequel tourne la roue motrice entraînée par un groupe moto-réducteur. Le pont se déplace sur le bord du bassin tout en pivotant autour du point central d'assise. A ce pont est fixé le dispositif de raclage de fond (en pente) balayant la boue vers le centre du décanteur, il est également muni de racles de pré balayage qui est ensuite transférées par tuyauterie DN 80 mm vers le puisard à boue fraîche. Les flottants sont poussés par un racleur de surface solidaire de la passerelle et envoyés dans une trémie de récupération et acheminer vers la décharge publique.

Le dispositif de raclage de fond est du type relevable ceci permet les opérations d'entretiens sans qu'il soit nécessaire de vidanger le décanteur. Les eaux décantées sont déversées vers l'extérieur à travers des lames de débordement qui retiennent les déchets flottants qui déversent dans une goulotte périphérique (figure 20).



Fipfoto 13- Le décanteur primaire de la STEP (Amar S., 2015).

4.6.4.2. Traitement biologique (secondaire)

Le procédé est dit « traitement à boues activées » car l'ensemble des conditions favorables à une activité maximale des bactéries est mis en œuvre :

- un apport en oxygène suffisant, une agitation permanente afin de favoriser le contact entre bactéries et pollution, une concentration élevée en bactéries pour augmenter l'efficacité du traitement (figure 21).

La chaîne de traitement est composée de deux aérateurs, deux décanteurs secondaires et d'une boucle de recyclage des boues. Le traitement biologique est réalisé dans un ensemble complet qui comprend

4.6.4.3. Bassin d'aération (deux unités)

Les eaux en provenance des décanteurs primaires sont transportées gravitairement par un chenal vers les bassins d'aération.

4.6.4.4. Fonctionnement au niveau des bassins

Le traitement de l'eau usée s'effectue au moyen de micro-organismes (bactéries aérobies), en présence d'oxygène. Le rôle des bactéries est de consommer la pollution présente dans l'eau (matières organiques, matières colloïdales). Pour se développer, elles ont besoin d'oxygène. Au niveau de la STEP, il existe deux bassins d'aérations est de forme rectangulaire en béton armé. Chaque bassin contient trois aérateurs. Les eaux décantées arrivant dans un chenal de répartition aboutissant en tête des bassins.

Ce chenal est équipé de quatre pelles d'étangs inversées permettant d'ajuster le débit nominal de chaque ligne de traitement et d'en assurer l'équipartition. En cas de fausse manœuvre (vanne fermée), le débit peut passer en sur-verse de pelles d'étangs évitant ainsi tout risque de débordement sur le sol.

Les eaux circulent dans cet ensemble à une vitesse de l'ordre de 20 cm/s évitant ainsi les dépôts de boues. Au niveau des bassins d'aérations, le brassage et l'oxygénation de la liqueur mixte sont assurés par des aérateurs de surface à rotation lente installée sur des passerelles. L'aérateur de surface a pour rôle :

- D'apporter l'oxygène nécessaire aux bactéries épuratrices.
- De provoquer une intense turbulence qui permet, d'une part, le maintien en suspension des boues activées, et d'autre part, de renforcer le contact intime de l'eau brute avec les bactéries épuratrices.

Le bassin d'aération est équipé aussi d'un oxymètre permettant de contrôler en continu la teneur en oxygène de la biomasse et la régulation de la vitesse des aérateurs.

Les six aérateurs fonctionnent d'une façon alternative trois à trois parce que il ya une surconsommation d'électricité qui peut coûter chère, Après un temps de contact suffisant, le mélange eaux/boues activées est évacuées dans une goulotte de collecte via une lame de débordement et cloison siphonide réalisée en béton, vers le traitement suivant.



Photo 14 - Bassin d'aération (Amar S., 2015).

4.5.2.3 **Décanteur secondaire** (deux unités)

La liqueur mixte en provenance des deux bassins d'aérations est transportée gravitairement vers une chambre de répartition n° 3 (figure 22) divisant les eaux vers les deux décanteurs de forme circulaire conique au fond pour y être clarifiées. L'alimentation se fait au moyen d'une conduite en siphon surmontée au centre du bassin et d'une jupe de répartition.

Le bassin de 36 m de diamètre est équipé d'un pont racleur de fond ramenant les boues sédimentées sur le radier de l'ouvrage vers la fosse centrale à boues, d'où ces dernières seront reprises par l'intermédiaire de tuyauteries vers les vis d'Archimède (figure 24), et d'un racleur de surface pour l'élimination des déchets flottants dans un puisard annexe à chaque ouvrage (figure 23).

Ils sont équipés d'une pompe refoulant de liquide vers les décanteurs primaires, tandis que l'eau clarifiée est évacuée par sur-verse dans une rigole périphérique vers la chloration.



Photo 15 - Tour de répartition N° 3 (Amar S., 2015).



Figure 32 - Les vis d'Archimède (Amar S., 2015).



Photo 16- Décanteur secondaire (Amar S., 2015).

4.6.4.5. Poste de recirculation des boues

Les boues reprises au centre du décanteur secondaire sont transférées gravitairement vers les vis d'Archimède (figure 24) qui sont localisées à l'aval de chaque bassin d'aération en tête de la cellule. Le fonctionnement des vis est asservi à un jeu de minuterie définissant la cadence de fonctionnement. Les boues de recirculation légères rejoignent la tête du bassin d'aération par un chenal équipé d'un jaugeur venturi muni d'une échelle graduée en m^3/h , et la boue lourde est envoyée à l'aide de deux pompes vers le stabilisateur.

4.6.4.6. Chloration

La désinfection est employée pour réduire les constituants microbiologiques (FAO, 2002). Si les eaux usées sont destinées à l'irrigation, des procédés d'élimination sont donc nécessaires (STEP SBA, 2011).

Dans la STEP de Sidi Bel Abbas, la désinfection se fait par la collecte des eaux usées issues du traitement secondaire (biologique) dans un grand bassin dit « bassin de chloration » (figure 25): une cuve en béton de $700 m^3$ de capacité, le temps de contact est donc supérieur à 3mn au débit moyen



Photo 17- Bassin de chloration (Amar S., 2015).



Photo 18- Déversement de l'eau traitée dans l'Oued Mekerra (Amar S., 2015).

4.6.4.7. Ligne boues :

- Puisard à boue :

Les boues fraîches acheminées à cet endroit par tuyauterie DN 150 mm pénètrent dans un puisard de tête équipé de deux déversoirs en vue de la répartition des boues vers les deux bassins de stabilisation (figure 27).

- Stabilisation des boues :

Pour empêcher ou réduire les problèmes de fermentation et d'éviter ainsi les nuisances olfactives. La stabilisation peut être biologique par voie aérobie (c'est le même principe de l'aération de l'eau).

- L'épaississement des boues :

L'épaississement des boues a pour but de les concentrer au maximum avant de les envoyer sur les lits de séchage. Les boues stabilisées sont pompées vers l'épaississeur où elles sont introduites dans un ouvrage qui se présente sous forme d'un cylindre à fond conique en béton armé à faible pente et de 16m de diamètre (figure 27). Les boues s'épaississent par l'action de la pesanteur et du mécanisme racleur équipé de herse pour faciliter le dégagement de l'eau en créant des "chemins" dans la masse de boue. L'eau ainsi séparée passe en sur-verse dans une goulotte périphérique d'où elle est retournée en tête du poste, tandis que les boues épaisses

sont ramenées par raclette de fond dans une fosse centrale, d'où elles sont envoyées à l'aide d'une pompe vers les lits de séchage .



Photo 19 - Epaisseur des boues (Amar S., 2015).

4.6.4.8. Lits de séchage :

La déshydratation des boues sur lits de séchage est la plus vieille technique de déshydratation. Le principe en est : la filtration naturelle par gravité et le séchage de la boue à l'air par évaporation ce qui peut être estimé à une ou deux semaines. Les boues épaisses sont épandues sur 24 lits de séchage pour y être déshydratés naturellement (figure 28).



Photo 20- Les lits de séchage (Amar S., 2015).

CHAPITRE 5

Partie expérimentale

A) Analyse des eaux de la STEP

Présentation de zone d'étude

5.1 Localisation de la station STEP de la ville de Sidi Bel Abbés (figure 37) .

Elle est localisée au Nord- Est de la ville de Sidi Bel Abbés . La station de traitement et d'épuration des eaux usées a une capacité de 300000 Eq /hab (ONA, 2014).



Figure 37 - La STEP de Sidi Bel Abbés (Google Earth ; 2015).

Tableau 17 - Caractéristiques des eaux brutes et épurées (OMS, 2014)

Paramètres	Eaux brutes	Eaux épurées
DBO5..... (mg/l)	424	30
DCO..... (mg/l)	930	90
MES..... (mg/l)	550	30

5.2. Objectif

L'objectif de ce travail consiste à étudier l'efficacité d'assainissement de la station d'épuration d'une part, et de connaître l'impact des eaux usées sur le procédé d'épuration par le principe de boue activée à moyenne charge et d'autre part d'étudier la possibilité d'utiliser un mollusque d'eau douce (*A. ssp*) comme organisme filtrant des eaux usées domestiques épurées et de suivre la résistance de la faune aquatique à ces eaux cas de l'espèce *Cyprinus carpio* afin d'arriver à alimenter les plans d'eau de la wilaya de Sidi Bel Abbés dans le cadre de la réutilisation des eaux usées épurées.

5.3. Matériels et méthodes

Les analyses ont été effectuées du mois de Janvier jusqu'au mois de Mai 2015 à raison d'un prélèvement par semaine. De ce fait, deux points de prélèvement ont été choisis. Le premier, il s'agit de l'eau brute, le prélèvement s'effectue après l'étape de dégrillage.

Une deuxième prise d'eau épurée se fait à la sortie du décanteur. L'eau prélevée est récupérée dans des flacons de 500 ml, puis conservée dans une glacière afin d'être analysée au niveau du laboratoire de la STEP de Sidi Bel Abbès conformément à la réglementation. Les paramètres physiques et chimiques sont mesurés au niveau du laboratoire cité précédemment (tableau 17 et 18).

Tableau 18 - Appareillages utilisés pour les analyses physiques des usées de la STEP de SBA.

Paramètres	Appareils de mesure
Température et pH	pH mètre
conductivité	conductimètre
Turbidité	Turbidimètre
DBO ₅	DBO mètre
MES	Méthode de centrifugation

Tableau 19 - Appareil de mesure des paramètres chimiques des eaux

Paramètres chimiques	Appareil de mesure
NO ₃ ⁻	Spectrophotomètre (UV)
NH ₄ ⁺	
PO ₄ ⁻	
NO ₂ ⁻	

Laboratoire d'analyse de l'eau de la STEP :

La STEP est équipée d'un laboratoire, processus spécifique au domaine de l'assainissement : Il regroupe un personnel de laboratoire et de télégestion permettant de récolter les informations sur la nature des eaux usées et les eaux épurées à travers les analyses des paramètres. Les résultats sont archivés dans une base de données informatique.

- Les analyses de base en épuration DBO₅. DCO. MES. analyse de boue MS. siccité sont maîtrisées.



Photo 21- Laboratoire de la STEP Sidi Bel Abbès (Amar, S., 2015).

5.4. RESULTATS

5.4.1. Analyse des eaux de la STEP (Janvier 2015)

Les valeurs du **pH** de l'**eau usée brute** sont comprises entre 8,37 et 8,55 (alcalin) ce qui justifie les valeurs des effluents d'origine urbaine (Rejsek, 2002).

A **la sortie** de la station d'épuration, les valeurs enregistrées sont comprises entre 8,37 et 8,50. Elles restent toujours inférieures aux normes (8.50) excepté l'eau traitée de la troisième semaine du mois de Janvier où la valeur du pH atteint la limite des normes (tableau 20). On note une légère différence entre le **pH** de l'eau **traitée** et celui de l'eau usée brute. ceci est due probablement aux réactions chimiques et/ou biologiques qui produisent des ions acides ou qui consomment des ions basiques. N'oubliant pas les réactions de nitrification qui entraînent une acidification du milieu (Rejsek , 2002).

Quant aux valeurs des **températures à l'entrée** de la station sont comprises entre 11,85 et 14,54° C. Tandis qu'à **la sortie**, les valeurs enregistrées sont comprises entre 8 et 13,7°C. Ces différentes valeurs sont liées aux conditions climatiques et sont acceptables car elles restent en dessous de la norme fixée par l'OMS à 30°C.

A l'entrée et à la sortie de la STEP, les valeurs sont très proches avec une légère augmentation de la température de l'eau brute probablement liée à la température des conduits acheminant les eaux usées vers la station.

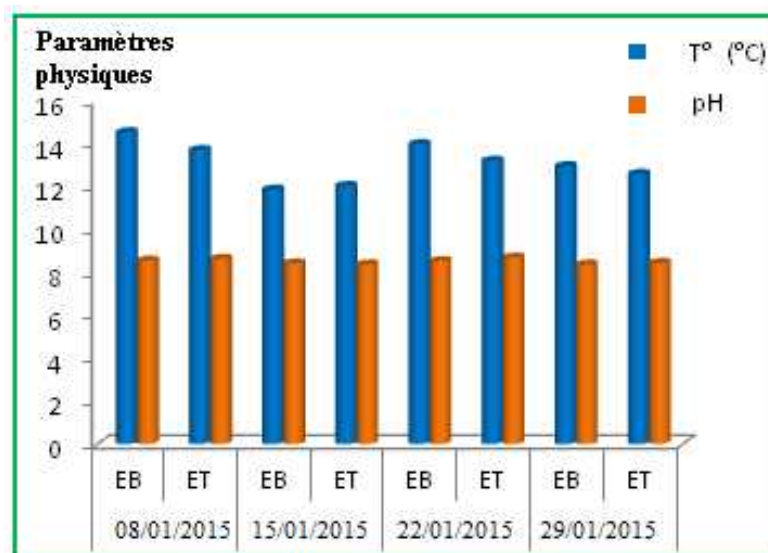


Figure 39 - Evaluation de la température et le pH des eaux usées durant le mois Janvier.

Tableau 20 - Résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées domestiques de la STEP de SBA

	P1 :08/01/2015		P2 :15/01/2015		P3 :22/01/2015		P4 : 29 01/2015	
	EB	ET	EB	ET	EB	ET	EB	ET
T° (°C)	14.53	13.7	11,86	12,03	13.98	13.21	12,95	12,59
pH	8.55	8.50	8,42	8,37	8.53	8.49	8,37	8,44
Conductivité ($\mu\text{s/cm}$)	1585	1259	1545	1235	1372	1183	1281	1177
Turbidité (NTU)	517	32.34	237	25,32	306	23.87	103	27,95
MES ... (mg/l)	703	10. 8	331	8,4	253 ,41	7,6	259,5	8,4
DBO₅ ...(mg/l)	183	15.6	183	10,9	290	15.6	405	18,6
DCO ... (mg/l)	437	36.30	452,12	37,63	646.13	30.92	527,81	40,55
DCO /DBO₅ ...(mg/l)	2,38	6.48	2.47	3.45	2.22	1.98	1.30	2.18
NO₃-N (mg/l)	0.07	1,02	0,11	1,01	0.25	1.05	0,02	0,95
NO₂-N (mg/l)	0,01	0.10	0,09	0,02	0.01	0.17	0,01	0,12
PO₄..... (mg/l)	1,52	1,60	1,13	1,08	0,59	1,70	1,53	1,28
NH₄⁺... (mg/l)	8,59	2,21	8,07	3,07	10.21	3.03	8,82	3,00

Le tableau 19 révèle que l'eau brute possède une gamme de conductivité qui varie dans l'intervalle 1281-1585 $\mu\text{s/cm}$. Par contre pour l'eau traitée, cette conductivité oscille entre 1177 et 1259 $\mu\text{s/cm}$. Cette légère diminution pourrait être expliquée par la sédimentation des sels minéraux dans le décanteur qui se sont concentrés dans les boues (figure 40).



Figure 40 – Valeurs la conductivité dans les eaux brutes et traitées

Les **turbidités** enregistrées dans les eaux usées brutes varient entre 103 UTN et 517 UTN, tandis qu'à la sortie les valeurs obtenues est de 32,34 UTN et 23,87 UTN (Tableau 20). Ces valeurs répondent aux normes (50 UTN). Cette diminution des valeurs réduites de la turbidité dans les eaux épurées est due à la bonne décantation des boues (Jora, 1993).

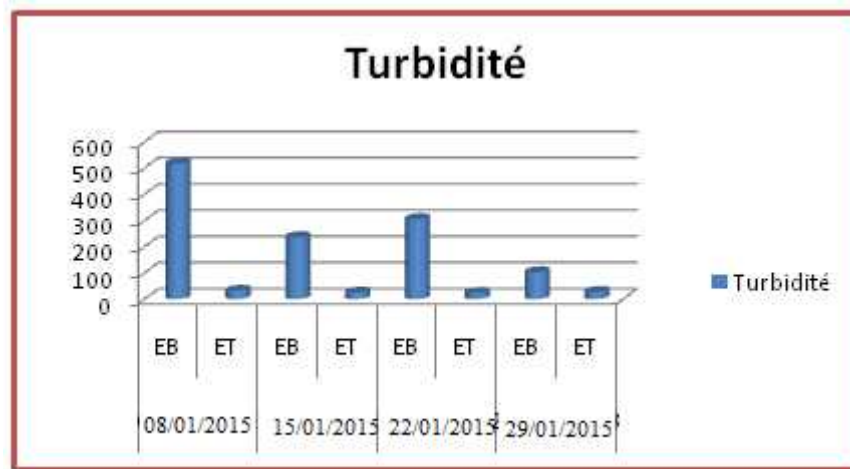


Figure 41 – Valeurs turbidité dans les eaux brutes et traitées

Les valeurs des **MES** à l'entrée de la station sont entre 253,41 et 703 mg/l. Selon Baumont (2002), le maintien d'une concentration importante en MES dans les eaux usées gêne considérablement l'efficacité des traitements destinés à éliminer les germes pathogènes. La valeur extrême de la MES dans les eaux brutes est due aux fortes pluies du mois de Janvier.

A la sortie de la station, on enregistre une valeur des MES en accord avec les normes fixées à un maximum de 30 mg/l. Sur le même tableau, on observe également une diminution importante de la teneur en **MES** dans les eaux traitées. Elle est probablement due à l'élimination des particules par le dégrilleur ainsi que par le phénomène d'adsorption des matières en suspension sur les floccs biologiques d'une part et à la bonne sédimentation au niveau du clarificateur d'autre part. Ces mêmes constatations ont été faites par Rejesk (2001).

Le taux de diminution de la teneur en **MES** après le traitement est représenté par la figure 33, il est de l'ordre de 97.49%. Ce taux obtenu répond au rendement épuratoire minimal pour un traitement efficace qui est égal à 90% (Rejesk, 2001).

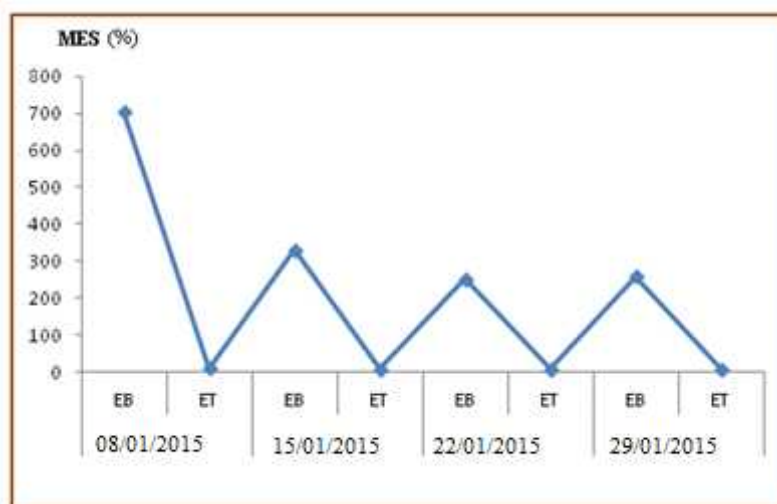


Figure 42 - Variations de la MES des eaux usées domestiques de la station d'épuration de Sidi Bel Abbès.

La mesure de la **DBO₅** permet d'évaluer le contenu d'une eau en matières organiques biodégradables, donc son degré de pollution ou sa qualité.

Le tableau 1 représente la variation de la **DBO₅** de l'eau **brute** et de l'eau **traitée**. Il est à noter que l'eau brute à l'entrée de la station présente une **DBO₅** avec des valeurs entre 183 et 405 mg d'O₂/l.

Ces valeurs sont élevées par rapport aux eaux usées domestiques. Cneru en 1980 classe ce type d'eau usée comme une eau usée de type urbaine fortement polluée. Par contre, pour l'eau **traitée**, la **DBO₅** présente une certaine stabilité entre 10,9 – 18,6 mg d'O₂/l. On remarque que les valeurs après traitement des boues activées sont très satisfaisantes par rapport à l'objectif de la station (norme en dessous de 30 mg d'O₂/l).

Cette réduction de la **DBO₅** a été signalée par Cardot en 1999, qui due l'activité des micro-organismes épurateurs qui assurent la dégradation et la transformation de la matière organique permettant donc l'élimination de la pollution organique, ainsi que le bon fonctionnement du clarificateur qui assure une décantation efficace favorisant ainsi la sédimentation des boues responsables à l'élimination de la quasi-totalité de la **DBO₅**.

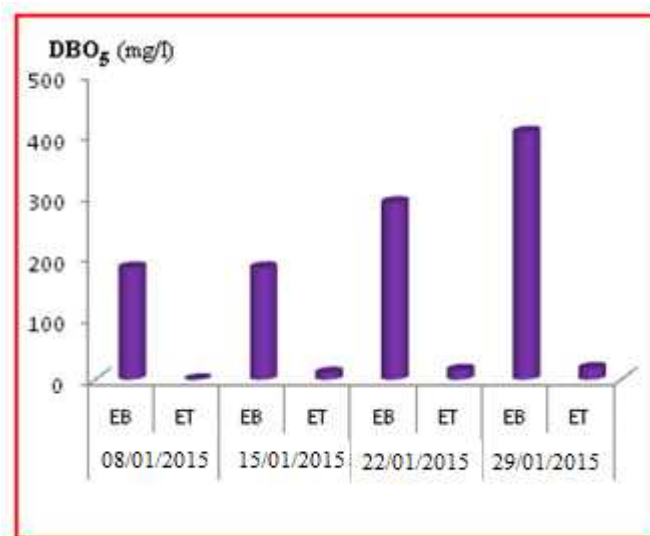


Figure 43 – Fluctuation de la DBO5 dans les eaux usées de la STEP de SBA.

La **DCO** correspond à la teneur de l'ensemble des matières organiques. On observe toujours une $DCO > DBO$, tout simplement que les bactéries ne permettent pas d'oxyder les éléments organiques et chimiques les plus stables comme on le constate dans le tableau 1. Les résultats à **l'entrée** sont comprise entre 437 et 646.13 mg d'O₂/l. Ces valeurs sont dans la gamme de 300 à 700 mg d'O₂/l confirmant ainsi l'origine urbaine des rejets.

On note une valeur maximale de la **DCO** de 646.13 mg d'O₂/l pendant le prélèvement (**P3**) elle est supérieure à 1000 mg d'O₂/l. Cette valeur légèrement élevée de la DCO s'expliquerait dans notre cas, par la présence d'une fraction des matières organiques non biodégradables dans l'effluent traité. Cette explication a été signalée par Audic (1990).

Tandis qu'à **la sortie** de la station, les valeurs de la **DCO** de l'eau **traitée** sont comprises entre 30,96 et 40,55 mg d'O₂/l avec une moyenne de 36,35 mg d'O₂/l. Cette valeur reste inférieure aux normes (90mg/l).

Les rendements épuratoires de le DCO et de la DBO₅ sont très satisfaisants avec des taux de 95.21% pour la DCO et de 94.62% pour la DBO₅ (Annexe). Ces valeurs sont supérieures à 90%. Selon Rejesk , 2002, ces valeurs caractérisent une épuration efficace des eaux usées.

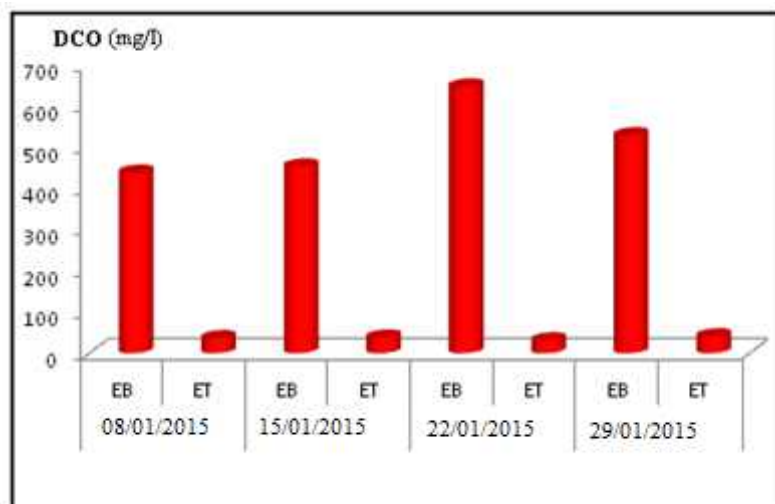


Figure 44 - Evolution de la DCO dans les eaux usées de la STEP de SBA.

Les eaux usées qui arrivent à la STEP contiennent majoritairement de l'azote organique.

L'ammonification de cet azote se poursuit jusqu'à ce qu'il se présente à l'**entrée** du bassin à boues activées principalement sous la forme d'azote ammoniacale.

Sur le tableau 1, on constate une augmentation de la teneur en **nitrites** (NO_2) dans les eaux traitées. Cette augmentation pourrait être expliquée par une réaction de nitrification de l'azote organique présent dans l'effluent. Cette même remarque a été indiquée dans les travaux de Putz en 2002. Ce même auteur stipule que lors du traitement biologique des eaux usées, le $\text{NH}_4\text{-N}$ (Azote ammoniacal) est transformé en $\text{NO}_2\text{-N}$ (Nitrites) puis en $\text{NO}_3\text{-N}$ (Nitrates) grâce à l'apport de l'oxygène.

Ces réactions montrent que l'oxydation par voie biologique de l'ammoniaque en nitrate consomme une très forte quantité d'oxygène, libère des protons H^+ principalement en nitratisation et produit une très faible synthèse de biomasse. Le taux des nitrates des eaux à la sortie de la STEP reste acceptable et conforme aux normes de l'OMS : 50 mg/l.

Associés aux nitrates, les phosphates favorisent la croissance parfois exagérée de la flore aquatique, pouvant ainsi entraîner une eutrophisation des fleuves et des lacs. La concentration en **phosphore** à l'**entrée** de la station est variant entre 0.59 et 1,53 mg/l, alors qu'à la sortie, les valeurs oscillent entre 1,08 et 1.70mg/l. Les résultats paraissent peu satisfaisants par rapport aux normes (< 2 mg/l).

Le traitement biologique par boues activées n'est pas très efficace en ce qui concerne les effluents phosphatés, d'où la nécessité d'un traitement de déphosphatation.

Selon Rejesk (2002) ce traitement consiste en un traitement physicochimique qui permet la précipitation des phosphates ou bien un traitement biologique par l'ajout d'une zone d'anaérobie en tête de la STEP. Ceci n'est pas le cas dans cette station d'étude d'où ces valeurs sont peu satisfaisantes.

Les valeurs obtenus de l'azote ammoniacale à l'entrée varient entre 8,07 mg/l et 10.21 mg/l, alors qu'à la sortie, ces valeurs diminuent régressivement et oscillent entre 2,21 mg/l et 3.07 mg/l. L'ammoniaque rencontrée dans les eaux usées traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique par l'oxygène lorsque la teneur de ce dernier est insuffisante (Nisbet et al ,1970),. Cela explique l'élévation des teneurs en (NH₄⁺). Les concentrations des eaux épurées sont adéquates aux normes (< 3 mg/l).

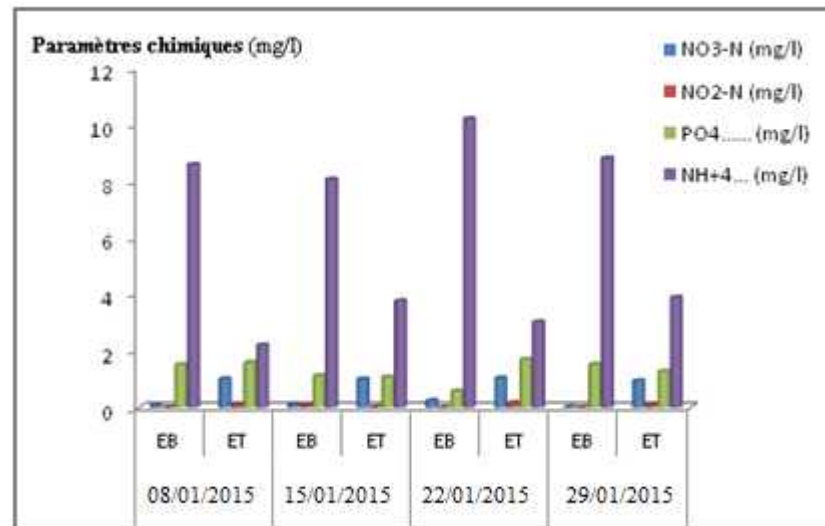


Figure 45 - Valeurs des paramètres chimiques enregistrées dans les eaux usées de la STEP de SBA.

Le rapport DCO / DBO₅ détermine la possibilité de dégradation que l'on peut espérer par un traitement d'oxydation biologique. Les valeurs sont comprises entre 1,303 et 2.470 avec une moyenne de 2.11. Des valeurs qui restent, durant tout ce mois, inférieures à 3, signifie que l'effluent possède une bonne biodégradabilité (Cardot, 1999).

5.4.2. Analyse des eaux de la STEP (Février 2015)

Les résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées brutes et épurée de la STEP Sidi Bel Abbes sont regroupés dans le tableau 21.

La température joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz. Elle conditionne les équilibres de dissociation et elle agit sur la conductivité électrique (El Maroufy, 1992).. Généralement, les valeurs moyennes et extrêmes de la température des eaux usées brutes au cours des quatre semaines de mois février varient entre 11.71°C et 16.24°C, tandis que les valeurs enregistrées dans les eaux épurées sont comprise entre 11.38 et 15, 04°C.

Tableau 21 - Résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées du mois Février.

	P1 (05/02/2015)		P2 (12/02/2015)		P3 (19/02/2015)		P4 (29/02/2015)	
	EB	ET	EB	ET	EB	ET	EB	ET
T° (°C)	14,41	11,46	11,71	11,38	16,24	15,04	12,96	12,78
pH	8,33	8,48	8,26	8,29	8,23	8,30	8,50	8,48
Conductivité (µs/cm)	1879	1312	1445	1142	1623	1255	1817	1317
Turbidité (NTU)	657	51,52	512	44,72	393	52,72	439	31,30
MES (mg/l)	356	29,2	461,5	32,4	1577,5	29,6	625	10,4
DBO ₅(mg/l)	473	13,1	209	10,2	516,25	34,92	273	11,8
DCO(mg/l)	514,36	40,10	529,48	36,69	516,25	34,92	493,3 6	36,22
DCO /DBO ₅(mg/l)	1,08	3,06	2,53	3,59	1	1	1,80	3,06
NO ₃ -N(mg/l)	0,08	0,96	0,01	1,01	0,01	0,96	0,09	0,94
NO ₂ -N..... (mg/l)	0,15	0,01	0,01	0,08	0,03	0,07	0,01	0,07
PO ₄ (mg/l)	1,75	1,30	2,88	1,47	1,67	1,29	1,49	1,68
NH ₄ ⁺ (mg/l)	10,20	3,61	8,91	3,46	9,28	3,98	9,00	2,18

Ces températures sont inférieures aux normes (30°C), considérée comme valeur limite de rejets directs dans le milieu récepteur. Ces résultats concordent avec El Guamri et al. (2007) à Kenitra Et Oulkheir (2002).

Le potentiel d'Hydrogène est un indicateur de la pollution, il varie suite à la nature des effluents basiques (Cuisson, lavage...) ou acide (les acide acétique et les dérivés chlorés...).

La gamme du pH biologique se situe entre 6,5 et 8,5. En dehors de cette gamme, le pH a des effets néfastes sur la vie aquatique et bloque les processus d'autoépuration (Neal et al, 2000). Une baisse de pH peut augmenter la toxicité (Rodier, 1996). Pendant les quatre périodes échantillonnages d'eaux

usées brutes pendant le mois de Février, les analyses effectuées montrent que le pH de l'ensemble des échantillons est compris entre 8,26 et 8.50. Quant aux eaux épurées, une faible diminution des valeurs de pH est observée (tableau 21). Cette forte basicité est due en grande partie aux différentes activités ménagères. Mais ces valeurs répondent toujours aux normes de rejet de l'OMS (1986) : entre 7,8 et 8,5.

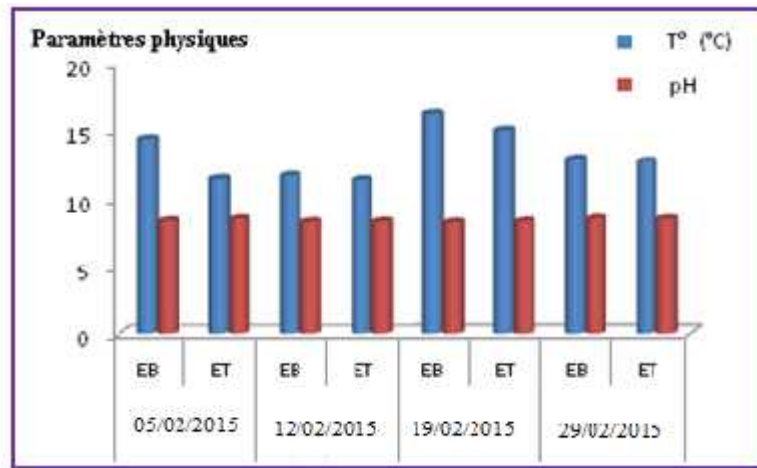


Figure 46 - Fluctuations des paramètres physico-chimiques des eaux usées de la STEP de Sidi Bel Abbès.

La conductivité électrique (CE) d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm² de surface séparés l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique (ONEP, 1999). Elle permet d'évaluer la minéralisation globale et d'estimer la totalité des sels solubles dans l'eau (Rodier, 1984 ; Pescod, 1985). La teneur de la conductivité électrique est probablement l'une des plus simples et des plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux usées. Le potentiel redox est une grandeur de mesure permettant de quantifier la présence d'oxydant dans un fluide dans certaines conditions. Lorsqu'il est positif, il traduit une activité électronique faible, donc une capacité à prendre des électrons (pouvoir oxydant), inversement quand les valeurs du potentiel redox sont négatives (ils absorbent des électrons), il entend une capacité importante à prendre les électrons. Durant les quatre prélèvements effectués au mois de février, toutes les valeurs du potentiel redox sont positives, avec des valeurs des eaux brutes qui oscillent entre 1445 et 1879 $\mu\text{s/cm}$, tandis que les eaux épuré enregistre une légère diminution dont la valeur maximale atteint 1317 $\mu\text{s/cm}$ (tableau 21 et figure 46).



Figure 47 – Valeurs de la conductivité électrique des eaux usées de la STEP de Sidi Bel Abbès.

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisées: argile, limons, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces matières mesure son degré de turbidité (Jemali et. Kefati, 2002). Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace. D'après les résultats obtenus de la turbidité des eaux brutes qui varient dans l'intervalle de 393NTU et 657 NTU, et des eaux épurées qui oscillent entre 31.30 NTU et 52,72NTU ces valeurs enregistrés sont supérieurs au (normes de rejets <50 NTU).

Les valeurs importantes de la turbidité dans les eaux épurées (figure 48) sont liée souvent à la forte pluviométrie enregistrée au mois février, dont les eaux usées domestiques sont mélangées avec les eaux pluviales, ces derniers sont très chargées aux matières en suspension finement divisées: argile, limons, grains de silice, matières organiques, etc. Cette forte charge des particules et les mauvaises conditions climatiques génèrent la décantation des boues (Jora, 1993). Ceci permet de conclure que les eaux usées de la STEP Sidi Bel Abbes sont fortement troubles au cours du mois février.



Figure 48 - Evaluation de la turbidité des eaux brutes et épurées de la STEP de Sidi Bel Abbes.

Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées. La connaissance de la concentration des éléments colloïdaux dans les eaux usées est nécessaire dans l'évaluation de l'impact de la pollution sur le milieu aquatique. La quantité de la matière en suspension enregistrés dans les eaux brutes est comprise entre 325 et 1577,5 mg/l. Alors que les valeurs obtenues dans les eaux épurées oscillent entre 10, 4 et 32.4 mg/l. Les teneurs en MES durant le mois de Février, sont adéquates aux normes (30mg/l) excepté la valeur de la deuxième semaine du mois (tableau 20). Ces résultats sont liés souvent à la charge importante en matières organique et minérale engendrées par les fortes précipitations.

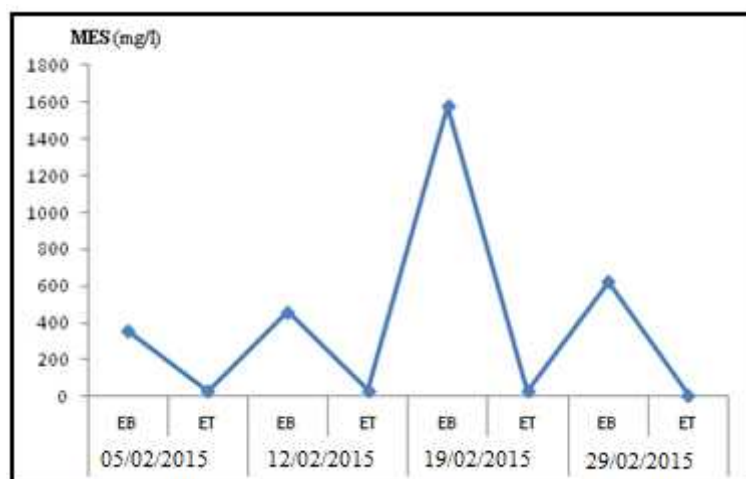


Figure 49 - Teneurs en MES enregistrés dans les eaux usées de la STEP de Sidi Bel Abbas.

La demande Biochimique en Oxygène (DBO₅): les valeurs enregistrées de la DBO₅ des eaux brutes sont entre 209 et 516,25 mg/l d'O₂. Tandis que de fortes diminutions sont enregistrées dans les eaux épurées (tableau 20). Ces teneurs sont inférieures aux normes. Cela confirme l'efficacité de l'activité microbologique.

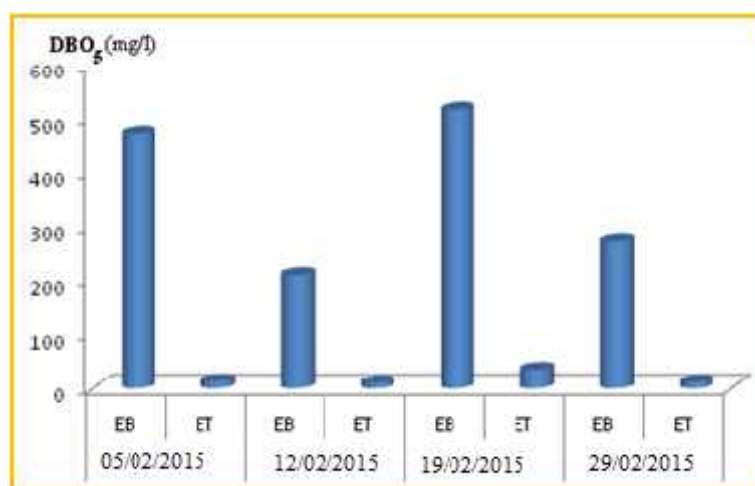


Figure 50 - Evolution de la DBO₅ dans les eaux usées de la station d'épuration de Sidi Bel Abbas.

Les valeurs de la DCO des eaux brutes varient entre 493.36 et 529.48 mg/litre. Les valeurs de la DCO enregistrées dans l'ensemble des prélèvements d'eaux épurées sont très faibles par rapport aux eaux brutes (tableau 21 et figure 51). Les teneurs de la DCO sont beaucoup inférieures aux normes de rejet (90mg/l).

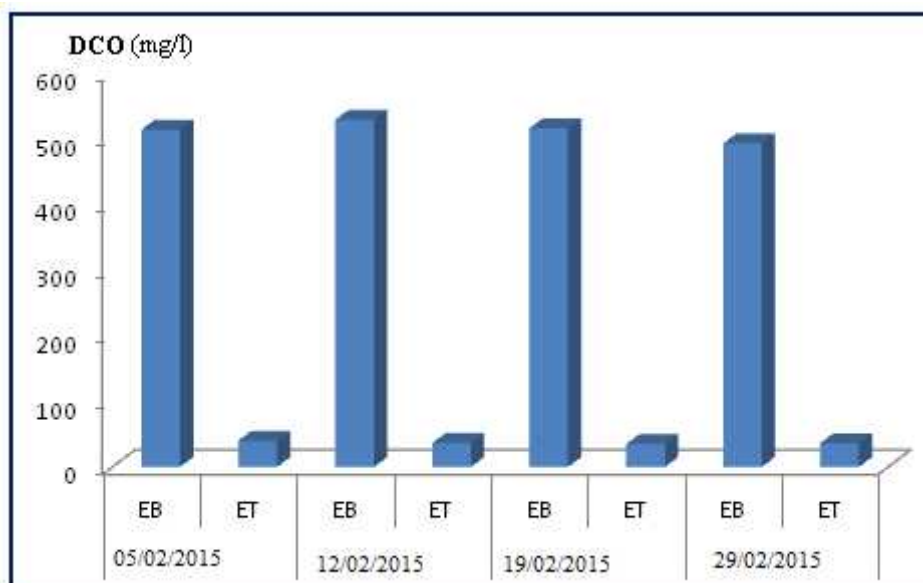


Figure 51 - Valeurs de la DCO des eaux usées domestiques de la STEP de Sidi Bel Abbès.

Les rendements épuratoires de la DCO et de la DBO₅ sont très satisfaisants avec des taux de 97.03% pour la DCO et de 96.42% pour la DBO₅ (Annexe). Ces valeurs sont supérieures à 90%. 2002. Ceci confirme une épuration efficace des eaux usées, déjà signaler précédemment.

Les concentrations des **nitrites** dans les eaux brutes varient entre 0.01 et 0.09 mg/l, alors que ces valeurs augmentent très fortement dans les eaux épurées (tableau).

Les concentrations des **nitrites** sont très faibles et elles sont entre 0.03 et 0.15 mg/l. Les faibles concentrations des **nitrites** rencontrées au niveau des eaux usées brutes se situent entre 0.01 et 0,08 mg/l. Par contre, les eaux épurées enregistrent des valeurs comprises entre 0.004 et 0.01 mg/l. Ceci pourrait être expliquer par le fait que l'ion nitrite (NO₂⁻) est un composé intermédiaire, instable en présence de l'oxygène, dont la concentration est généralement très inférieure à celle des deux formes qui lui sont liées, les ions nitrates et ammonium (Thomas, 1985).

La concentration en **phosphore** à l'**entrée** de la station révèle des valeurs comprises entre 1,47 et 2.88 mg/l, alors qu'à la sortie, les teneurs oscillent entre 1.30 et 1.68 mg/l. Les résultats paraissent peu satisfaisants par rapport aux normes (<2 mg/l).

Le traitement biologique par boues activées n'est pas très efficace en ce qui concerne les effluents phosphatés d'où la nécessité d'un traitement de déphosphatation est exigée.

Selon Rejesk (2002) ; ce traitement consiste en un traitement physico-chimique qui permet la précipitation des phosphates ou bien un traitement biologique par l'ajout d'une zone d'anaérobie en tête de la STEP. Ceci n'est pas le cas dans cette station d'étude d'où ces valeurs peu satisfaisantes.

On remarque une légère diminution dans les valeurs obtenus de **l'azote ammoniac** de l'entrée qui enregistre une valeur maximale 10.20 mg/l vers la sortie avec une valeur 3.9 mg/l (figure 52). Cette baisse est mise en œuvre par une réaction chimique dite nitrification .L'ammoniac est un des maillons du cycle complexe de l'azote. Dans son état primitif, l'ammoniac est un gaz soluble dans l'eau, mais suivant les conditions de pH il se transforme, soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée.

D'après Nisbet et al (1970), l'ammoniac rencontré dans les eaux usées traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique lorsque la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation, Cela explique l'élévation des teneurs en (NH₄⁺). Le prélèvement **P1 et P3** des eaux brutes et épurées sont très chargées en ammoniac dont les concentrations sont haut delà des normes (< 3 mg/l).

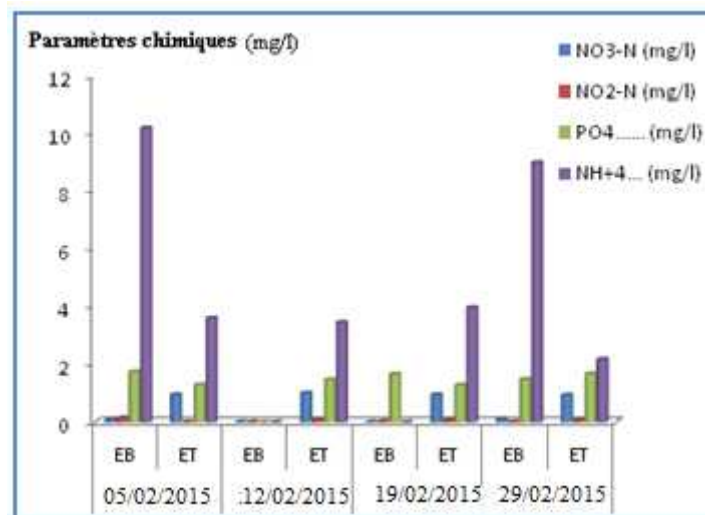


Figure 52 – Concentrations enregistrées des éléments chimiques dans les eaux usées domestiques de la station d'épuration de SBA.

Le rapport DCO / DBO5 détermine la possibilité de dégradation que l'on peut espérer par un traitement d'oxydation biologique. Les valeurs obtenues sont comprises entre 1 et 3.59 avec une moyenne de 2.14 (figure 53). Les autres teneurs durant tout ce mois paraissent inférieures à 3, ce qui signifie selon Cardot 1999, l'effluent possède une bonne biodégradabilité.

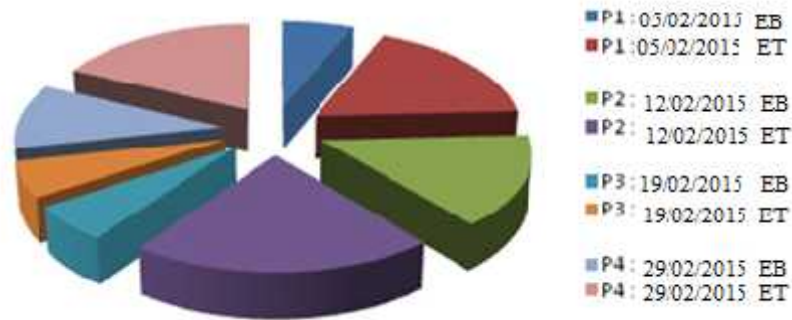


Figure 53 - Le rapport DCO / DBO5 au mois février.

5.4. 3. Analyse des eaux de la STEP (Mars 2015)

Les analyses physico-chimiques des eaux usées brutes et épurée de la STEP Sidi Bel Abbas ont été effectuées au niveau du laboratoire et les valeurs obtenues sont mentionnées dans le tableau 22.

Tableau 21 - Résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées domestiques de la station d'épuration de Sidi Bel Abbas.

	P1 :04/03/2015		P2 :12/03/2015		P3 :19/03/2015		P4 : 29 03/2015	
	EB	ET	EB	ET	EB	ET	EB	ET
T° (°C)	15,25	12,23	17,37	15,78	16,4	15,92	16	15,29
pH	7,84	7,82	8,17	8,22	8,19	8,17	8,24	8,23
Conductivité (µs/cm)	1559	1129	1556	1190	1470	1105	1430	1035
Turbidité (NTU)	120	27,06	573	31,34	395	26,96	575	31,29
MES (mg/l)	726,5	6	809	12,8	628,5	12	844	10
DBO ₅(mg/l)	356	16,9	567	20,8	378	21,3	520	15,2
DCO(mg/l)	1201,12	62,47	628,74	69,70	600,20	52,99	685 ,11	48,03
DCO /DBO ₅(mg/l)	3.37	3.69	1.01	3.35	1.58	2.48	1.31	3.17
NO ₃ -N..... (mg/l)	0,05	0,09	0,0039	0,0031	0,30	0,009	0,04	0,05
NO ₂ -N(mg/l)	0,006	0,01	0,0037	0,0031	0,06	0,006	0,004	0,003
PO ₄(mg/l)	0,44	0,79	0,77	1,31	0,74	0,45	3,63	2,74
NH ⁺ ₄(mg/l)	10,45	7,68	2,06	1,01	8,75	6,23	6,58	2,51

La température des eaux usées brutes au cours des quatre semaines de mois Mars varient entre 15.25 et 17.37°C, tandis que les valeurs enregistrées de la température des eaux épurées sont comprise entre 12.23 et 15, 92°C. Ces valeurs de la température sont inférieures à la norme 30°C. Cette dernières est considérée comme valeur limite de rejets directs dans le milieu récepteur.

Ces résultats concordent avec ceux d'El Guamri et al. (2007) à Kenitra et Oulkheir (2002).

Le potentiel d'Hydrogène (figure 45)

Pendant les quatre échantillonnages du mois de Mars, les analyses effectuées sur les eaux usées brutes montrent que le pH de l'ensemble des échantillons reste entre 7.84 et 8.24. Quant aux eaux épurées une faible diminution apparaît au niveau de la première, troisième et quatrième semaine excepté la deuxième du mois de Mars (tableau 21).

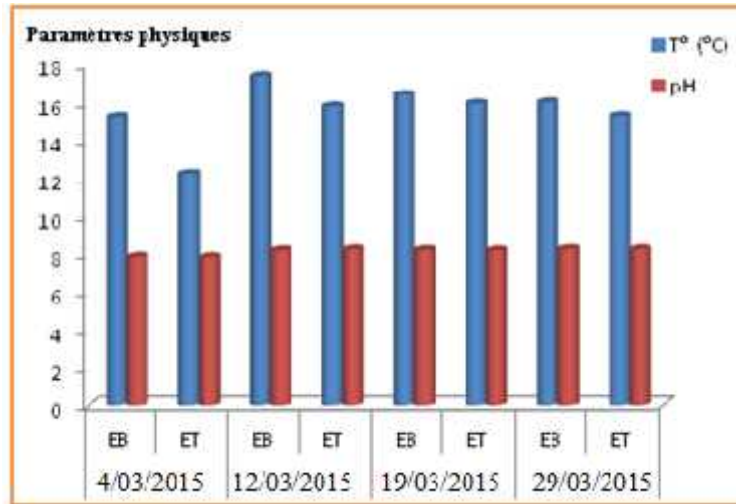


Figure 54 - Fluctuation de la température et du pH enregistrés dans les eaux usées domestiques de la STEP de SBA.

La conductivité électrique (figure 55)

Toutes les valeurs du potentiel redox durant les quatre prélèvements effectués au mois mars, sont positives. Pour les eaux brutes, les teneurs apparaissent entre 1430 et 1559 $\mu\text{s}/\text{cm}$, tandis que les eaux épurées enregistrent une légère diminution dont la valeur maximale atteint 1105 $\mu\text{s}/\text{cm}$.



Figure 55 - Evolution de la conductivité électrique dans les eaux usées domestiques de la STEP de Sidi Bel Abbès.

La turbidité D'après les résultats obtenus de la turbidité des eaux brutes qui varient dans l'intervalle de 120NTU et 575 NTU, et des eaux épurées qui oscillent entre 26. NTU et 31.34 NTU ces valeurs enregistrés sont inférieure au (normes de rejets <50 NTU).

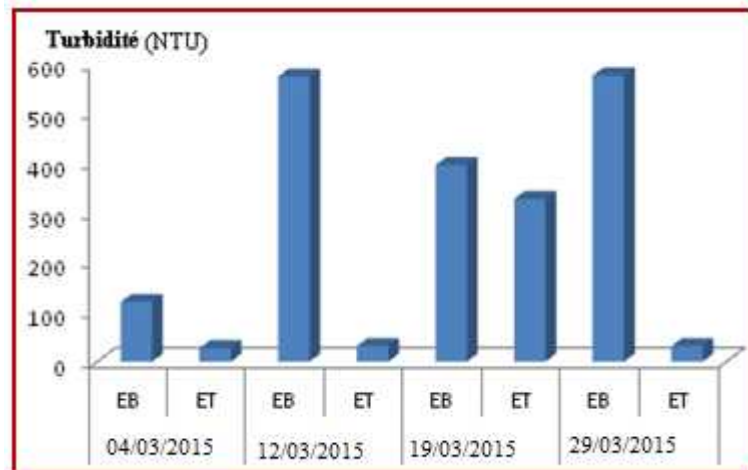


Figure 56- fluctuation de la turbidité des eaux brutes et épurées durant le mois mars.

Les matières en suspension La quantité de la matière en suspension enregistrés dans les eaux brutes est varié entre 628.5 mg/l 844 mg/l, alors que les valeurs obtenus des eaux épurées oscille entre 6 mg/l et 12.8. Ces valeurs sont très satisfaisantes, elles sont en accorde aux normes qui fixent la teneur à 30 mg/l pour les MES des eaux usées.

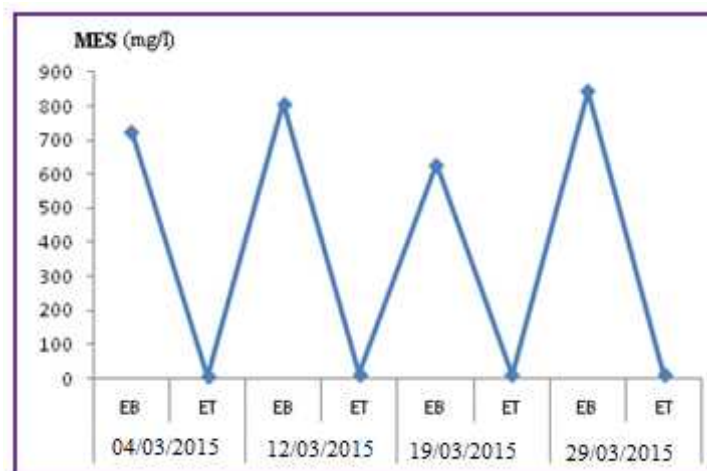


Figure 57 - Variation des MES enregistrés dans les eaux usées domestiques de la station d'épuration.

La demande Biochimique en Oxygène (DBO₅) : les valeurs enregistrées de la DBO₅ des eaux brutes elles sont comprises entre 356 mg/l d'O₂ et 567 mg/l d'O₂, tandis que une forte régression des valeurs de la DBO₅ sont enregistré dans les eaux épurées (Tableau). Ils sont inférieure au norme fixés (<30 mg/litre) cela confirme l'efficacité de l'activité microbiologique.



Figure 58 – Variation de la DBO₅ des eaux usées domestiques de la STEP de Sidi Bel Abbas.

Les valeurs de la DCO des eaux brutes varient entre 600.20 mg/litre et 1201.12 mg/litre (figure 50). Les valeurs de la DCO enregistrées dans l'ensemble des prélèvements d'eaux épurées sont très basses par rapport aux eaux brutes (tableau) et ils sont en accord avec les normes de rejet (90mg/l).

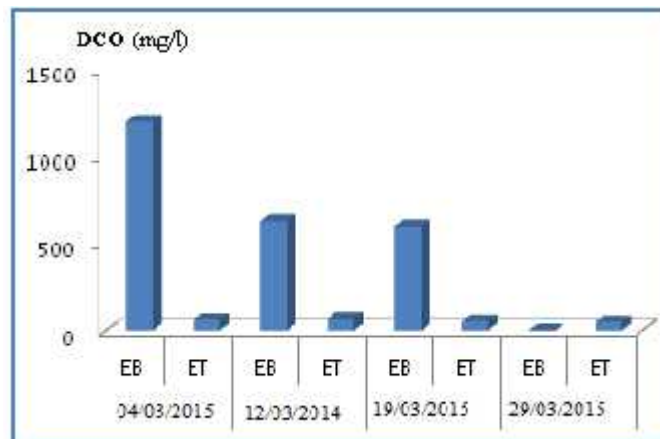


Figure 59 - Evolution de la DCO des eaux usées domestiques de la STEP de Sidi Bel Abbas.

Les rendements épuratoires de la DCO et de la DBO₅ sont très satisfaisants avec des taux de 95.03% pour la DCO (Annexe 1) et de 96.87% pour la DBO₅ (Annexe 1). Ces valeurs sont supérieures à 90%. Selon Rejesk (2002), ces valeurs caractérisent une épuration efficace des eaux usées.

Les concentrations des nitrates dans les eaux brutes au mois de mars sont les plus réduites, ils varient entre 0.0039 mg/l et 0.05 mg/l (Tableau 22), alors que ces valeurs sont augmentées progressivement dans les eaux épurées (0,0037 mg/l et 0,09mg/l) et sont très inférieures à 1 mg/l. Durant le suivi des analyses physico-chimiques les concentrations en nitrites enregistrées au mois mars sont les plus basses quelle que soit au niveau des eaux usées brutes et qui varient entre 0.0037 mg/l et 0.006mg/l ou bien dans les eaux épurées qui enregistrent des valeurs oscillant entre

0.003 mg/l et 0.01 mg/l (figure 51). Celui-ci pourrait être expliqué par le fait que l'ion nitrite (NO_2^-) est un composé intermédiaire, instable en présence de l'oxygène, dont la concentration est généralement très inférieure à celle des deux formes qui lui sont liées, les ions nitrates et ammonium (Thomas, 1985).

La concentration en **phosphore** à l'entrée de la station révèle des valeurs comprises entre 0.44 mg/l et 3.63 mg/l, alors qu'à la sortie, les valeurs oscillent entre 0.45 mg/l et 2.47 mg/l. Les résultats paraissent peu satisfaisants par rapport aux normes (<2 mg/l).

Le traitement biologique par boues activées n'est pas très efficace en ce qui concerne les effluents phosphatés d'où un traitement de déphosphatation est nécessaire (Rejesk, 2002).

ce traitement consiste en un traitement physicochimique qui permet la précipitation des phosphates ou bien un traitement biologique par l'ajout d'une zone d'anaérobie en tête de la STEP. Ceci n'est pas le cas dans cette station d'étude d'où ces valeurs peu satisfaisantes.

On remarque une légère diminution dans les valeurs obtenues de **l'azote ammoniacal** de l'entrée qui enregistre une valeur maximale 10.45 mg/l vers la sortie avec une valeur 7.68 mg/l (figure 60). D'après Nisbet et al (1970), l'ammoniacal rencontrée dans les eaux usées avec des teneurs anormales, traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique lorsque la teneur en oxygène est insuffisante. Cela explique l'élévation des teneurs en (NH_4^+) dans le prélèvement **P1** des eaux brutes et épurées.

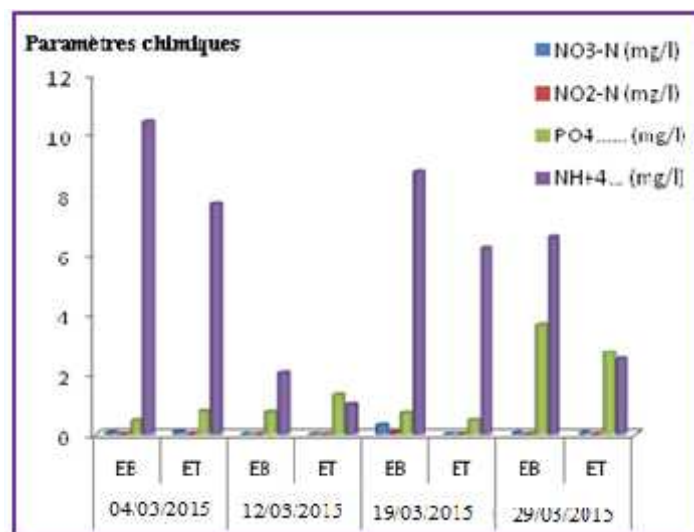


Figure 60 - Teneurs en éléments chimiques enregistrés dans les eaux domestiques de la STEP de Sidi Bel Abbès.

Le rapport DCO / DBO5 détermine la possibilité de dégradation que l'on peut espérer par un traitement d'oxydation biologique. Les valeurs sont comprises entre 1.01 et 3.69 avec une moyenne de 2.5 (figure 52). Des valeurs, durant tout ce mois, sont inférieures à 3 ; ce qui signifie selon Cardot 1999, l'effluent possède une bonne biodégradabilité.

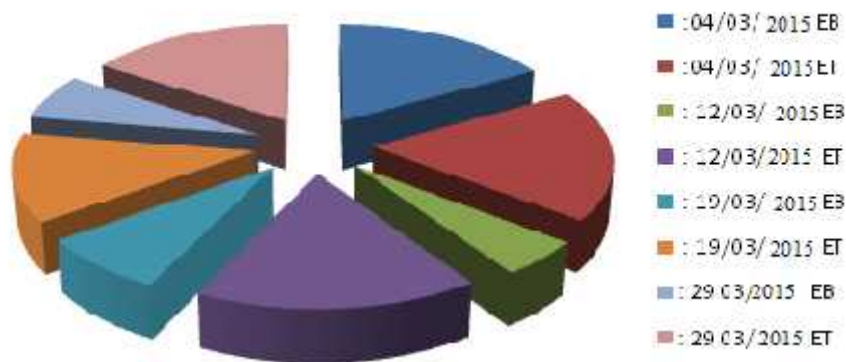


Figure 61 - Le rapport DCO / DBO₅ au mois mars.

Les résultats des paramètres physico –chimiques des eaux usées de la STEP de Sidi Bel Abbès au cours du mois avril illustré dans le tableau 22, sont presque identiques à ceux du mois Mars. Cet voisinage des valeurs des différents paramètres probablement liée aux conditions climatiques qui sont presque les mêmes.

5.4.4. Analyse des eaux de la STEP (Avril 2015)

Les analyses physico-chimiques des eaux usées brutes et épurée de la STEP Sidi Bel Abbès du mois d’Avril permettent de nous offrir des résultats presque identiques à ceux du mois précédent (tableau 23).

Tableau 23 - Valeurs des paramètres physico-chimiques des eaux domestiques de la STEP de SBA.

	P1 (09/04/2015)		P2 (17/04/2015)		P3 (23/04/2015)		P4 (30/04/2015)	
	EB	ET	EB	ET	EB	ET	EB	ET
T° (°C)	17,45	16,7	18,48	17,39	21,29	21,33	20,2	20,15
pH	8,19	8,17	8,12	8,14	7,92	8,01	7,89	7,88
Conductivité (µs/cm)	1468	1238	1886	1116	1859	1295	1674	1531
Turbidité (NTU)	192	20,28	549	25,63	615	27,82	307	21,88
MES (mg/l)	914,5	10,8	1935	12	1935	12	1041,5	11,2
DBO₅(mg/l)	602	14,4	569	17,5	569	17,5	528	51,02
DCO(mg/l)	818,07	33,68	1054,86	46,40	1054,86	46,40	925,83	16,1
NO₃-N(mg/l)	0,34	1,09	0,01	0,05	0,04	0,06	0,05	0,07
NO₂-N..... (mg/l)	0,04	0,18	0,01	0,001	0,010	0,012	0,01	0,03
PO₄..... (mg/l)	0,03	0,13	2,26	2,14	0,33	0,61	3,30	0,88
NH₄⁺..... (mg/l)	6,52	3,75	4,44	2,15	5,05	3,70	10,18	7,22

5.4.5. Analyse des eaux de la STEP (mai 2015)

Les résultats des analyse physico-chimiques des eaux usées domestiques de la STEP de Sidi Bel Abbès au cours des prélèvements du mois mai 2013, sont représentés dans le tableau 24.

Tableau 24 - Résultats des paramètres physico-chimiques des eaux domestiques de la station d'épuration de Sidi Bel Abbès

	P1 (08/05/2015)		P2 (16/05/2015)		P3 (23/05/2015)		P4 (29/05/2015)	
	EB	ET	EB	ET	EB	ET	EB	ET
T° (°C)	22,66	22,93	18,17	18,32	25,23	25,77	23,17	23,32
pH	07,92	07,88	8,04	7,99	8,19	8,08	8,04	7,99
Conductivité (µs/cm)	1742	1254	1855	1491	1723	1202	1853	1487
Turbidité (NTU)	208	8,93	224	13,02	211	14,02	182	20,04
MES (mg/l)	248 ,5	6	618,5	8	566,5	16,8	1268,5	14,8
DBO₅(mg/l)	767	22,5	481	26,8	102	20,2	778	25,2
DCO(mg/l)	994,52	57,83	990,8	49,17	308,94	67,13	898,3	67,97
DCO /DBO₅	1,29	2,57	2,05	1,83	3,02	3,32	1,54	2,69
NO₃-N (mg/l)	0,04	0,03	0,06	0,05	0,05	0,02	0,04	0,03
NO₂-N(mg/l)	0,004	0,003	0,02	0,01	0,01	0,001	0,004	0,002
PO₄ (mg/l)	3,63	2,74	1,04	0,03	2,26	2,14	3,50	2,67
NH₄⁺ (mg/l)	6,58	2,51	9,68	6,62	4,44	2,15	6,34	2,43

La température des eaux brutes varie entre 18,17 et 25,23°C, tandis que les valeurs enregistrées au niveau des eaux épurés sont légèrement élevées (tableau 23), mais ces valeurs restent toujours inférieures à 30 °C qui est considérée comme valeur limite de rejet direct dans le milieu récepteur.

Les valeurs de pH à l'entrée des eaux usées oscillent entre 07,92 et 8,19. Tandis qu'à la sortie, on enregistre une diminution importante du pH dans les prélèvements 2 et 4. Les valeurs mesurées répondent aux normes de rejet (tableau 23 et figure 53).

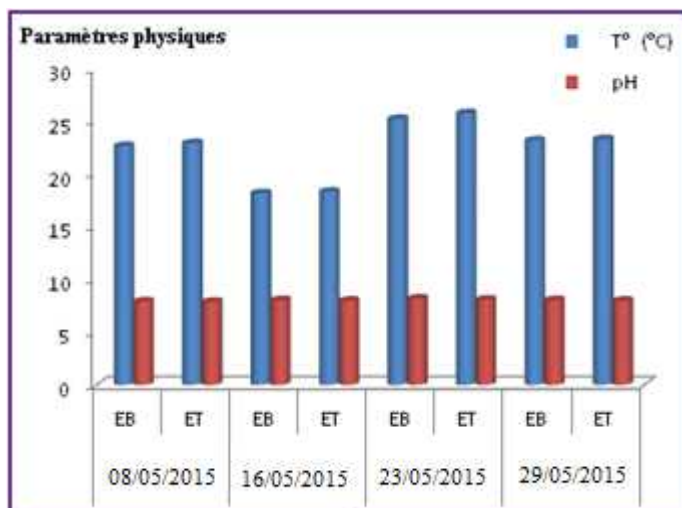


Figure 62 - Variations de la température et du pH enregistrés au mois mai dans la station d'épuration de Sidi Bel Abbès.

La valeur de turbidité des eaux brutes varient entre 182 et 211 NTU, alors que cette valeur est très réduite dans les eaux épurées (figure 63). La valeur maximale dans les eaux traitées atteint 20,04 NTU. Cette dernière se situe entre 5 et 30 (normes de rejets). Ce qui nous permet d'observer que les eaux usées de la STEP Sidi Bel Abbès sont légèrement troubles au mois de mai 2015.

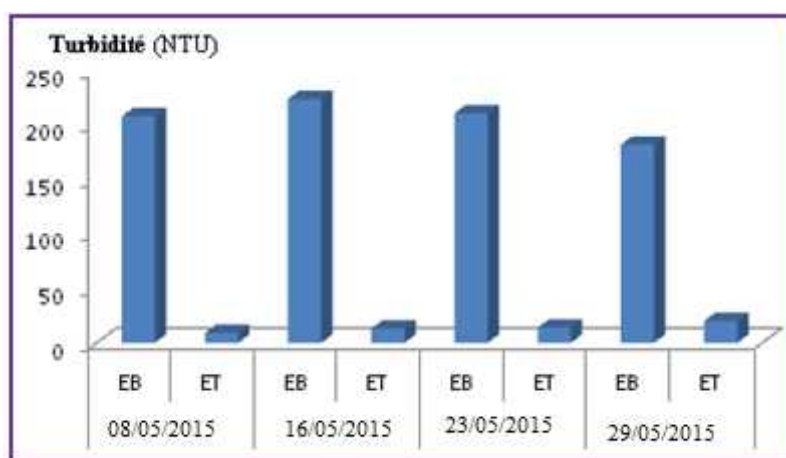


Figure 63 - Fluctuation de la turbidité des eaux brutes et épurées de la STEP de Sidi Bel Abbès.

La conductivité électrique est probablement l'une des plus simples et des plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux usées. Les valeurs de la conductivité enregistrées au niveau des eaux usées brutes de la STEP sont très élevées (tableau 24 et figure 64). Les eaux épurées présentent des valeurs variant entre 1202 et 1491 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Ces résultats pourraient être expliqués par la forte charge de sels minéraux sédimentés dans le décanteur.

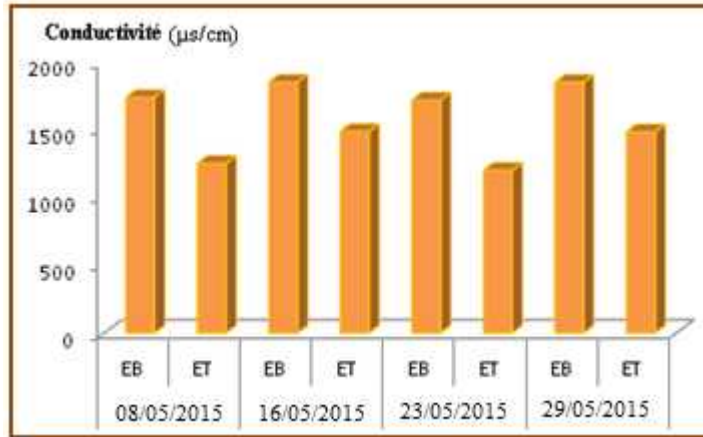


Figure 64 – Variation de la conductivité électrique des eaux domestiques de la station d’épuration de Sidi Bel Abbas.

Les valeurs des **MES** enregistrés à l’entrée de la station varient entre 248,5 et 1268,5mg/l. A la sortie de la station, on note des teneurs de MES entre 6 et 16,8 mg/l. Ces valeurs sont beaucoup inférieures aux normes (figure 56). Cette diminution de MES revient à l’efficacité de sédimentation des boues au niveau des clarificateurs.



Figure 65 - Représentation de la MES enregistrés en Mai dans les eaux domestiques de la STEP de Sidi Bel Abbas

La **DCO** permet d’apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l’eau, au travers de la quantité d’oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale (Rodier, 1996).

Les valeurs de la DCO des eaux brutes atteignent des teneurs entre 308,94 et 994,52 mg/l (figure 57). Par contre, les valeurs enregistrées dans les eaux épurées sont très faibles par rapport aux eaux brutes et sont conformes aux normes de rejet (90mg/l).

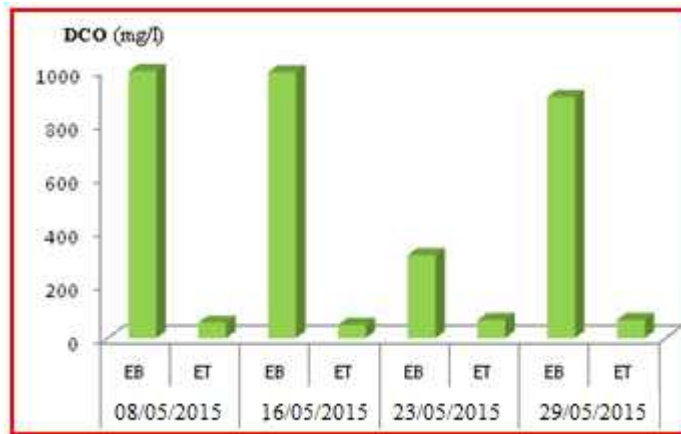


Figure 66 - Evolution de la DCO des eaux usées domestiques de la STEP de Sidi Bel Abbès.

La **DBO₅** est une expression pour indiquer la quantité d'oxygène qui est utilisée pour la destruction de matières organiques décomposables par des processus biochimiques (Rodier, 1996).

Les valeurs obtenues de la DBO₅ dans les eaux brutes présentent un maximum de 778 mg/litre. Tandis que une forte chute est enregistrée dans les valeurs des eaux épurées (tableau 24 et figure 67). Ces teneurs sont nettement inférieures aux normes. Cela montre l'efficacité de l'activité microbiologique.

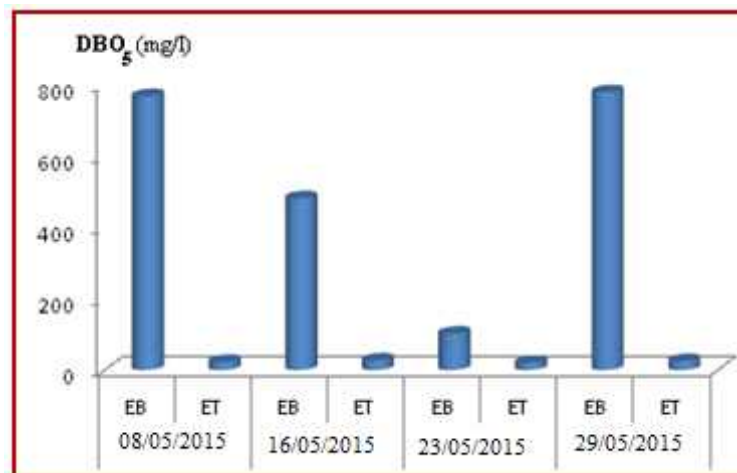


Figure 67 - Variation de la DBO₅ des eaux usées domestiques de la station d'épuration de Sidi Bel Abbès.

Les rendements épuratoires de le DCO et de la DBO₅ sont très satisfaisants avec des taux respectifs de 95.03% et de 94.42% (Annexe 1). Ces valeurs sont supérieures à 90%. Ceci montre une épuration efficace des eaux usées.

Les concentrations des **nitrate**s dans les eaux brutes se présentent entre 0,04 mg/l et 0,06 mg/l. Alors que ces valeurs diminuent légèrement dans les eaux épurées et sont très inférieures à 50 mg/l.

Les concentrations des nitrites sont très faibles et elles varient entre 0,002 et 0,004 mg/l (tableau 24 et figure 68).

La concentration en **phosphore** à l'entrée de la station présente des valeurs comprises entre 1,04 et 3,67 mg/l. Alors qu'à la sortie, les teneurs oscillent entre 0,03 et 2,74 mg/l (figure 59). Les résultats paraissent peu satisfaisants par rapport aux normes (< 2 mg/l).

La valeur de PO₄ la plus faible apparait dans les eaux épurées du deuxième prélèvement (2^{ème} semaine du mois), par contre la plus élevée est enregistrée à la fin du mois de Mai.

Le traitement biologique par boues activées n'est pas très efficace en ce qui concerne les effluents phosphatés. On note une diminution régressive de **l'azote ammoniacal** des eaux brutes du troisième et quatrième semaine. Par contre, on enregistre une valeur maximale de 9,68 mg/l dans les eaux du deuxième échantillon (2^{ème} semaine). Cette baisse est mise en œuvre par une réaction chimique dite nitrification.

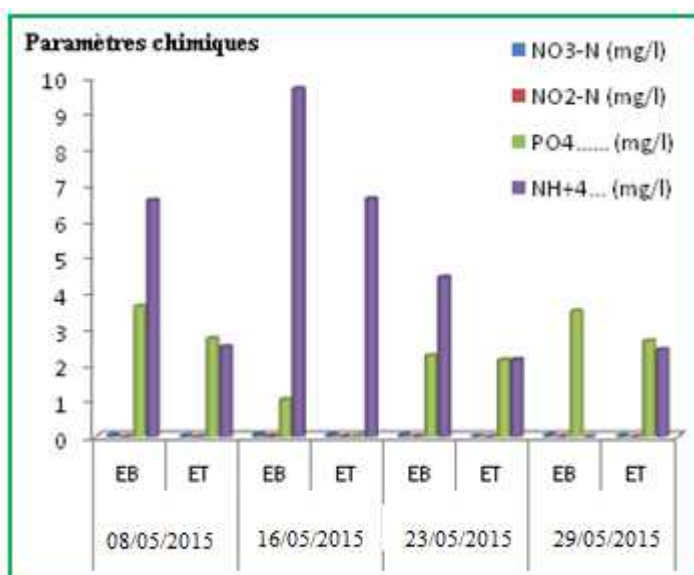


Figure 68 - Evolution des paramètres chimiques dans les eaux domestiques de la STEP de SBA

Le rapport DCO / DBO5 détermine la possibilité de dégradation que l'on peut espérer par un traitement d'oxydation biologique. Les valeurs sont comprises entre 1.29 et 3.32 avec une moyenne de 2.28 (figure 69). Des valeurs qui restent, durant tout ce mois inférieures à 3, ce qui justifie la bonne biodégradabilité (Cardot, 1999).

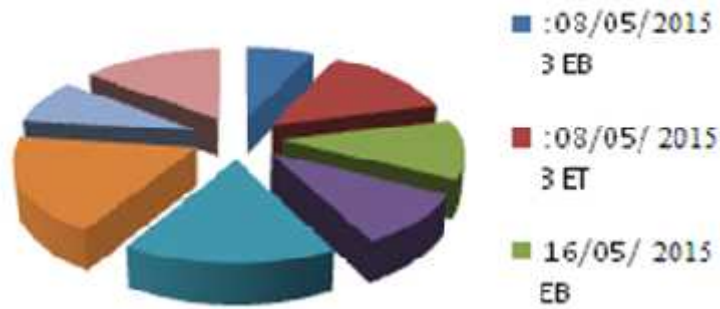


Figure 69 – Le rapport DCO/DBO⁵ du mois mai 2015

5.5. Discussion

5.5.1. Variation du pH

L'évolution du pH des rejets de la ville Sidi Bel Abbes durant toute la période d'étude (janvier 2015 à mai 2015) a montré que les eaux usées de la STEP sont relativement basiques avec une valeur moyenne de 7,84. Les valeurs extrêmes atteignent 8,5. Ces résultats sont identiques avec ceux qui sont signalés par Ouazzani (1987) et El Halouani (1995). Toutefois, il est à signaler que des valeurs de pH inférieures à 5 ou supérieures à 8,5 affectent la croissance et la survie des micro-organismes (Mara, 1980).

5.5.2. Matières en suspension

Les principaux paramètres de qualité habituellement étudiés pour évaluer de façon indirecte la charge organique globale contenue dans une eau usée sont la demande biochimique en oxygène (DBO₅). Cette dernière rassemble la quantité de matière organique biodégradable. La demande chimique en oxygène (DCO) rend compte de la quantité des principaux éléments carbonés biodégradables ou non, susceptibles d'être oxydés chimiquement dans le milieu récepteur, et enfin les matières en suspension (MES) qui représentent les particules minérales et organiques contenues dans l'effluent. Ainsi, pour la STEP et durant la période d'étude, les valeurs de la DBO₅ enregistrées dans eaux épurées sont beaucoup plus faibles par rapport aux brutes. Ceci montre l'efficacité du fonctionnement de la STEP. Quant à la DCO, les valeurs sont aussi moins importantes dans les eaux épurées par rapport aux eaux brutes.

Par ailleurs, les fortes valeurs des MES enregistrés durant ce travail et de 1577.5 durant le mois février 2015. Cela est justifié par les fortes pluies engendrant le processus de lavage des surfaces imperméabilisées, entraînant avec elle de nombreux polluants dans les canalisations d'eau usée (Rossi, 2004).

La pollution liée aux déversoirs d'orages et aux eaux de ruissellement peuvent causer des impacts importants au niveau du milieu récepteur, surtout si ces rejets aboutissent dans des petits cours d'eau. Dans les rejets pluviaux, de nombreux composés se trouvent sous forme adsorbée sur les particules organiques ou minérales charriées par les eaux pluviales. C'est le cas particulièrement des métaux lourds (plus de 80% sous forme adsorbée), les hydrocarbures polycycliques aromatiques (PAH) et les matières organiques. Ainsi, les matières en suspension (MES) peuvent être considérées comme «**traceurs**» de la pollution urbaine par temps de pluie.

a. Nitrate et nitrite

Quant aux formes oxydées (nitrites et nitrates), les analyses indiquent une concentration faible en nitrites de l'ordre de 0,0039 mg/l (eaux brutes) et de 0,09 mg/l (eaux épurées) en mois de mars 2015. Mais pour les nitrates, les concentrations sont plus significatives pour les eaux épurées.

b. Phosphore

Comparativement à certains travaux (El Halouani, 1995 ; Picot *et al.*, 1991), les concentrations totales entrent dans la gamme des valeurs relatives aux normes des eaux usées. Les valeurs notées présentent une certaine homogénéité dans les quatre mois de prélèvement.

c. Conductivité électrique

Les niveaux de salinité, exprimés en conductivité électrique moyennes sont de 2630 $\mu\text{s/cm}$ pour les eaux brutes et de 2740 $\mu\text{s/cm}$ pour les eaux épurés.

Au cours de notre étude à la station d'épuration de la ville Sidi Bel Abbès, le rapport DCO/DBO₅ rend compte de la fraction des matières facilement biodégradables parmi toute la matière oxydable. Les valeurs obtenues sont nettement inférieures à 2,5. Ce résultat permet de conclure que les deux sites de prélèvement sont à caractère dominant domestique (Bechac *et al.*, 1987). En outre, les valeurs du rapport MES/DBO₅ obtenues pour les cinq mois sont satisfaisantes.

Ces valeurs confirment l'efficacité des traitements destinés à éliminer les germes pathogènes (Faby *et al.*, 1997).

Si les normes de qualité des eaux usées destinées à l'irrigation fixent une valeur limite pour les matières en suspension (Ratel *et al.*, 1986; OMS, 1987), il n'en est pas de même pour la DBO₅ et la DCO pour lesquelles aucune valeur limite n'est mentionnée (OMS, 1987).

Pour les substances azotées, **l'azote ammoniacal** présente une teneur très élevée par rapport aux autres formes oxydées. Les nitrites et les nitrates existent dans les deux points de prélèvements (à l'entrée : l'eau brute et à la sortie : l'eau épurée) en très faible quantité et parfois en proportions quasiment négligeables avec généralement des teneurs ne dépassant guère 1 mg/l comme il a été signalé par Ratel *et al.* (1986), Bechac *et al.* (1987), El Halouani (1995).

B) Matériels biologiques

α) les mollusques

L'utilisation de bivalves des eaux douces, quoique peu connue, est tout aussi prisée. L'Amérique du Nord est un des endroits où la diversité des moules d'eau douce est la plus élevée avec plus de 300 différentes espèces (Paquet *et al.* 2005). Leur présence et leur distribution dans un grand spectre d'habitats et de conditions diversifiées leur procurent un attrait indéniable et privilégié pour la recherche. Ces organismes présentent plusieurs avantages pour des études relatives à la contamination d'un milieu.

1. Choix de l'espèce

Au cours de ce travail, les expérimentations ont été réalisées sur des individus appartenant à une population *A. ssp* des eaux douces. Nous considérons cette population comme la population expérimentale.

2. Mesure de la taille

La taille des moules étudiées est similaire au cours de l'expérimentation (30 jours) et pendant leur élevage au laboratoire (01an). Les tailles ne sont pas différentes, elle est de 7,2cm.

3. Stratégie d'échantillonnage

Pour la réalisation de cette étude nous avons effectué un échantillonnage aléatoire du mois Février l'an 2014. La récolte de la moule est faite d'une façon artisanale à la main à raison de 10 individus. Les moules sont transportées jusqu'au laboratoire.

4. Test de longévité au laboratoire

Afin de préciser la longévité d'*Anodonta sp* en captivité, des viviers ont été mis en place au laboratoire. Dix moules ont été transférées du site témoin au laboratoire où ils sont élevés pendant un an (du mois février 2014 jusqu'à le début de l'expérimentation au mois mai 2015), dans des aquarium. La nourriture est apportée par de l'eau issue du milieu témoin (eau du milieu naturel).

-Préparation du milieu expérimentale

L'expérimentation a été conduite sur une période d'un mois. Les espèces ont été disposées en quatre groupes d'un seul individu dans des cristallisoirs d'un 30cm de long et 20 cm de diamètre et 30 cm de haut.

- On a mélangé dans quatre cristallisoirs de l'eau usée traitée prélevé avant la chloration (du mois mai) avec du l'eau naturelle prélevée du milieu témoin à différent volumes (figure) :
- Dans le premier cristallisoir, il s'agit de mélanger 1 volume d'eau usée traitée (200ml) avec 3 volumes d'eau naturelle (600 ml).
- Le second cristallisoir : on a mélangé 2 volumes d'eau usée traitée (400 ml) avec 2 volumes d'eau naturelle (400 ml).
- Dans le troisième cristallisoir : on a réalisé un mélange de 3 volumes (600 ml) d'eau usée traitée avec 1 volume d'eau naturelle (200 ml).
- Le quatrième cristallisoir ne renferme que de l'eau usée traitée (4 volumes soit 800 ml).

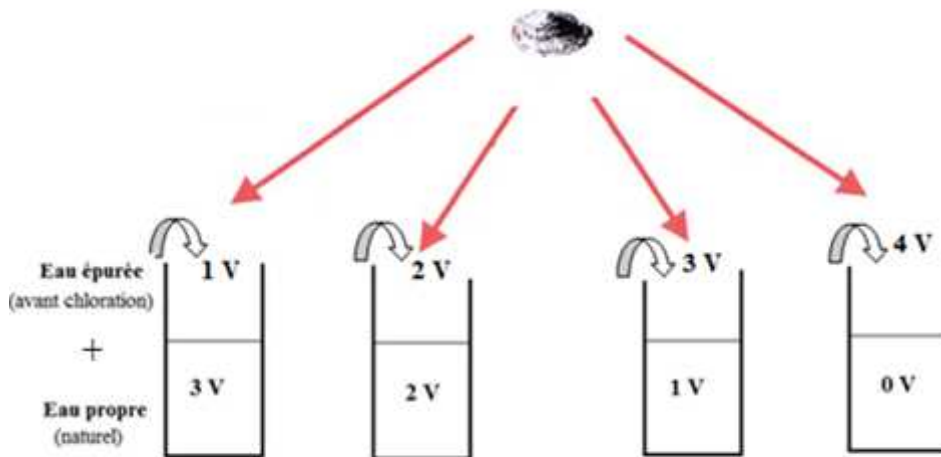


Figure 75 – Représentation schématique de la Préparation des milieux expérimentaux.



Photo 27- Les quatre milieux expérimentaux d'*Anodonta sp*(Amar S, 2015).

Remarque :

- ✓ Au cours de toute la période de l'expérimentation, la température ambiante du laboratoire a été maintenue à $\approx 23^{\circ} \text{C}$ et celle de l'eau avoisinant les 20°C .
- ✓ Les moules et les carpillons ont été nourris par la matière organique et de la matière en suspension de l'eau épurée.
- ✓ L'aération des milieux a été assurée quotidiennement par une pompe à oxygène, à raison de 20 minutes par jour.

5. Mesure des paramètres physico-chimique de l'eau:

Des analyses physico-chimiques ont été réalisées sur chacun de ces échantillons d'effluents au niveau du laboratoire de l'ENIE de Sidi Bel Abbas.

Tableau 25- valeur du nitrate, phosphate et MES cas d'*A. sp*

	Eau épurée	Milieu A	Milieu B	Milieu C	Milieu D
NO3(mg/l)	0,3	0,01	0,10	0,12	0,02
PO4(mg/l)	2,67	0,24	0,29	0,65	1,27
MES.....(mg/l)	14 ,8	5	9	12	13,57

- ✓ Milieu A : 1 V d'eau épurée + 3 V d'eau naturelle
- ✓ Milieu B : 2 V d'eau épurée + 2 V d'eau naturelle
- ✓ Milieu C : 3 V d'eau épurée + 1 V d'eau naturelle
- ✓ Milieu D : 4 V d'eau épurée + 0 V d'eau naturelle

Les concentrations des **nitrate**s au cours de l'expérimentation se présentent entre 0,01 mg/l et 0,02mg/l. Alors que ces valeurs diminuent légèrement dans les milieux, (B), (C), (D) par rapport au milieu (A) qui marque une forte diminution cela est probablement due au concept de la dilution intégré dans le protocole de l'expérimentation (tableau et figure). L'exposition de la moule (*A. ssp*) dans les différentes dilutions correspondaient aux concentrations de l'eau traitée pendant 4 semaines a entraîné une diminution des concentrations du **NO₃** comparativement au milieu (D) et le milieu témoin (eau épurée) Cette baisse est mise en œuvre par la réaction chimique par l'intermédiaire de bactéries lors de la nitratisation d'une part et par la capacité énorme de filtration des polluant organique et inorganique par ce genre d'espèce d'autre part (Thorp et Covich, 1991).

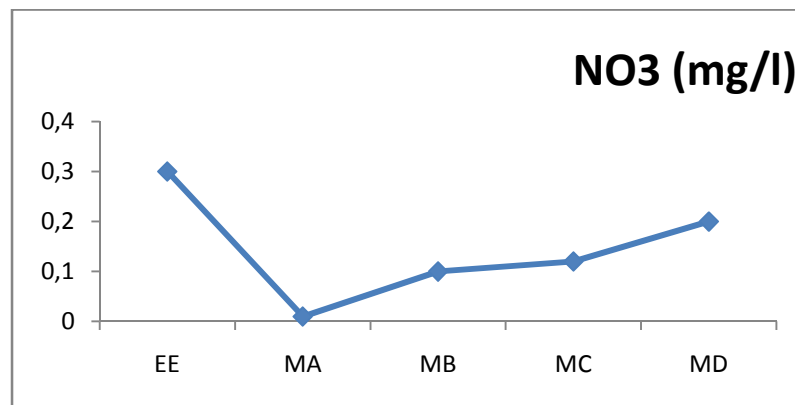


Photo 31 Valeurs du nitrate au cours de l'expérimentation biologique (cas d' *A. ssp*)

La concentration en **phosphore** présente des valeurs comprises entre 0,24 et 1,27 mg/l. Alors que les résultats paraissent satisfaisants comparativement au milieu témoin qui enregistre une teneur de 2,67 mg/l (figure). Cette valeur est très élevée vis-à-vis du milieu(A) qui enregistre une concentration de PO₄ la plus faible, suivi respectivement par les milieux (B),(C) et (D).

Cela peut être justifié par le processus de filtration exercé par l'espèce *A. ssp* en diminuant une quantité très importante en PO₄. Le phosphate semble être présent à des niveaux élevés dans les bivalves (Aarab *et al.*, 2006) en tenant compte de l'effet de la dilution qui joue un rôle très important dans la diminution des phosphate dans les milieux expérimentaux (Thorp and Covich, 1991).

On observe également une diminution importante de la teneur en **MES** dans le milieu (A) par rapport au milieu (D) et au milieu témoin où il atteint une forte teneur (14,8mg/l) en matière en suspension. Cette diminution de MES revient à l'efficacité d'élimination des particules par le mode de filtration chez la moule *A. sp* qui se repose sur la biodéposition (Nedeau, 2000). La teneur en MES dans le milieu (D) offre de quantité considérable du fait de sa nature (eau épurée).

) Cas du poisson

1. Choix de la l'espèce

Au cours de ce travail, les expérimentations ont été réalisées sur des alevins appartenant à une population de *Cyprinus carpio* prélevées du lac « Sidi Mohamed Benali » situé à quelque kilomètre de la ville Sidi Bel Abbès.

A. ssp

Nous considérons cette population comme la population « témoin » afin d'évaluer leur tolérance vis-à-vis du milieu occupé.

2. Stratégie d'échantillonnage

Pour la réalisation de cette étude nous avons effectué un échantillonnage aléatoire du mois Février l'an 2014. La récolte des alevins de *C. carpio* est faite par le filet à plancton. Les espèces sont transportées jusqu'au laboratoire d'où elles sont élevées.



Photo 31 - Elevage d'alevins de poisson au laboratoire durant la période d'expérimentation (Amar S, 2014).



photo 32 - le filet à plancton utiliser dans la récolte des alevins du poisson(*C. carpio*) (Amar S, 2014).

3. Test de longévité en laboratoire.

Afin de préciser la longévité de *Cyprinus carpio* ont été transférées du site témoin au laboratoire où ils sont élevées pendant un an (du mois février 2014 jusqu'à le début de L'expérimentation au mois mai 2015), dans des aquariums .

4. Préparation du milieu expérimentale

Dans la deuxième partie de notre expérience, nous avons suivi le même protocole expérimentale pour les alevins de la carpe que celui réalisé pour les moules. Les conditions expérimentales sont identiques (figure 85).



Photo 33 - Les quatre milieux expérimentaux préparés pour les alevins de *Cyprinus Carpio*(Amar S, 2015).

5. Résultats et discussion

Pour des fins de comparaison, l'étude portait sur l'analyse des paramètres suivantes (nitrate, phosphate et matières en suspension)ont été réalisées sur chacun de ces échantillons d'effluents par le laboratoire de l'ENIE de Sidi Bel Abbès.

Tableau 26 - Valeurs du nitrate, phosphate et MES cas *C. carpio*

	Eau épurée	Milieu A	Milieu B	Milieu C	Milieu D
NO3(mg/l)	0,03	0.04	0.08	0,09	0,19
PO4(mg/l)	2,67	2,26	2,74	2,90	3,05
MES.....(mg/l)	14 ,8	11,90	12,92	13,86	16,31

- ✓ Milieu A : 1 V d'eau épurée + 3 V d'eau naturelle
- ✓ Milieu B : 2 V d'eau épurée + 2 V d'eau naturelle
- ✓ Milieu C : 3 V d'eau épurée + 1 V d'eau naturelle
- ✓ Milieu D : 4 V d'eau épurée + 0 V d'eau naturelle

Les concentrations des **nitrate**s varient entre 0.03 et 0.19 mg/l, on constate une augmentation de la teneur en **nitrate**s (NO_3) dans les milieux (B), (C) et (D). Cette augmentation pourrait être expliquée par une réaction de nitrification de l'azote organique dans le milieu (Putz, 2002) et aussi de l'urée émis par les alevins de poissons.

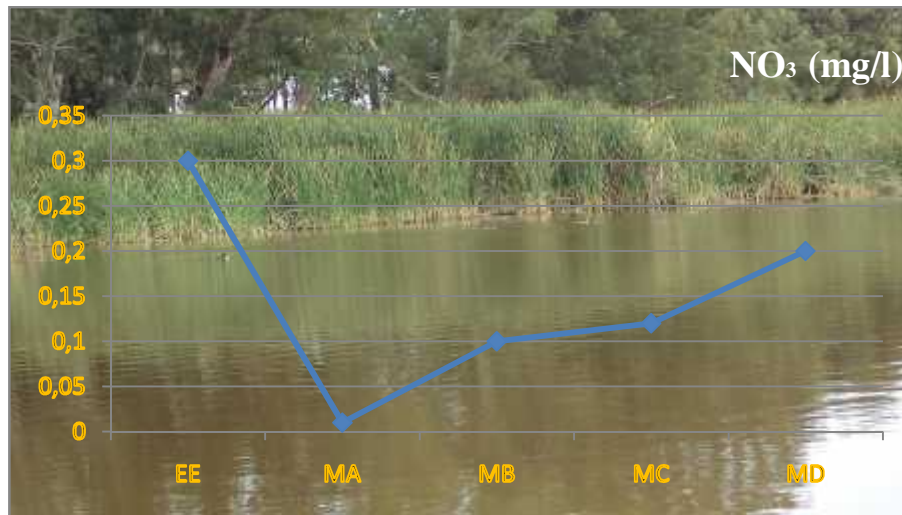


Figure 90 – Teneurs en nitrate au cours de l'expérience biologique (cas *C. carpio*)

La concentration en **phosphore** oscille entre 2,67mg/l et 3.05 mg/l, ces valeurs sont supérieures aux normes établies par l'OMS, 2008cette forte teneur est expliquée probablement par la dégradation de la matière organique du milieu par l'intermédiaire des microorganismes.

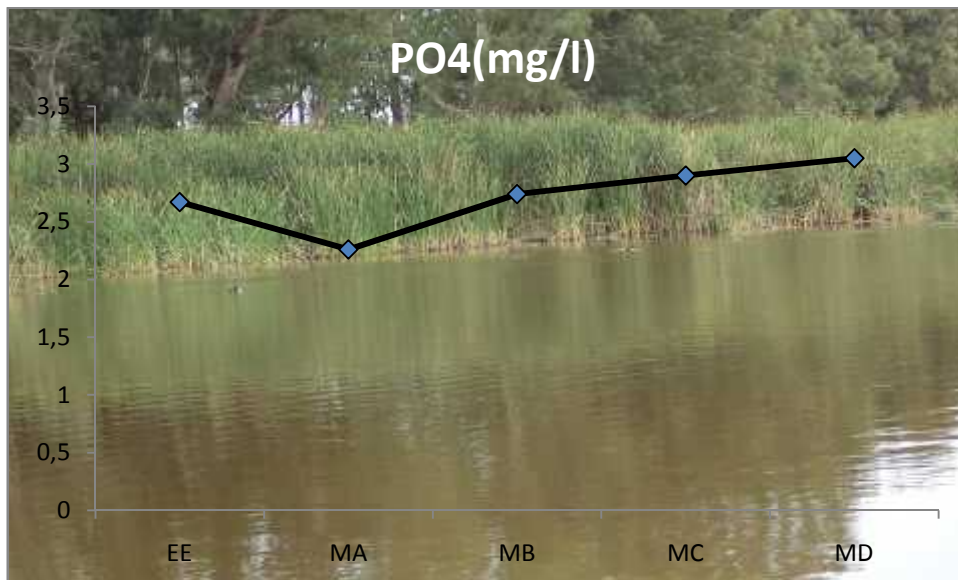


Figure 91- Concentrations de phosphate au cours de l'expérimentation biologique (cas *C. carpio*)

7.2.3 Matières en suspension,

La quantité de la matière en suspension enregistrés au cours l'expérimentation est comprise entre 11,90 et 16,31 mg/l, en constatant une diminution des teneurs en MES dans les milieux (A) vis-à-vis de EE. qui est due à la dilution comparant au milieu (D) qui marque une forte augmentation lié souvent à la charge importante en matières organique ,minérale et des particules en suspension engendrées par les excréments des alevins de la carpe dans le milieu.

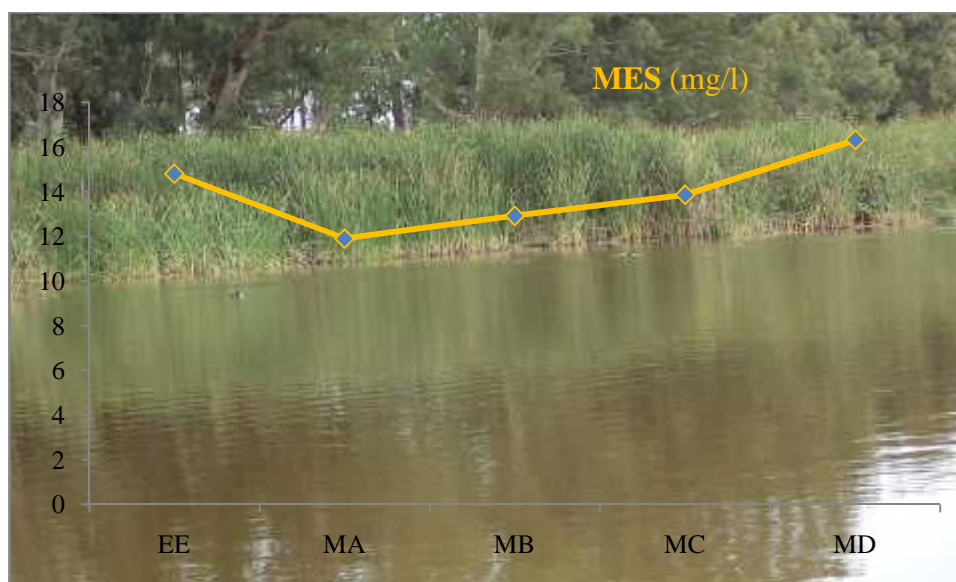


Figure 92 - Valeurs de la matière en suspension au cours de l'expérimentation biologique (cas *C. carpio*)

La Station d'épuration de la Ville Sidi Bel Abbas utilise un traitement biologique par boues activées pour traiter un affluent homogène comportant une forte charge domestique. Le traitement présente une efficacité relative dans l'enlèvement des matières en suspension, nitrate, nitrite et du phosphore alors que l'énorme capacité de dilution de l'Oued Mekerra permet une plus grande latitude au niveau de la DBO5. Ce traitement s'avère à démontrer que l'épuration des eaux usées de la STEP est efficace.

Les trois objectifs spécifiques annoncés dans l'introduction sont atteints. En effet, cet essai estime d'abord le potentiel d'assainissement de l'effluent de la STEP de la Ville Sidi Bel Abbas par une évaluation de l'efficacité du type de traitement des eaux usées. Il présente ensuite des résultats satisfaisants permettant de montrer la grande capacité de filtration existé chez les espèces aquatiques (*A. sp*) non seulement dans l'enlèvement des de la matière en suspension mais aussi certains polluants notamment les nitrates et les phosphates, De plus ce genre des moules d'eau douce a eu une capacité énorme à résister à des concentrations élevées de la pollution.

Il décrit enfin la forte tolérance aux eaux usées traités à différentes concentrations chez les alevins (*Cyprinus carpio*) en évaluer les impacts constaté au cours de notre expérimentation, Aucune mortalité n'a été enregistrée dans l'aquarium lors des contrôles hebdomadaires pendant les 4 semaines d'exposition ce la confirme notre hypothèse.

En outre, il propose une évaluation qualitative favorisant la protection de l'écosystème aquatique receveur dans la prise de décision. La grille d'évaluation établie à partir d'un ensemble de critères de la qualité des eaux et de l'écosystème constitue un outil qui pourrait être utile dans l'évaluation de différents ouvrages de traitement des eaux usées municipales.

Dans une perspective de développement durable, il est essentiel que les choix de la société intègrent la variable de l'écosystème dans la démarche décisionnelle.

En effet, la réutilisation de ces eaux est très bénéfique pour assurer la compensation des risques de sécheresse sur la durabilité des écosystèmes aquatiques et la pression sur les ressources en eaux conventionnelles.

Néanmoins, les technologies de traitement doivent être améliorée et avancée pour donner la possibilité de la réutilisation des eaux sur un large spectre notamment dans l'aquaculture en préservant les effets sur l'environnement.

Références bibliographiques

- Ammary B.Y. (2007), Wastewater reuse in Jordan: Present status and future plans
Desalination 211, 164–176.
- Asano T., 1998. - Wastewater reclamation and reuse. *Water quality management library*, 1475 p.
- Ba çınar N. S. and Düzgüne E., 2009. - A Preliminary study on reproduction and larval development of swan mussel : *Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758), Bivalvia: Unionidae in Lake Ç. (Kars, Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **9** : 23-27.
- Bechac J.P., 1987. Traitement des eaux usées. 2^{ème} Ed. Eyrolles : 234p.
- Bertrand B., 2008. Étude écotoxicologique de l'impact des rejets urbains sur un mollusque d'eau. Thèse de Doctorat (Univ.de Claude Bernard, Lyon I) : 107.
- douce du Québec (*Elliptio complanata*) : Effets sur le système immunitaire et endocrinien. *Thèse de Doctorat*, univ. Claude Bernard (Lyon I) : 101p.
- Brusle J. et Quignard J.P., 2001. - Biologie des poissons d'eaux douces européens. *Ed. Lavoisier Tec & Doc* (Paris) : 625p.
- Bixio D., De heyder B., Cikurel H., Muston M., Miska V., Joksimovic D., Schäfer A.I. , Ravazzini A., Aharoni A., Savic D. et Thoeye C. 2008 - Municipal wastewater reclamation: where do we stand? *An overview of treatment technology and management practice Water Supply* Vol 5, n° 1 : 77–85
- Cardot C., 1999 . - Génie de l'environnement: Les traitements de l'eau. *Ed. Ellipses* (Paris) : 247p.
- Cauchi , H.N., Schwartzbrod Z., Baron C., Courtois D., Dernas L., Derangere M. et seguret. ,1996 - La réutilisation des eaux usées après épuration. *Techniques, sciences et méthodes* 2 : 81-118.
- Cieau 2000.Les Français et l'eau : 5 ans d'opinions et d'études 1995 à 2000 Synthèse de l'eau, 80 p.
- Crook J. Macdonald J.A. et Trussell R.R., 1999. - Potable use of reclaimed water. *Journal of the american water work association*, 91 (8) : 40-49.
- Day K.E. et Scott M., 1990. - Use of acetylcholinesterase activity to detect sublethal toxicity in stream invertebrates exposed to low concentrations of organophosphate insecticides. *Aquat. Toxicol.*, 18, 101–114.
- Degremont (2005). Mémento technique de l'eau, 10ème édition, Ed. Lavoisier, Paris.
- Devaux I., 1999. - Intérêts et limites de la mise en place d'un suivi sanitaire dans le cadre de la réutilisation agricole des eaux usées traitées de l'agglomération clermontoise. *Thèse doctorat " sciences de la vie et de la santé "*, Univ. Joseph Fourier (Grenoble) : 257p.
- Eckenfelder W.W. (1982)., Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Ed. Lavoisier. Paris,503p.
- Edline F., 1979. - L'épuration biologique des eaux résiduaires. *Ed. CEBEDOC* (Paris) : 306p.

Exall K., Marsalek J. et Schaefer K., 2004. - A Review of Water Reuse and Recycling, with Reference to Canadian Practice and Potential: 1. Incentives and Implementation *Water Qual. Res. J. Canada*, Volume 39, No. 1, 1-12.

Gewurtz S.B., Drouillard K.G., Lazar R. and Haffner G.D., 2002. - Quantitative bio monitoring of PAHs using the Barnes Mussel (*Elliptio complanata*). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 43 : 497-504.

Hamoda M.F. (2004), Water strategies and potential of water reuse in the south Mediterranean countries. *Desalination* 165, 31-41

Harremoës, P., 1997. - Integrated water and waste management. *Water Science and Technology*, 35 (9) : 11-20.

Hedge, L. H., Knott, N. A. et Johnston, E. L., 2009. - Dredging related metal bioaccumulation in oysters. *Marine Pollution Bulletin*, vol. 58 : 832-840.

Henze M., Gujer W., Mino T., Matsuo T., Wentzel M.C. et Marais G.V.R., 1995. - Activated sludge model n° 2. *Water Science and Technology*. 39 (1) : 165p.

Kamizoulis, G., Bahri, A., Brissaud, F. and Angelakis, A. N. (2003). Wastewater recycling and reuse practices in Mediterranean region: Recommended Guidelines.

Koehn J, Brumley A, and Gehrke P (2000). *Managing the Impacts of Carp*. Bureau of Rural Sciences, Australian Government Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, Canberra.

Kohlmann K., Gross R., Murakaeva A., and Kersten P. (2003). - Genetic variability and structure of common carp (*Cyprinus carpio*) populations throughout the distribution range inferred from allozyme, microsatellite and mitochondrial DNA markers. *Aquat. Living Resour.* 16 : 421-431.

Lazarova V., Gaid A., Rodriguez-gonzales J., Alday ansola J., 2003. - l'intérêt de la réutilisation des eaux usées : Analyses d'exemples mondiaux. *Techniques, sciences et méthodes* 9 : 64-85.

Lazarova V. et Brissaud F., 2007. - Intérêts, bénéfices et contraintes de la réutilisation des eaux usées en France. *L'eau, l'industries et nuisances*. n° 299 : 29-39.

Letard S. R., 2003 . - Anodonta cygnea, espèce sentinelle? Analyse de marqueurs biochimiques potentiellement indicateurs de contamination par les pesticides. *Thèse de Doctorat*. Univ. De Maine. 135p.

Madigan M. et Martinko J., 2007. - Biologie des microorganismes. 11^{ème} Edition, Pearson/éducation (Paris) : 918-932.

Metcalf & Eddy, Inc. (1991) *Wasrewater t :ngineering: Treatment, Disposal and Reuse*, 3d ed., McGraw-Hill, New York.

Mouthon J., 1982. Les mollusques dulcicoles - Données biologiques et écologiques - Clés de détermination des principaux genres de bivalves et de gastéropodes de France. Besançon, France, CEMAGREF, 27p

- Ndiaye M. L., Pfeifer H.-R., Niang S., Dieng Y., Tonolla M., Peduzzi R. et 2010. Impacts de l'utilisation des eaux polluées en agriculture urbaine sur la qualité de la nappe de Dakar (Sénégal). *Rev. Vertigo*, Vo. 10, n° 2.
- Ottoson J., Hansen A., Björlenius B., Norder H. et Stenström T.A., 2006. - Removal of viruses, parasitic protozoa and microbial indicators in conventional and membrane processes in a wastewater pilot plant. *Water Research*, 40: 1449-1457.
- Papaiacovou I., 2001. Case study — wastewater reuse in Limassol as an alternative water source. *Desalination* 138 : 55–59
- Paquet, A., Picard, I., Caron, F. et Roux, S., 2005. - Les mulettes au Québec. *Naturaliste Canadien*, vol. 129, n° 1 : 78-85.
- Pachura-Bouchet, S., Blaise, C. and Vasseur, P. (2006). Toxicity of nonylphenol on the cnidarian *Hydra attenuata* and environmental risk assessment. *Environmental Toxicology*, vol. 21, no 4 : 388-394.
- Ramade F., 2000. L'eau et le milieu aquatique. *Ed. Flammarion* : 90p.
- Ratel S., 1986. Développement des qualités aérobies et anaérobies chez l'enfant: implications pour la performance et l'entraînement. Séminaire des entraîneurs et cadres techniques du cyclisme 08-09 novembre 2013 – CREPS de Bourges
- Rebhun M., 2004. - Desalination of reclaimed wastewater to prevent salinization of soils and groundwater. *Desalination*, 160 : 143-149.
- Rejsek, F., 2002. - Analyse de l'eau : Aspects et réglementaire et technique. *Ed CRDP d'Aquitaine* (France) :
- Rodier J., 1984. - L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Edition Dunod (Paris) :
- Rodier J., 1996. - L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème édition, Dunod, Paris, 1383p.
- Santini O., 2012. - Effects of copper on calcium metabolism and detoxification mechanisms in freshwater bivalve species of "Anodonta. *Thèse de doctorat en Écotoxicologie*, Univ de Lorraine :
- Sheehan D. et Power A., 1999. - Effects of seasonality on xenobiotic and antioxidant defence mechanisms of bivalve mollusks. *ScienceDirect*, Volume 123, Issue 3, : 193–199.
- Scott, C., Faruqui N.I. and Raschid L., 2004. - L'utilisation des eaux usées dans l'agriculture irriguée: faire face aux moyens d'existence et aux réalités environnementales, *New Scientist Edition Spéciale* n° 16,
- Sipala, S., Mancini, G. and Vagliasindi, F.G.A., 2003. Development of web-based tool for the calculation of costs of different wastewater treatment and reuse scenarios. *Wat. Sci. Tech.*, 3: 89-96.

Soto D. et Guillermo M., 1999. Filter feeding by freshwater mussel, *Diplodon chilensis*, as biocontrol of salmon farming eutrophication. *Aquaculture* 171 ; 65- 81.

Nedeau, E., Smith A.K. et Stone J., 2005. Freshwater Mussels of the Pacific Northwest. Pacific Northwest Native Freshwater Mussel Workgroup. 45 p.

Tamrabet L., 2011. - Contribution à l'étude de la valorisation des eaux usées en maraichage. *Thèse de doctorat en sciences* (Univ. Hadj Lakhdar, Batna (Algérie) :

Tsagarakis K.P., Dialynas G.E. et Angelakis A.N. - Water resources management in Crete (Greece) including water recycling and reuse and proposed quality criteria. *Agricultural Water Management* 66 : 35-47

Taskinen J. et Valtonen E. T., 1995. - Age, size- and sex-specific infection of *Anodonta piscinalis* (Bivalvia, Unionidae) with *Rhipidocotyle fennica* (Digenea, Bucephalidae) and its influence on host reproduction. *Canadian Journal of Zoology*, **73** (5) : 887-897.

Thomas O., 1985. - Métrologie des eaux résiduaires ». *Ed. Cebedoc / Tec. et Doc.* (Liège) :

Thorp, J. A. et Covich, A. P., 1991. - Ecology and classification of North American freshwater invertebrates, *Academic Press inc.*, San Diego (California) : 895.

Uthaiwan K., Noparatnaraporn N. and Machado J., 2001. - Culture of glochidia of the freshwater pearl mussel *Hyriopsis myersiana* (Lea, 1856) in artificial media. *Aquaculture*, 195 : 61-69.

Vaillant J.R., 1974. - Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires: eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles, Edition, Eyrolles, Paris, :228p.

Vandeputte M., 2003. - Selective breeding of quantitative traits in the common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquatic Living Resources*, 16 : 399-407.

Vanderploeg, H.A., Liebig J.R., and Napela T.F., 1995. From picoplankton to microplankton : temperature-driven filtration by the unionid bivalve *Lampsilis radiata siliquoidea* in Lake St. Clair. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52 : 63-74.

Vrignaud S., 2005. - Clef de détermination des Naïades d'Auvergne. *Malaco*, 1 : 19-22.

➤ Documents à consulter

- Documents et ouvrages

Angelakis, A.N. (1997) Development of wastewater reclamation and reuse practices for urban areas of Yemen. FAO, Rome, Italy, 144 p.

Anonyme,. - Eléments nutritifs. Composées Azotés. Hach Lange. Rapport d'application : 4p.

Bahri, A. and F. Brissaud. (2002), Guidelines for Municipal Water Reuse in the Mediterranean Countries. WHO regional Office for Europe, Euro Project Office, MAP, Athens, Greece, pp. 62.

- Baumont S., Camard J.P., Lefranc A. et Franconi A., 2004. - Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS : 220p.
- Baumont S., 2005. Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en île de France. ORS (Observatoire régional de santé d'Ile-de-France). Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France : 222p.
- Baumont S., Camard J.P., Lefranc A., Franconi A., 2005. - Réutilisation des eaux usées épurées. Risques sanitaires et faisabilité en île-de-france. Inst. Aménag. Urban. de la région ile-de-France. Rapport ORS :
- Cneru . 1980. Etudes et réalisations en urbanisme. Recueils sur la zone industrielle d'El Hadjar. Thèse de Doctorat (univ. Annaba) : 42p.
- Ecosse D., 2001. - Techniques alternatives en vue de subvenir à la pénurie d'eau dans le monde. mémoire D.E.S.S. " qualité et gestion de l'eau ", Fac. sciences, Amiens (France) : 62p.
- Feudjeu Defo P. I, 2012 Risques sanitaires et environnementaux liés au rejet des eaux usées au quartier Ngoa Ekellé à Yaoundé au Cameroun. Mémoire.Ecole d'infirmiers médico-sanitaires Yaoundé : 61 p.
- Derbeo , Direction risques biologiques, environnementaux et occupationnels, (2006) - Avis de réutilisation d'effluents de stations de traitement d'eaux usées domestiques pour l'irrigation d'un terrain de golf groupe scientifique sur l'eau. Institut de santé publique québec : 17p.
- Emillian ., 2004. Assainissement des eaux résiduaire et leur impact sanitaire. 145.
- Faby J. A. et François B., 1997. Office international de l'eau, direction de la documentation et des données (France) :
- Hajlaoui W ., 2006. - Contribution à l'étude écobioologique de la carpe commune *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) dans la retenue de barrage de Sidi Saâd. Diplôme de master en Limnologie et ressources en milieux continentaux. INAT (Tunis) : 83p.
- Hartani T., 2004. - La réutilisation des eaux usées en irrigation : cas de la Mitidja (Algérie). Institut national agronomique (Alger) : 3p.
- Kamizoulis, G., Bahri, A., Brissaud, F. and Angelakis, A. N. (2003). Wastewater recycling and reuse practices in Mediterranean region: Recommended Guidelines.
- Koehn J., Brumley A. et Gehrke P., 2000. - Managing the Impacts of Carp. Bureau of Rural Sciences, Australian Government Department of Agriculture, Fisheries and Forestry (Canberra).
- Mouthon J., 1982. - Les mollusques dulcicoles - Données biologiques et écologiques - Clés de détermination des principaux genres de bivalves et de gastéropodes de France. CEMAGREF : 27p.
- Nedeau, E.J., Mccollough M.A and Swartz B.I. 2000. The Freshwater Mussels of Maine. Maine Department of Inland Fisheries and Wildlife, Augusta, Maine.118 p.
- Papaiacovou I. (2001), Case study- wastewater reuse in Limassol as an alternative water source, Desalination 138, 55-59.

- Pescod, M.B., 1990. Human Waste Use in Agriculture and Aquaculture - Utilization Practices and Health Perspectives. IRCWD Report No. 9, Duebendorf, Switzerland.
- Santini O., 2012. - Effects of copper on calcium metabolism and detoxification mechanisms in freshwater bivalve species of *anodonta*. University of bayreuth, germany chair of environmental chemistry and ecotoxicology and university of Lorraine (france), laboratory of interactions ecotoxicology biodiversity ecosystems : 44-48.
- Ramade F., 2000. - Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ed. Ediscience internationale, (Paris) : 689.
- Thorp, J. A. and Covich, A. P. (1991). Ecology and classification of North American freshwater invertebrates, Academic Press inc., San Diego, California, 895 p.
- **Actes, Séminaires et congrès**
- Aarab N., Lemaire-Gony S., Unruh E, Hassen P.D., Larsen B.K., Anderson O.K. et Narbone J.F., 2006. – Preliminary study of response in mussels (*Mytilus edulis*) exposed to biphenol A, diallyl phthalate and tetrabromodiphenyl ether. *Aquat. Toxicol*, 78 (Supp 1), *The Stavanger Workshop Biological Effects of Environmental Pollution (BEEP) in marine coastal ecosystem. The Stavanger mesocosm exposure studies*. June 2006 : 86-92.
- Audic, J.M., 1990. Evolution des technologies d'élimination des microorganismes. In IFREMER *Acte de colloque*, Paris : 148p.
- Brouillet J.L., Picot B., Sambuco J.P., Gaillard L., Soteras G., Valarié I., 2008. - Ecotechniques d'assainissement des eaux usées domestiques : évolution et perspectives. XIIIe Congrès Mondial de l'Eau : 1er au 4 septembre 2008 – Montpellier.
- Flajšhans M. et Hulata G., 2006. - Common carp – *Cyprinus carpio*. In: “Genetic effects of domestication, culture and breeding of fish and shellfish, and their impacts on wild populations.” in Crosetti D., Lapègue S., Olesen I., Svaasand T. (eds). GENIMPACT project: Evaluation of genetic impact of aquaculture activities on native populations. An European network. WPI workshop “Genetics of domestication, breeding and enhancement of performance of fish and shellfish”, Viterbo (Italy), 12-17th June, 2006 : 7.
- Lunn M., 2001. - The deliberate indirect wastewater reuse scheme at Essex and Suffolk water. Colloque de Noirmoutier : 4-99.
- Putz, P., 2009. Rapport d'application. Analyse de laboratoire et Analyse en continu Eléments nutritifs. Composées Azotés. HACH LANGE Rapport d'application : 4.
- Somlyódy L., Henze M., Koncsos L., Rauch W., Reichert P., Shanahan P. et Vanrolleghem P., 2000. - River water quality modelling : III. The future of the art. Proceedings of the 1st IWA Conference, (Paris), May 2000.

- **Autres références**

AFD, 2011. Réutilisation des eaux usées traitées-Perspectives opérationnelles et recommandation pour l'action, France : 85p.

JORA, 1993. Journal Officiel de la République Algérienne. Décret N°90/160 du 10 juillet 1993 portant organisation et réglementation des déchets liquides industriels.

JOURNAL OFFICIEL, 2007. – Conventions et accords internationaux – Lois et décrets arrêtés, décisions, avis, communications et annonces (Traduction française). *J. O. de la République Algérienne N° 73*, 11 Dhou El Kaada 1428 (21/11/2007) : p6.

MRE, 2012. - Ministère des ressources en eau, algérie, 2012.

MRE, 2004. - Obtention d'une concession d'exploitation d'une eau minérale naturelle ou d'une eau de source. JO/ n°45 du 18 Juillet 2004.

ONA, 2014. - Réalisation et exploitation de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Adrar, Wilaya de ADRAR. Numéro : N°02 /MOD/ONA/14

ONE, 1999. Caractérisation quantitative et qualitative des eaux usées. Guide de bonne pratique. Direction Laboratoire de la Qualité des Eaux, ONEP. Rabat. .

- **Sites Web (internet) ou biblionet**

Ministère des Ressources en Eau (MRE),2000. [http ://www.mer.gov.dz/](http://www.mer.gov.dz/)