

Université MUSTAPHA Stambouli

Mascara



جامعة مصطفى اسطمبولي

معسكر

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Sciences de la terre et de l'univers

Laboratoire de Recherche sur les Systèmes Biologique et Géomatique (LRSBG)

THESE de DOCTORAT

Spécialité Sciences de la terre et de l'univers

Intitulée :

Contribution à l'amélioration des performances environnementales de traitement des eaux usées par l'utilisation du système management environnemental –cas l'Oued Mekerra.

Présentée et soutenue publiquement par: Mr MAHFOUD Zakaria

Le : 18/05/2023

Devant le jury :

Président	Mr.BENYOUCEF Madani	Professeur	Université de Mascara
Examineur	Mr. ABABOU Adda	Professeur	Université de Chlef
Examineur	Mr.BENZATER Benali	MCA	Université de Mascara
Examineur	Mr.ANTEUR Djamel	MCA	Université de Saida
Examineur	Mr.BEMMOUSSAT Abdelkader	MCA	Université de Sidi Bel Abbes
Directeur de thèse	Mr.BENSLIMANE Mohamed	Professeur	Université de Mascara

Remerciements

Au terme de ce long et passionnant parcours de thèse de doctorat, il est temps pour moi d'exprimer ma profonde gratitude envers ceux qui ont contribué à sa réalisation.

Tout d'abord, j'aimerais exprimer ma reconnaissance envers mon directeur de thèse, **Pr. BENSLIMANE Mohamed**. Votre expertise, votre disponibilité et votre soutien infaillible ont été les piliers de cette aventure intellectuelle. Votre confiance en mes capacités et votre capacité à pousser mes limites m'ont permis de repousser les frontières de ma réflexion et de finaliser ce travail de recherche.

Je tiens également à remercier chaleureusement le comité de thèse. Vos commentaires, vos suggestions et vos évaluations détaillées ont grandement contribué à l'amélioration de cette thèse. Votre expertise et votre intérêt pour mon travail ont été une source d'inspiration constante.

Mes remerciements vont également au directeur de laboratoire (LRSBG), **Pr. HAMIMMED.A**, également au chef d'équipe **Pr.KHALDI.A** partie en retraite, avec qui j'ai partagé de nombreuses discussions enrichissantes.

Je suis profondément reconnaissant envers ma petite famille et mes amis qui ont été à mes côtés tout au long de ce parcours. Votre soutien indéfectible, vos encouragements constants et votre amour inconditionnel ont été ma source de force et de motivation.

Enfin, je souhaite exprimer ma reconnaissance envers toutes les personnes qui ont participé à mes recherches en tant que participants (ONA, DRE Sidi Bel Abbès). Votre contribution précieuse a permis de recueillir les données nécessaires à la réalisation de cette thèse.

À la mémoire de mes chers parents,

Cette dédicace est un hommage sincère et émouvant à deux personnes exceptionnelles qui ont marqué ma vie et ma quête de connaissances. À travers cette thèse de doctorat, je tiens à rendre un vibrant hommage à mon père et à ma mère, qui ne sont plus parmi nous physiquement, mais qui demeurent présents dans mon cœur et mon esprit.

MAHFOUD.Z

Résumé

Un système de management environnemental (SME) fournit un cadre aux organisations ou aux entreprises qui souhaitent améliorer continuellement la performance environnementale. Grâce à ce cadre, la gérance environnementale devient la responsabilité de tous les employés - pas seulement du service de l'environnement - et est intégrée dans le traitement des eaux usées. Le SME offre aux organisations une méthode et une opportunité pour établir et atteindre systématiquement des objectifs de prévention de la pollution pour des performances environnementales supérieures.

La mise en œuvre du SME est un engagement de la direction vers la mise en œuvre, l'identification de l'aspect environnemental, l'impact et la conformité légale. Ce travail décrit les avantages de la mise en œuvre d'un système de management environnemental (SME) conforme à la norme ISO 14001 dans l'épuration des eaux usées. Par exemple, une station d'épuration (STEP), considérée a priori comme un système de traitement écologique, génère un impact environnemental du fait de sa consommation énergétique, de l'utilisation de composés chimiques, des émissions dans l'atmosphère et de la production de boues, du post-traitement des qui aura également divers effets environnementaux.

Dans cette étude une analyse complète de la STEP de Sidi Bel Abbes qui diverse ces eaux au niveau oued Mekkera, a été évaluée pour la caractérisation physico-chimique des eaux usées qui est nécessaire pour une réutilisation dans l'irrigation, ainsi que l'inventaire de bilan qualitatif et quantitatif (composés chimiques, énergie, émissions dans l'air, l'eau, le sol et la production de déchets solides) associé au processus global. En outre, l'efficacité globale de la station d'épuration est satisfaisante et présente les caractéristiques d'une eau épurée de bonne qualité à réutiliser dans le domaine de l'irrigation tout en protégeant l'environnement sachant que les rejets d'eau et l'épandage de boues sur le sol se sont avérés être les principaux contributeurs à la performance environnementale d'une STEP.

Mot clé : épuration des eaux usées, SME, ISO14001, performances environnementaux, réutilisation, gestion des déchets, sol.

Abstract

An environmental management system (EMS) provides a framework for organizations or companies that wish to continuously improve environmental performance. Through this framework, environmental stewardship becomes the responsibility of all employees - not just the environmental department - and is integrated into wastewater treatment. The EMS provides organizations with a method and an opportunity to consistently set and achieve pollution prevention goals for superior environmental performance. The EMS provides organizations with a method and an opportunity to consistently set and achieve pollution prevention goals for superior environmental performance.

The implementation of the EMS is a commitment of the management towards the implementation, the identification of the environmental aspect, the impact and the legal compliance. This work describes the benefits of implementing an environmental management system (EMS) in accordance with ISO 14001 in wastewater treatment. For example, a wastewater treatment plant (WWTP), considered a priori as an ecological treatment system, generates an environmental impact due to its energy consumption, the use of chemical compounds, emissions into the atmosphere and the sludge production, post-treatment which will also have various environmental effects.

In this study a complete analysis of the STEP of Sidi Bel Abbes which diversifies these waters at the level of the Mekkera wadi, was evaluated for the physicochemical characterization of the wastewater which is necessary for reuse in irrigation, as well as the inventory. qualitative and quantitative balance (chemical compounds, energy, emissions into air, water, soil and the production of solid waste) associated with the overall process. In addition, the overall efficiency of the treatment plant is satisfactory and has the characteristics of a good quality purified water to be reused in the field of irrigation while protecting the environment knowing that the water discharges and the spreading of sludge on the ground turned out to be the main contributors to the environmental performance of a WWTP.

Keywords: wastewater treatment, EMS, ISO14001, environmental performance, reuse, waste management, soil.

ملخص

يوفر نظام الإدارة البيئية إطارًا للمؤسسات أو الشركات التي ترغب في تحسين الأداء البيئي باستمرار. من خلال هذا الإطار ، تصبح الإشراف البيئي مسؤولية جميع الموظفين - وليس فقط الإدارة البيئية - ويتم دمجها في معالجة مياه الصرف الصحي. يوفر نظام الإدارة البيئية للمنظمات طريقة وفرصة لوضع أهداف منع التلوث وتحقيقها بشكل منهجي لتحقيق أداء بيئي متفوق.

يعد تطبيق نظام الإدارة البيئية التزامًا إداريًا بالتنفيذ وتحديد الجوانب البيئية والتأثير والامتثال القانوني. يصف هذا العمل فوائد تنفيذ نظام إدارة بيئية متوافق مع المعايير في معالجة مياه الصرف الصحي. على سبيل المثال ، فإن محطة معالجة مياه الصرف الصحي ، التي تعتبر بدهاء كنظام معالجة بيئي ، تولد تأثيرًا بيئيًا بسبب استهلاكها للطاقة ، واستخدام المركبات الكيميائية ، والانبعاثات في الغلاف الجوي وإنتاج الحمأة. لها أيضًا تأثيرات بيئية مختلفة.

في هذه الدراسة ، تم تقييم تحليل كامل لخطوة سيدي بلعباس التي تنوع هذه المياه في وادي مكيرة ، للتوصيف الفيزيائي والكيميائي لمياه الصرف الصحي اللازمة لإعادة استخدامها في الري ، وكذلك التقييم النوعي والكمي للمخزون (كيميائي). المركبات والطاقة والانبعاثات في الهواء والماء والتربة وإنتاج النفايات الصلبة) المرتبطة بالعملية ككل. بالإضافة إلى ذلك ، فإن الكفاءة الكلية لمحطة المعالجة مرضية وتتميز بخصائص جودة المياه النقية التي يمكن إعادة استخدامها في مجال الري مع حماية البيئة مع العلم أن تصريف المياه وانتشار الحمأة على الأرض قد أثبت أنه المساهمون الرئيسيون في الأداء البيئي لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي.

في هذه الدراسة ، تم تقييم تحليل كامل لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي بسيدي بلعباس التي تحول هذه المياه إلى مستوى وادي مكيرة ، للتوصيف الفيزيائي والكيميائي للمياه العادمة اللازمة لإعادة استخدامها في الري ، وكذلك النوعية والنوعية. جرد الميزانية العمومية الكمي (المركبات الكيميائية والطاقة والانبعاثات في الهواء والماء والتربة وإنتاج النفايات الصلبة) المرتبطة بالعملية ككل. بالإضافة إلى ذلك ، فإن الكفاءة الكلية لمحطة المعالجة مرضية وتتميز بخصائص جودة المياه النقية التي يمكن إعادة استخدامها في مجال الري مع حماية البيئة مع العلم أن تصريف المياه وانتشار الحمأة على الأرض قد أثبت أنه المساهمون الرئيسيون في الأداء البيئي لمحطة المعالجة.

كلمة مفتاحية معالجة مياه الصرف الصحي ، نظام الإدارة البيئية ، الأداء البيئي ، إعادة الاستخدام ، إدارة النفايات ، التربة

Liste des abréviations

CE : conductivité Electrique.

DBO₅ : demande biochimique en oxygène 5 jours (mg/l).

DCO : demande chimique en oxygène (mg/l).

EH : équivalent habitant.

ha : hectare.

MES : matières en suspension (mg/l).

MM : matières minérales.

MO : matière organique.

PCB : Polychlorobiphényles.

SAR : sodium adsorption ratio.

STEP : station d'épuration.

ONA : office National de l'Assainissement (Algérie).

DRE : direction des ressources en eau (Algérie).

DSA : direction des services agricole (Algérie).

ANRH : Agence National des ressources hydriques (Algérie).

SME : système management environnemental.

NH₄⁺ : l'azote ammoniacal (mg/l).

NH₃ : ammoniac (mg/l).

NO₂⁻ : nitrites (mg/l).

NO₃⁻ : nitrates (mg/l).

PO₄⁻³ : orthophosphates (mg/l).

T : Température.

OD : oxygène dessous.

ONM : Office National de Météorologique (Algérie).

ONAS : office National de l'Assainissement (Tunisie).

Sommaire

Remerciements	i
Résumé	ii
Abstract	iii
ملخص	iv
Liste des abréviations	v
Sommaire	vi
Introduction générale.....	15

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 .Caractéristiques des eaux usées, traitement et élimination

1. Introduction à la qualité et à la pollution de l'eau.....	21
1.1 Introduction.....	21
1.2 utilisations de l'eau.....	21
1.3 exigences de qualité de l'eau.....	22
1.4 pollution de l'eau	24
2. Caractéristiques des eaux usées.....	28
2.1 Débit des eaux usées.....	28
2.1.1 Introduction.....	28
2.1.2 Débit des eaux usées domestiques.....	29
2.1.2.1 Préliminaires.....	29
2.1.2.2 Prévisions démographiques.....	29
2.1.2.3 Consommation moyenne d'eau.....	30
2.2 Composition des eaux usées.....	32
2.2.1 Paramètres de qualité.....	32
2.2.2 Caractéristiques principales des eaux usées.....	32
2.2.3 Principaux paramètres définissant la qualité des eaux usées.....	35
2.2.3.1 Préliminaires.....	35
2.2.3.2 Solides.....	35
a) Classification par taille.....	36
b) Classification par caractéristiques chimiques.....	36
c) Classification par décantabilité.....	36
2.2.3.3 Matière organique carbonée.....	37
a) Demande biochimique en oxygène (DBO)	38
b) Demande biochimique d'oxygène ultime (DBO)	39
c) Demande chimique en oxygène (DCO)	40
d) Carbone organique total (COT)	41
2.2.3.4 Azote.....	41

2.2.3.5 Phosphore.....	42
2.2.3.6 Organismes pathogènes et indicateurs de contamination fécale.....	43
a) Organismes pathogènes.....	43
b) Organismes indicateurs.....	43
2.2.4 Relation entre charge et concentration.....	44
2.2.5 Caractéristiques des eaux usées domestiques.....	45
2.2.6 Caractéristiques des eaux usées industrielles.....	46
2.2.6.1 Concepts généraux.....	46
2.2.6.2 Polluants importants dans les eaux usées industrielles.....	47
a) Métaux.....	47
b) Composés organiques toxiques et dangereux.....	48
2.2.6.3 Équivalent habitant.....	48
3. Aperçu des systèmes de traitement des eaux usées.....	49
3.1 Niveaux de traitement des eaux usées.....	49
3.2 Les procédés de traitements des eaux usées.....	50
3.2.1 Les prétraitements.....	50
3.2.1.1 Le dégrillage.....	51
3.2.1.2 Le dessablage.....	51
3.2.1.3 Le dégraissage déshuilage.....	51
3.2.2. Traitement primaire.....	52
3.2.3. Traitement secondaire.....	53
3.2.3.1 Traitements anaérobies.....	54
3.2.3.2 Traitements aérobies.....	55
a) Principe.....	55
b) Lits bactériens.....	56
c) Lits mobiles immergés: disques biologiques.....	57
2. Les cultures libres (boues activées)	57
a) Principe.....	57
3. Le lagunage.....	58
a) Le lagunage naturel.....	58
b) Le lagunage aéré.....	59
c) Le lagunage anaérobie.....	59
4. Filtration/percolation.....	60
5. La filtration par le sol et les plantes (filtres plantés)	60
3.2.4. Traitement tertiaire.....	60
3.2.4.1 Elimination des MES et de la matière organique.....	60
3.2.4.2 Elimination de l'Azote et du Phosphore	61
a) Elimination de l'azote.....	61
d) Elimination du phosphore.....	61

3.2.4.3 <i>Elimination des pathogènes</i>	62
a) <i>Le lagunage tertiaire</i>	62
b) <i>La désinfection par chloration</i>	62
c) <i>La désinfection par l’ozone</i>	63
d) <i>La désinfection par l’UV</i>	63
Conclusion.....	65

Chapitre 2. Système de Management de l’Environnement (SME)

2. Notions de base avant d’initier la démarche de mise en place d’un SME.....	67
2.1 Définition de système de management de l’environnement (SME)	67
2.2 ISO 14001	67
2.2.1 Contexte et exigence.....	67
2.2.2 Avantages du déploiement de la norme ISO 14001	71
2.3 La relation entre ISO 14001 et l’innovation.....	73
2.4 Les principales étapes de la mise en place d’un SME.....	73
a) <i>L’Analyse environnementale</i>	73
b) <i>La Politique environnementale</i>	73
c) <i>Le Programme environnemental</i>	73
d) <i>La Mise en œuvre et le fonctionnement du SME</i>	73
e) <i>L’Audit</i>	74
Conclusion	75

Chapitre 3. Réutilisation des eaux usées traitées en agriculture

3.1 Introduction	77
3.2 Réutilisation des eaux usées traitées et terres irriguées dans le monde.....	79
3.3 Avantages de la réutilisation agricole.....	80
3.4 Risques pour la santé liés à la réutilisation des eaux usées agricoles.....	81
3.5 Limites associées à la réutilisation des eaux usées agricoles.....	82
3.6 Évaluation du risque associé à l’utilisation des eaux usées en agriculture.....	84
Conclusion	86

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre 1 présentation de la zone d’étude

1.1 Introduction.....	89
1.2 Caractéristiques physiques de la plaine de Sidi Bel Abbés.....	89
1.3 Réseau hydrographique.....	90
1.4 Les paramètres climatiques.....	91
1.4.1 Commune de Ras El MA.....	91

a) <i>Situation géographique</i>	91
b) <i>Pluviométrie</i>	91
1.4.2 Commune de Moulay Slissen.....	92
a) <i>Situation géographique</i>	92
b) <i>Pluviométrie</i>	92
c) <i>La gelée</i>	94
d) <i>Climagramme d'Emberger</i>	94
1.4.3 Commune de Sidi Bel Abbas.....	95
a) <i>Situation géographique</i>	95
b) <i>Pluviométrie</i>	96
1.5 Occupation du sol.....	97
1.6 Filière de traitement.....	97
1.6.1 lagune aérée de Ras El MA.....	97
a) <i>Prétraitement</i>	97
b) <i>Traitement biologique</i>	98
c) <i>Séchage</i>	98
1.6.2 Lagune aérée de Moulay Slissen.....	98
a) <i>Prétraitement</i>	98
b) <i>Traitement secondaire</i>	100
c) <i>Bassin de désinfection</i>	101
d) <i>Séchage</i>	102
1.6.3 La STEP a boue activée de Sidi Bel Abbas.....	102
a) <i>Déversoir d'orage</i>	103
b) <i>Prétraitement</i>	103
c) <i>Traitement primaire</i>	103
d) <i>Traitement biologique</i>	104
e) <i>Traitement des boues</i>	104
Conclusion	106

Chapitre 2 Matériels et méthodes

2.1 Introduction.....	108
2.2 Matériels et méthodes d'analyse.....	108
2.2.1 Présentation.....	108
2.2.2 Prélèvement et échantillonnage.....	109
2.2.3 Matières en suspension (M.E.S)	109

a) <i>But d'analyse</i>	109
b) <i>Principe</i>	109
c) <i>Mode opératoire</i>	109
d) <i>Expression des résultats</i>	111
2.2.4 La demande chimique en oxygène (D.C.O)	111
a) <i>But d'analyse</i>	111
b) <i>Principe</i>	111
c) <i>Réactif</i>	112
d) <i>Mode opératoire</i>	112
e) <i>Expression des résultats</i>	113
2.2.5 La demande biologique en oxygène (DBO ₅).....	113
a) <i>Principe</i>	113
b) <i>Procédure</i>	113
c) <i>Mode opératoire</i>	113
d) <i>Expression des résultats</i>	114
2.2.6 Détermination de la turbidité.....	114
a) <i>Définition</i>	114
b) <i>Appareil</i>	114
c) <i>Mode opératoire</i>	114
d) <i>Expression des résultats</i>	114
2.2.7 Détermination de pH.....	115
a) <i>Mode opératoire</i>	115
b) <i>But d'analyse</i>	115
2.2.8 Détermination de l'oxygène dissous la température.....	115
a) <i>Principe</i>	115
b) <i>Mode opératoire</i>	116
2.2.9 Nitrates (N-NO ₃)	116
a) <i>Mode opératoire</i>	116
2.2.10 Azote ammoniacal (N-NH ₄).....	117
a) <i>Mode opératoire</i>	117
2.2.11 Nitrite (N-NO ₂).....	117
a) <i>Mode opératoire</i>	117
2.2.12 Le phosphore.....	118
a) <i>Mode opératoire</i>	118

2.3 La mise en place du SME.....	118
2.3.1 L'analyse environnementale initiale.....	118
2.3.2 Le recueil de la législation.....	121
2.3.1.1 Réglementation et législation Algérienne.....	121
a) <i>Décrets relatifs aux déchets</i>	121
b) <i>Lois relatives à l'eau et la protection de l'environnement en Algérie</i>	122
c) <i>Lois de finances</i>	122
d) <i>Décrets relatifs aux matières dangereuses</i>	123
e) <i>Décrets relatifs à l'air et au bruit</i>	123
f) <i>Décrets relatifs aux effluents liquides</i>	123
g) <i>Décrets relatifs aux installations classées</i>	123
h) <i>Décret relatif a la réutilisation des eaux usées épurées</i>	123
2.3.3 La Politique environnementale.....	124
2.3.4 Le Programme environnemental.....	125
2.3.5 La Mise en œuvre et le fonctionnement du SME.....	125
2.3.6 L'Audit.....	125
2.4 Etude agro pédologique.....	125
Conclusion.....	126

Chapitre 3 Résultats et Discussion

3.1 Résultat de l'analyse environnementale.....	128
3.2 Résultat d'analyse des causes des aspects environnementaux significatifs.....	137
3.3 L'outil de l'évaluation de la norme iso 14001 (check list)	137
3.4 Bilan qualitatif et quantitatif.....	140
3.4.1 <i>Effluents liquides de la STEP de Sidi Bel Abbes</i>	140
a) <i>Variation de pH</i>	140
b) <i>Matière organique et matières en suspension</i>	140
c) <i>Azote</i>	141
d) <i>phosphore</i>	141
e) <i>Calcium, Magnesium and Sodium</i>	144
f) <i>Conductivité électrique et salinité</i>	144
g) <i>Métaux lourds</i>	144
h) <i>Analyse bactériologique</i>	145
3.4.2 <i>Déchets et produits périmés du laboratoire</i>	145
3.4.3 <i>Déchets issus de l'exploitation de la STEP</i>	147

a) <i>déchets générées</i>	147
b) <i>Emissions gazeuse</i>	148
c) <i>Emission de bruit</i>	149
3.5 <i>Amélioration des performances environnementaux (STEP, Lagune)</i>	150
3.5.1 <i>Réduction de la consommation énergétique</i>	150
3.5.2 <i>Gestion des boues et ressources en sol</i>	150
3.5.2.1 <i>Gestion des boues</i>	150
3.5.2.2 <i>Ressources en sol</i>	153
a) <i>Répartition des sols dans la plaine de Sidi Bel Abbès</i>	153
a.1 <i>Sols faiblement développés</i>	153
a.1.1 <i>sol salin</i>	153
a.1.2 <i>Sols modaux</i>	154
a.1.3 <i>Sol noirci</i>	154
a.2 <i>sols calcimagnésiques</i>	154
a.2.1 <i>Groupe de sols bruns calcaires</i>	154
a.2.1.1 <i>Sous-groupe modal</i>	155
a.2.1.2 <i>Sous-groupe Noirci</i>	155
a.2.1.3 <i>Sous-groupe: Halomorphe</i>	155
a.2.2 <i>Groupe des rendzines</i>	155
a.2.2.1 <i>Sous- groupe : Modal</i>	156
b) <i>Cartographie des zones homogènes de mise en valeur</i>	156
3.5.3 <i>Valorisation des déchets et stockage des déchets SD</i>	158
a) <i>Valorisation des déchets</i>	158
b) <i>Stockage des déchets spéciaux dangereux</i>	158
3.5.4 <i>Amélioration le rendement épuratoire et réutilisation des eaux usées</i>	159
a) <i>Qualité des eaux usées et création des périmètres d'irrigation lagune de Moulay Slissen</i>	159
b) <i>Qualité des eaux usées et création des périmètres d'irrigation lagune de Ras El Ma</i>	163
Conclusion.....	167
Conclusion et recommandations	169
Bibliographie	174
Liste des tableaux.....	184
Liste des figures.....	186
Liste des photos.....	188
Annexe 01 : Politique environnementale version 15.....	190

Annexe 02 : Exemple programme environnemental.....	191
Annexe 03 : Manuel environnemental.....	195
Annexe 04 : Exemple de certificat ISO 14001.....	199
Annexe 05 : Evaluation de la norme ISO 14001 au niveau de la STEP de Sidi Bel Abbés.....	202
Annexe 06 : Paramètres microbiologiques des eaux usées utilisées a des fins d'irrigation (JORA : N°41,2012).....	217
Annexe 07 : liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées (JORA : N°41,2012).....	218
Annexe 08 : Arrêté interministériels correspondant au 2 janvier 2012 fixant les spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation.....	219

Introduction générale

Introduction générale

Le système de gestion de l'environnement (SME) dans un sens plus large peut signifier gérer l'environnement, mais dans ce contexte, il se concentre sur la voie indirecte mais néanmoins efficace de gestion des activités d'une organisation qui a des impacts sur l'environnement.

L'interaction entre l'organisation et son environnement devient le centre du travail environnemental autre que l'interface fluide qui existe entre eux (Sheldon, Yoxon,2002). La capacité des entreprises à gérer leur performance environnementale devient un enjeu stratégique pour de nombreuses entreprises dans le monde. Ceci est principalement dû au fait que l'environnement est désormais considéré comme un actif à valoriser. Par conséquent, les gestionnaires de l'assainissement ne devraient pas seulement améliorer la qualité, réduire les coûts et valoriser les sous produit, ils devraient également devenir plus respectueux de l'environnement (Montabon, Melnyk et al. 2000).

(International Standards Organization's ISO 14001) est une norme internationale qui fait partie de la série ISO 14000 publiée en 2004 (ISO 14 001, 2004). Il fournit les exigences relatives aux systèmes de gestion environnementale qui permettent l'élaboration et la mise en œuvre d'une politique et d'objectifs, qui prennent en compte les exigences légales et les informations sur les aspects environnementaux importants et couvrent six domaines: politique environnementale, planification, mise en œuvre et fonctionnement, vérification et examen de la gestion. Il est basé sur une approche processus d'un système en mettant l'accent sur l'amélioration de la protection de l'environnement en utilisant un seul SME dans toutes les fonctions de l'organisation (Rendell et McGinty ,2004) .Dans le domaine de l'environnement, la gestion des entreprises est soumise à des pressions réglementaires et institutionnelles auxquelles les entreprises peuvent difficilement se soustraire sans remettre en cause leur légitimité (Hoffman ,1999) (Bansal et Bogner, 2002) et (Boiral,2006).

Face aux problématiques environnementales actuelles (réchauffement climatique, pollution des eaux et des airs) les services d'assainissement en Algérie cherchent à atteindre et démontrer une bonne performance environnementale. De plus, ces problématiques s'inscrivent dans le contexte de la législation en vigueur, qui devient plus en plus exigeante afin de favoriser la protection de l'environnement et l'amélioration continue.

Les eaux usées sont effectivement des mélanges de liquides qui résultent de différentes sources de contamination. Les eaux usées comprennent généralement les eaux provenant des activités domestiques, industrielles, commerciales et agricoles.

La qualité des eaux usées peut être définie par des propriétés physiques, chimiques et biologiques. Les paramètres physiques comprennent la couleur, l'odeur, la température, les solides, la turbidité, l'huile et la graisse (Haghighi Asl, Ahmadpour et al. 2017). Les paramètres chimiques liés à la quantité de matière organique des eaux usées, comprennent la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO), le carbone organique total (COT). Les paramètres chimiques inorganiques comprennent la salinité, la dureté, le pH, l'acidité, l'alcalinité, le fer, le manganèse, le chlorure, le sulfate, le sulfure, les métaux lourds, l'azote et le phosphore, tandis que les paramètres bactériens comprennent les coliformes, les coliformes fécaux, des agents pathogènes spécifiques et des virus (Wong, Phommachanh et al. 2015) ; (Dehghani, Miranzadeh et al. 2018) ; (Mostafaii, Dehghani et al. 2017). De nombreux organismes, y compris les bactéries, les insectes aquatiques, les virus, les protozoaires, les champignons et les helminthes, les plus préoccupants dans la station d'épuration des eaux usées (Kokkinos, Mandilara et al. 2015). Des concentrations élevées d'oeufs de parasites et de larves d'insectes, comme les moustiques, se trouvent dans les égouts urbains, provoquant des maladies parasitaires et virales (Yaya-Beas, Ayala-Limaylla et al. 2015).

La réutilisation des eaux usées épurées constitue en outre, une alternative aux rejets dans les milieux récepteurs qui peuvent présenter des capacités d'absorption limitées (Papaiacovou, 2001). Par ailleurs, le contenu de ces eaux en éléments nutritifs, notamment en azote, potassium et phosphore, permet de diminuer les frais de fertilisation des sols. L'utilisation des eaux usées peut également prévenir l'eutrophisation et éviter la croissance des algues dans les zones de rejets, elle peut être également une source de pollution avec son contenu en éléments traces organiques et métalliques et en pathogènes (Belaid, 2010).

L'Algérie compte actuellement 171 stations d'épuration des eaux usées (STEP) d'une capacité de 900 millions m³/an. Le rejet quotidien d'eaux usées épurées est supérieur à 1,5 Hm³ /j. Le volume réutilisé à fin aout 2021 est estimé à 14,6 Millions de m³, afin d'irriguer plus de 11 100 ha de superficies agricoles (ONA, 2021).

La station de traitement des eaux usées par boues activées est située au nord-est de la ville de Sidi Bel Abbès (nord-ouest de l'Algérie) et est opérationnelle depuis 1993 avec une capacité de 220 000 EqH (28 000 m³ par jour) .En outre, les rejets de cette station déversent au niveau Oued Mekerra qui traverse la ville d'une distance de 4.4km.

L'étude pédologique de la plaine de Sidi Bel Abbès, réalisée sur un fond topographique avec une surface totale prospectée couvrant environ 2163 ha, a pour principal objectif l'inventaire des sols et leur potentiel, la prise en compte de diverses contraintes au développement de la région, la création de zones irrigables est estimée à 1618 ha. Par conséquent, on se concentre dans ce travail sur l'évaluation de la charge polluante des eaux usées traitées et gestion des déchets de la ville de Sidi Bel Abbès afin de la réutiliser dans l'irrigation et cartographie des terres projetés a la l'irrigation en aval de la station d'épuration, sachant que l'Algérie dans le domaine agricole est encore confrontée à l'absence d'une cartographie pratique de ses sols agricoles (Faraoun et Benabdeli, 2010), surtout en installant le SME qui vise à prendre en compte de façon systématique l'impact des activités de la STEP sur l'environnement, à évaluer cet impact et à le réduire.

Ce travail, portant sur l'amélioration du SME, a été effectuée dans une station d'épuration a boue activée de la ville de Sidi Bel Abbes qui s'est engagée dans la démarche de certification conformément à la norme ISO 14001 Version 2004 dans un souci de prouver son engagement environnemental à ses différents partenaires et clients et ce afin de garantir un entourage sain et salubre. Dans la pratique, ce travail constitue une contribution à l'amélioration de la performance environnementale de cette entreprise par l'identification, l'évaluation et l'atténuation des risques et des aspects environnementaux liés à ces activités et ce dans le but de réduire l'impact de ses processus de traitement et de ses produits sur l'environnement.

Ce travail comporte deux parties principales :

I- La partie bibliographique est composée essentiellement de trois chapitres :

-Le premier chapitre traite les caractéristiques des eaux usées, traitement et élimination

-Le deuxième chapitre est consacré aux principales étapes de la mise en place d'un SME

-Le troisième chapitre rapporte les possibilités de réutilisation des eaux usées épurées en agriculture dont l'intérêt est double, d'une part, c'est la protection des milieux aquatiques récepteurs et délimitation des terres projetés à la l'irrigation, d'autre part, c'est un gain en eau pour les agriculteurs, en plus de la préservation des ressources naturelles superficielles et souterraines pour une profession plus noble, l'AEP.

II- La partie expérimentale qui est composée de trois chapitres essentiels :

-Le premier chapitre porte sur présentation de la zone d'étude,

-Le deuxième chapitre porte sur la présentation du travail expérimental ainsi que sur le matériel et méthodes d'analyse

-Le troisième chapitre concerne résultats de l'analyse environnementale, amélioration des performances environnementaux, bilan qualitatif et quantitatif ainsi que l'abattement des paramètres de pollution dans le bassin d'étude.

Enfin, nous terminons notre étude par une conclusion générale résumant les principaux résultats obtenus.

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 .Caractéristiques des eaux usées, traitement et élimination

1. Introduction à la qualité et à la pollution de l'eau

1.1 Introduction

L'eau, en raison de ses propriétés de solvant et de sa capacité à transporter des particules, incorpore en elle-même diverses impuretés qui caractérisent la qualité de l'eau.

La qualité de l'eau est le résultat de phénomènes naturels et des actes des êtres humains. En général, on peut dire que la qualité de l'eau est fonction de l'utilisation des terres dans la zone de captage. Cela est dû aux facteurs suivants:

- **Conditions naturelles:** même avec le bassin versant préservé dans son état naturel, la qualité des eaux de surface est affectée par le ruissellement et l'infiltration résultant des précipitations. L'impact de ceux-ci dépend du contact de l'eau avec les particules, les substances et les impuretés dans le sol.

- **Interférence des êtres humains:** l'interférence de l'homme se manifeste soit sous une forme concentrée, comme dans le rejet d'eaux usées domestiques ou industrielles, soit sous une forme diffuse, comme dans l'application d'engrais ou de pesticides sur le sol.

1.2 Utilisations de l'eau

Les principales utilisations de l'eau sont:

- *approvisionnement domestique*
- *approvisionnement industriel*
- *irrigation*
- *alimentation animale*
- *préservation de la vie aquatique*
- *loisirs*
- *élevage d'espèces aquatiques*
- *production d'électricité*
- *navigation*
- *harmonie du paysage*
- *dilution et transport des déchets*

De manière générale, seuls les deux premiers usages (approvisionnement domestique et approvisionnement industriel) sont fréquemment associés à un traitement préalable de l'eau, compte tenu de leurs exigences de qualité plus exigeantes.

Il existe une relation directe entre l'utilisation de l'eau et sa qualité requise. Dans la liste ci-dessus, l'utilisation la plus exigeante peut être considérée comme l'approvisionnement en eau domestique, ce qui nécessite la satisfaction de divers critères de qualité. A l'inverse, les utilisations les moins exigeantes sont la simple dilution et le transport des déchets, qui n'ont pas d'exigences spécifiques en termes de qualité. Cependant, il ne faut pas oublier que plusieurs utilisations sont généralement attribuées aux plans d'eau, ce qui oblige à satisfaire divers critères de qualité. C'est le cas, par exemple, des réservoirs construits pour l'approvisionnement en eau, la production d'électricité, les loisirs, l'irrigation et autres.

Outre le cycle de l'eau sur Terre (cycle hydrologique), il existe des cycles internes, dans lesquels l'eau reste à l'état liquide, mais dont les caractéristiques ont été modifiées du fait de son utilisation.

La gestion de ces cycles internes est un rôle essentiel en génie de l'environnement, et comprend la planification, la conception, la construction et le contrôle des ouvrages nécessaires au maintien de la qualité de l'eau souhaitée en fonction de ses usages prévus. Par conséquent, l'ingénieur ou le scientifique doit savoir demander et interpréter les résultats des échantillons de qualité de l'eau aux différents points du cycle.

1.3 Exigences de qualité de l'eau

Le tableau 1 présente de manière simplifiée l'association entre les principales exigences de qualité et les utilisations correspondantes de l'eau.

Tableau 1 : l'association entre les principales exigences de qualité et les utilisations correspondantes de l'eau.

Utilisation générale	Utilisation spécifique	Qualité requise
Approvisionnement domestique	-	- Sans substances chimiques nocives pour la santé - Exempt d'organismes nuisibles à la santé - Faible agressivité et dureté - Esthétiquement agréable (faible turbidité, couleur, goût et odeur; absence de micro-organismes)
	Eau incorporée dans le produit (par exemple aliments, boissons, médicaments)	- Sans substances chimiques nocives pour la santé - Exempt d'organismes nuisibles à la santé - Esthétiquement agréable (faible turbidité, couleur, goût et odeur; absence de micro-organismes)
Approvisionnement industriel	L'eau qui entre en contact avec le produit	- Variable avec le produit
	Eau qui n'entre pas en contact avec le produit (par exemple, unités de réfrigération, chaudières)	- faible dureté - Faible agressivité
	Horticulture, produits ingérés crus ou avec peau	- Sans substances chimiques nocives pour la santé - Exempt d'organismes nuisibles à la santé
Irrigation	-	- Salinité non excessive - Exempt de substances chimiques nocives pour le sol et les plantations
	Autres plantations	- Salinité non excessive - Exempt de substances chimiques nocives pour la santé animale
l'approvisionnement en eau des animaux	-	- Exempt d'organismes nuisibles à la santé animale - Variable avec les exigences environnementales des espèces aquatiques à préserver
Préservation de la vie aquatique	-	- Variable avec les exigences environnementales des espèces aquatiques à préserver

Le tableau 1 (suite)

Utilisation générale	Utilisation spécifique	Qualité requise
		- Sans substances chimiques nocives pour la santé
Loisirs	Contact primaire (contact direct avec le milieu liquide - baignade; ex.: Natation, ski nautique, surf)	- Exempt d'organismes nuisibles à la santé - De faibles niveaux de solides en suspension, d'huiles et de graisses
	Contact secondaire (sans contact direct avec le milieu liquide; ex: navigation de loisir, pêche)	- Aspect agréable
Production d'énergie	Centrales hydroélectriques	- Faible agressivité
	Centrales nucléaires ou thermoélectriques (par exemple, tours de refroidissement)	- faible dureté
Transport	-	- Faible présence de matériel de cours qui pourrait être dangereux pour les navires
Dilution et transport des déchets	-	-

(Source : Organisation mondiale de la Santé OMS, 2011)

1.4 Pollution de l'eau

La pollution de l'eau est l'ajout de substances ou de formes d'énergie qui modifient directement ou indirectement la nature de la masse d'eau d'une manière qui affecte négativement ses utilisations légitimes.

Cette définition est essentiellement pratique et, par conséquent, potentiellement controversée, car elle associe la pollution à des altérations négatives et à l'utilisation des masses d'eau, concepts attribués par l'homme. Cependant, cette vision pratique est importante, principalement lors de l'analyse des mesures de contrôle de la réduction de la pollution.

La solution à la plupart de ces problèmes, en particulier la matière organique biodégradable et les agents pathogènes, a été trouvée dans de nombreuses régions développées, qui se concentrent désormais sur l'élimination des nutriments et des micropolluants, ainsi qu'une attention considérable à la pollution causée par le drainage des eaux pluviales. Dans les régions en développement, les problèmes de pollution de base doivent encore être traités et toute la gamme des polluants doit être abordée. Cependant, en raison de la rareté des ressources financières dans ces régions, des priorités doivent être fixées (comme elles l'ont été dans le passé et continuent de l'être dans les régions développées), et la

pollution brute par la matière organique et la contamination par des agents pathogènes sont susceptibles de mériter une plus grande attention. Naturellement, chaque région a ses propres spécificités, qui doivent être prises en compte lors de la définition des priorités.

Le tableau 2 répertorie les principaux polluants et leur source, ainsi que les effets les plus significatifs.

Tableau 2 : Principaux polluants, leur source et leurs effets.

Polluant	principaux paramètres représentatifs	Source				Effet possible du polluant
		Les eaux usées		Eaux pluviales		
		domestiques	industrielles	urbaines	Agriculture et pâturage	
<i>Matières solides en suspension</i>	Total matière solides en suspension	XXX	↔	XX	X	- Problèmes esthétiques - Dépôts de boues - adsorption de polluants - Protection des agents pathogènes
<i>Matière organique biodégradable</i>	Demande biochimique d'oxygène	XXX	↔	XX	X	-Consommation d'oxygène -Mort de poisson -Conditions septiques
<i>Nutriments</i>	azote et phosphore	XXX	↔	XX	X	-Croissance excessive d'algues -Toxicité pour les poissons (ammoniac) -Maladies du nouveau-né (nitrate) -Pollution des eaux souterraines
<i>Pathogènes</i>	Coliforms	XXX	↔	XX	X	-Maladies d'origine hydrique
<i>Matière organique non biodégradable</i>	Pesticides Certains détergents et autres	X	↔	X	XX	- Toxicité (divers) - Mousse (détergents) - Réduction du transfert d'oxygène (détergents) - Non biodégradable - Mauvaises odeurs (ex: phénols)

Tableau 2 (suite)

Polluant	principaux paramètres représentatifs	La source				Effet possible du polluant
		les eaux usées		Eaux pluviales		
		domestiques	industrielles	urbaines	Agriculture et pâturage	
<i>Les métaux</i>	Éléments spécifiques Éléments spécifiques (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, etc.)	X	←→	X		- Toxicité - Inhibition du traitement biologique des eaux usées - Problèmes liés à l'utilisation agricole des boues - Contamination des eaux souterraines
<i>Solides dissous inorganiques</i>	Conductivité totale des solides dissous	XX	←→		X	- Salinité excessive-dommages aux plantations (irrigation) - Toxicité pour les plantes (certains ions) - Problèmes de perméabilité du sol (sodium)

(Source : Lorenzo and Picó ,2019 ;Réty, Jacob et al. 2016).

x: petit xx: moyen xxx: haut ← →: variable vide: généralement pas important

2. Caractéristiques des eaux usées

2.1 Débit des eaux usées

2.1.1 Introduction

L'assainissement des eaux usées (collecte, traitement et élimination) est réalisé par les principales alternatives suivantes :

- *Réseau d'assainissement pseudo séparatif*
- *Réseau d'assainissement séparatif*
- *Réseau d'assainissement unitaire*
- *Assainissement autonome ou non raccordé au réseau (ex :fosse septique)*

Dans divers pays, un système d'assainissement séparé est adopté, qui sépare les eaux pluviales des eaux usées, les deux étant transportés par des réseaux de canalisations indépendants. Dans ce cas, en principe, les eaux pluviales ne contribuent pas à la station d'épuration (STEP). Dans d'autres pays, cependant, un système d'assainissement combiné (unitaire) est adopté, qui dirige les eaux usées et les eaux pluviales ensemble dans le même système. Dans ce cas, les canalisations ont un plus grand diamètre, pour transporter non seulement le débit des eaux usées, mais principalement l'eau de pluie, et la conception de la STEP doit prendre en considération la fraction correspondante d'eau de pluie qui est autorisée à entrer dans les usines de traitement. Dans les pays à climat chaud, pendant la saison sèche, les eaux usées s'écoulent lentement dans ces tuyaux de grand diamètre, entraînant de longs temps de rétention qui permettent la décomposition et la génération de mauvaises odeurs.

Les eaux usées urbaines qui s'écoulent dans un réseau d'égouts hors site et contribuent à une STEP proviennent des trois principales sources suivantes:

- *Eaux usées domestiques (y compris résidences, institutions et commerce)*
- *Infiltration*
- *Effluents industriels (origines et types d'industrie divers)*

Pour caractériser à la fois la quantité et la qualité de l'influent dans la STEP, il est nécessaire d'analyser séparément chacun des trois éléments.

2.1.2 Débit des eaux usées domestiques

2.1.2.1 Préliminaires

Le concept de débit domestique englobe les eaux usées provenant des habitations, ainsi que les activités commerciales et les institutions qui sont normalement des composantes de la localité. Des valeurs plus expressives provenant de sources ponctuelles importantes doivent être calculées séparément et ajoutées à la valeur globale.

Normalement, le débit des eaux usées domestiques est calculé en fonction de la consommation d'eau dans la localité respective. La consommation d'eau est généralement calculée en fonction de la population de référence et d'une valeur attribuée à la consommation d'eau quotidienne moyenne par habitant.

Il est important de noter que pour la conception et l'exploitation des ouvrages de traitement des eaux usées, il ne suffit pas de considérer que le débit moyen. Il est également nécessaire de quantifier les débits minimum et maximum, pour des raisons hydrauliques et de processus.

2.1.2.2 Prévisions démographiques

La population qui contribue à la station d'épuration est celle située à l'intérieur de la zone de conception desservie par le réseau d'égouts. Cependant, la population de référence ne représente qu'une certaine fraction de la population totale de cette zone, car peut-être que toute la population n'est pas raccordée au réseau d'égouts. Ce ratio (population desservie / population totale) est appelé le taux de raccordement. Cet indice peut être déterminé (conditions actuelles) ou estimé (conditions futures), de manière à permettre le calcul du débit de conception. Au cours des dernières années de l'horizon de planification, la couverture devrait être proche de 100%, reflétant l'amélioration et l'expansion du réseau de collecte. Le taux de raccordement est fonction des aspects suivants:

- Conditions physiques, géographiques ou topographiques de la localité. Il n'est pas toujours possible de desservir tous les ménages avec le système d'assainissement. Ceux qui ne sont pas desservis doivent adopter d'autres solutions que le système d'assainissement.
- Indice d'adhérence. Il s'agit du rapport entre la population réellement raccordée au réseau et la population potentiellement desservie par le réseau d'assainissement dans

les rues (tous les ménages ne sont pas raccordés au réseau disponible, c'est-à-dire que tous n'adhèrent pas au réseau d'assainissement).

- Étapes de mise en œuvre du système d'assainissement. Dans les années initiales de fonctionnement de la station d'épuration, peut-être pas tout le système de collecte et de transport conçu a été effectivement installé, ce qui affecte le débit initial.

Les principales méthodes ou modèles utilisés pour les prévisions de population sont (Leridon ,1983) ;(Henry ,1966); (Van Imhoff et Post ,1997); (Banens 1994) ;(Metcalf et Eddy, 1991):

- croissance linéaire (arithmétique)
- croissance géométrique
- régression multiplicative
- taux de croissance décroissant
- croissance logistique
- comparaison graphique entre communautés similaires
- méthode de rapport et de corrélation
- prédiction basée sur les prévisions d'emploi ou d'autres prévisions des services publics

2.1.2.3 Consommation moyenne d'eau

Comme mentionné précédemment, le débit domestique est fonction de la consommation d'eau. Les valeurs typiques de la consommation d'eau par habitant pour les populations disposant de raccordements domestiques sont présentées dans le tableau 3.

Ces valeurs peuvent varier d'une localité à l'autre. Le tableau 4 présente divers facteurs qui influencent la consommation d'eau. Les données figurant dans le tableau 3 sont simplement des valeurs moyennes typiques, étant naturellement soumis à toute la variabilité résultant des facteurs énumérés dans le tableau 4.

Tableau 3 : Plages typiques de consommation d'eau par habitant.

Taille de la communauté	Répartition de la population (habitants)	Consommation d'eau par habitant (l/j/hab)
peuplement rural	<5,000	90–140
Village	5 000 - 10 000	100 - 160
Petite ville	10 000–50 000	110–180
Ville moyenne	50 000–250 000	120–220
Grande ville	> 250 000	150–300

(Source: Brears, 2016).

Tableau 4 : Facteurs qui influencent la consommation d'eau.

Facteur d'influence	Commentaire
• Disponibilité de l'eau	• Dans les endroits où la pénurie d'eau a tendance à être moindre
• Climat	• Les climats plus chauds induisent une plus grande consommation d'eau
• Taille de la communauté	• Les grandes villes présentent généralement une consommation d'eau par habitant plus importante (pour tenir compte des fortes activités commerciales et institutionnelles)
• Niveau économique de la communauté	• Un niveau économique plus élevé est associé à une consommation d'eau plus élevée
• Niveau d'industrialisation	• Les sites industrialisés présentent une consommation plus élevée
• Mesure de la consommation des ménages	• La mesure empêche une plus grande consommation
• Coût de l'eau	• Un coût plus élevé réduit la consommation
• Pression de l'eau	• La haute pression dans le système de distribution induit une utilisation et des pertes plus importantes
• Pertes de système	• Les pertes dans le réseau de distribution d'eau impliquent la nécessité d'une plus grande production d'eau

(Source : Barraqué, Isnard et al. 2011).

2.2 Composition des eaux usées

2.2.1 Paramètres de qualité

Les eaux usées domestiques contiennent environ 99,9% d'eau. La partie restante comprend des solides organiques et inorganiques, en suspension et dissous, ainsi que des micro-organismes. C'est à cause de ce 0,1% que la pollution de l'eau a lieu et que les eaux usées doivent être traitées.

La composition des eaux usées est fonction des utilisations auxquelles l'eau a été soumise. Ces usages et la forme avec laquelle ils sont exercés varient en fonction du climat, de la situation sociale et économique et des habitudes de population.

Dans la conception d'une STEP, il n'y a normalement aucun intérêt à déterminer les divers composés qui composent les eaux usées. Cela est dû non seulement à la difficulté d'entreprendre les différents tests de laboratoire, mais également au fait que les résultats eux-mêmes ne peuvent pas être directement utilisés comme éléments de conception et de fonctionnement. Par conséquent, il est souvent préférable d'utiliser des paramètres indirects qui représentent le caractère ou le potentiel polluant des eaux usées en question. Ces paramètres définissent la qualité des eaux usées et peuvent être divisés en trois catégories: paramètres physiques, chimiques et biologiques.

2.2.2 Caractéristiques principales des eaux usées

Les tableaux 5, 6 et 7 présentent les principales caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des eaux usées domestiques.

Tableau 5 : Principales caractéristiques physiques des eaux usées domestiques.

Paramètre	Description
<i>Température</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Légèrement plus élevé que dans l'eau potable • Variations selon les saisons des années (plus stables que la température de l'air) • Influence l'activité microbienne • Influence la solubilité des gaz • Influence la viscosité du liquide
<i>Couleur</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux usées fraîches: gris clair • Eaux usées Fosse septique: gris foncé ou noir
<i>Odeur</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux usées fraîches: odeur huileuse, relativement désagréable • Égouts septiques: odeur nauséabonde (désagréable), due au sulfure d'hydrogène gazeux et autres sous-produits de décomposition • Eaux usées industrielles: odeurs caractéristiques
<i>Turbidité</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Causé par une grande variété de solides en suspension • Eaux usées plus fraîches ou plus concentrées: turbidité généralement plus élevée

(Source: Qasim,1985).

Tableau 6 : Principales caractéristiques chimiques des eaux usées domestiques

Paramètre	Description
TOTAL SOLIDES	<i>Organique et inorganique; suspendu et dissous; décantables</i>
• <i>Suspendu</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Une partie des matières solides organiques et inorganiques qui ne sont pas filtrables
• <i>Fixe</i>	<ul style="list-style-type: none"> • des composés minéraux, non oxydables par la chaleur, inerte, qui font partie des matières solides en suspension
• <i>Volatile</i>	<ul style="list-style-type: none"> • les composés organiques oxydables, par la chaleur, qui font partie des matières solides en suspension
• <i>Dissoute</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Une partie des matières solides organiques et inorganiques qui sont filtrable. <p>Normalement, considéré ayant une dimension inférieure à 10-3µm.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Composés minéraux des solides dissous.
• <i>Fixe</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Composés organiques des solides dissous
• <i>Volatile</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Une partie des matières solides organiques et inorganiques qui se déposent en 1 heure dans un cône Imhoff. Indication approximative de la décantation dans un bassin de sédimentation.
• <i>Décantables</i>	
MATIÈRE ORGANIQUE	<i>Mélange hétérogène de divers composés organiques. Composants principaux: protéines, glucides et lipides.</i>
<i>Détermination indirecte</i>	
• <i>DBO₅</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Demande biochimique d'oxygène. Mesuré à 5 jours et 20 °C. Associé à la fraction biodégradable des composés organiques carbonés. Mesure de l'oxygène consommé au bout de 5 jours par les micro-organismes dans la stabilisation biochimique de la matière organique. • La demande chimique en oxygène. Représente la quantité d'oxygène requise pour stabiliser chimiquement la matière organique carbonée. Utilise des agents oxydants puissants dans des conditions acides. • Ultime demande biochimique en oxygène. Représente l'oxygène total consommé au bout de plusieurs jours, par les microorganismes dans la stabilisation biochimique de la matière organique.
• <i>DCO</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Carbone organique total. Mesure directe de la matière organique carbonée. Déterminé par la conversion du carbone organique en dioxyde de carbone.
• <i>DBO ultime</i>	
<i>Détermination directe</i>	
• <i>COT</i>	
AZOTE TOTAL	<i>L'azote total comprend l'azote organique, l'ammoniac, le nitrite et le nitrate. C'est un nutriment essentiel à la croissance des micro-organismes dans le traitement biologique des eaux usées. L'azote organique et l'ammoniac sont appelés ensemble azote total de Kjeldahl (TKN).</i>
• <i>Azote organique</i>	<ul style="list-style-type: none"> • l'azote sous forme de protéines, acides aminés et l'urée. • Produit au premier stade de la décomposition de l'azote organique. • Stade intermédiaire d'oxydation de l'ammoniac. Pratiquement absent dans les eaux usées brutes.
• <i>Ammoniac</i>	
• <i>Nitrite</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Produit final dans l'oxydation de l'ammoniac. Pratiquement absent dans les eaux usées brutes.
• <i>Nitrate</i>	

Tableau 6 (suite)

Paramètre	Description
PHOSPHORE TOTAL	<i>Le phosphore total existe sous des formes organiques et inorganiques. C'est un nutriment essentiel au traitement biologique des eaux usées.</i>
• Phosphore organique	• Combiné avec de la matière organique.
• Phosphore inorganique	• Orthophosphates et polyphosphates.
pH	<i>Indicateur des conditions acides ou alcalines des eaux usées. Une solution est neutre à pH 7. Les processus d'oxydation biologique ont généralement tendance à réduire le pH.</i>
ALCALINITÉ	<i>Indicateur de la capacité tampon du milieu (résistance aux variations de pH). Causé par la présence d'ions bicarbonate, carbonate et hydroxyle.</i>
CHLORURES	<i>Provenant de l'eau potable et des déchets humains et industriels</i>
HUILES ET GRAISSE	<i>Fraction de matière organique soluble dans l'hexane. Dans les eaux usées domestiques, les sources sont les huiles et graisses utilisées dans les aliments.</i>

(Source: Qasim ,2017 ; Metcalf, Eddy et al. 1991).

Tableau 7 : Principaux organismes présents dans les eaux usées domestiques.

Paramètre	Description
<i>Bactéries</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Organismes unicellulaires • Présent sous différentes formes et tailles • Principaux organismes responsables de la stabilisation de la matière organique • Certaines bactéries sont pathogènes, provoquant principalement des maladies intestinales
<i>Archées</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Similaire aux bactéries en taille et en composants cellulaires de base • Différent des bactéries dans leur paroi cellulaire, leur matériau cellulaire et leur composition d'ARN • Important dans les processus anaérobies
<i>Algues</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Organismes photosynthétiques autotrophes, contenant de la chlorophylle • Il est important dans la production d'oxygène dans les masses d'eau et dans certains procédés de traitement des eaux usées • Dans les lacs et les réservoirs, ils peuvent proliférer en excès, détériorant la qualité de l'eau
<i>Champignons</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Organismes hétérotrophes à prédominance aérobie, multicellulaires, non photosynthétiques • Également important dans la décomposition de la matière organique • Peut croître dans des conditions de pH bas
<i>Protozoaires</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Organismes généralement unicellulaires sans paroi cellulaire • La majorité est aérobie ou facultative • Se nourrissent de bactéries, d'algues et d'autres micro-organismes • Indispensable en traitement biologique pour maintenir un équilibre entre les différents groupes • Certains sont pathogènes
<i>Virus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Organismes parasites, formés par l'association de matériel génétique (ADN ou ARN) et d'une structure protéique • Pathogène et souvent difficile à éliminer dans le traitement de l'eau ou des eaux usées
<i>Helminthes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Animaux d'ordre supérieur • Les œufs d'helminthes présents dans les eaux usées peuvent provoquer des maladies

(Source: Silva et Mara ,1979 ; Tchobanoglous et Schroeder, 1985, Metcalf, Eddy et al. 1991).

2.2.3 Principaux paramètres définissant la qualité des eaux usées

2.2.3.1 Préliminaires

Les principaux paramètres trouvés principalement dans les eaux usées domestiques qui méritent une attention particulière sont les suivants:

- *solides*
- *indicateurs de matière organique*
- *azote*
- *phosphore*
- *indicateurs de contamination fécale*

2.2.3.2 Solides

Tous les contaminants de l'eau, à l'exception des gaz dissous, contribuent à la charge en matières solides. Dans le traitement des eaux usées, les solides peuvent être classés selon (a) leur taille et leur état, (b) leurs caractéristiques chimiques et (c) leur sédimentation:



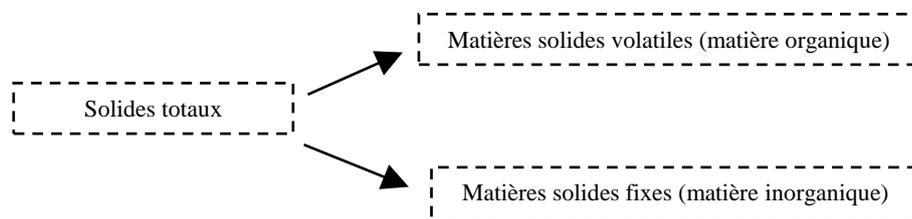
a) Classification par taille

La division des solides par taille est avant tout une division pratique. Par convention, on peut dire que les particules de plus petites dimensions capables de traverser un papier filtre d'une taille spécifique correspondent aux **solides dissous**, tandis que celles de plus grandes dimensions et retenues par le filtre sont considérées comme des **solides en suspension**. Pour être plus précis, les termes solides *filtrables* (= dissous) et solides *non filtrables* (= en suspension) sont plus adéquats. Dans une gamme intermédiaire, il y a les solides colloïdaux, qui sont importants dans le traitement de l'eau, mais qui sont difficiles à identifier par la méthode simple de filtration sur papier. Les résultats de l'analyse de l'eau basés sur des papiers filtres typiques montrent que la majeure partie des solides colloïdaux est séparée en solides filtrables (dissous).

Parfois, le terme particules est utilisé pour indiquer que les solides sont présents sous forme de solides en suspension. Dans ce contexte, des expressions comme DBO particulaire, DCO, phosphore, etc. sont utilisées pour indiquer qu'elles sont liées à des solides en suspension. En revanche, la DBO, la DCO et le phosphore solubles sont associés aux solides dissous.

b) Classification par caractéristiques chimiques

Si les solides sont soumis à une température élevée (550 °C), la fraction organique est oxydée (volatilisée), ne laissant après combustion que la fraction inerte (non oxydée). Les solides volatils représentent une estimation de la matière organique dans les solides, tandis que les solides non volatils (fixes) représentent la matière inorganique ou minérale. En résumé :

*c) Classification par décantabilité*

Les solides décantables sont considérés comme ceux qui peuvent se déposer en une heure. Le volume des solides accumulés dans le fond d'un récipient appelé cône Imhoff est mesurée et

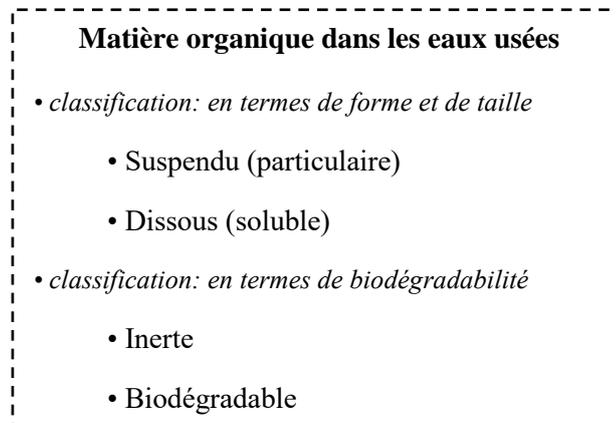
exprimée en ml / L. La fraction qui ne se dépose pas représente les solides non décantables (généralement non exprimés dans les résultats de l'analyse).

2.2.3.3 Matière organique carbonée

La matière organique présente dans les eaux usées est une caractéristique d'une importance considérable, étant à l'origine de l'un des principaux problèmes de pollution de l'eau: la consommation d'oxygène dissous par les microorganismes dans leurs processus métaboliques d'utilisation et de stabilisation de la matière organique. Les substances organiques présentes dans les eaux usées sont principalement constituées de (Yapo, Mambo et al. 2009):

- Composés protéiques ($\approx 40\%$)
- Glucides (≈ 25 à $\approx 50\%$)
- Huiles et graisses ($\approx 10\%$)
- l'urée, des tensioactifs, des phénols, des pesticides et autres (quantité inférieure)

La matière organique carbonée (à base de carbone organique) présente dans les eaux usées d'une STEP peut être divisée en les principales fractions suivantes:



En termes pratiques, il n'est généralement pas nécessaire de classer la matière organique en termes de protéines, de graisses, de glucides, etc. Par ailleurs, il est très difficile de déterminer en laboratoire les différents composants de la matière organique dans les eaux usées, compte tenu des multiples formes et composés dans lesquels elles peuvent être présentes. En conséquence, des méthodes directes ou indirectes peuvent être adoptées pour la quantification de la matière organique:

- *Méthodes indirectes: mesure de la consommation d'oxygène*
 - Demande biochimique en oxygène (DBO)
 - Ultime demande biochimique en oxygène (BODu)
 - Demande chimique en oxygène (DCO)
- *Méthodes directes: mesure du carbone organique*
 - Carbone organique total (COT)

a) *Demande biochimique en oxygène (DBO)*

La DBO représente la quantité d'oxygène nécessaire pour stabiliser, par des processus biochimiques, la matière organique carbonée. Il s'agit donc d'une indication indirecte du carbone organique biodégradable.

Le test DBO peut être compris de cette manière simplifiée: le jour du prélèvement de l'échantillon, la concentration d'oxygène dissous (OD) dans l'échantillon est déterminée. Cinq jours plus tard, avec l'échantillon maintenu dans un flacon fermé et incubé à 20 ° C, la nouvelle concentration d'OD est déterminée. Cette nouvelle concentration d'OD est plus faible en raison de la consommation d'oxygène pendant la période. La différence de niveau d'OD au jour zéro et au jour 5 représente l'oxygène consommé pour l'oxydation de la matière organique, soit donc la DBO_5 . Ainsi, par exemple, un échantillon d'un plan d'eau a présenté les résultats suivants (voir figure 1) :

OD au jour 0: 7 mg / L

OD le jour 5: 3 mg / L

$DBO_5 = 7 - 3 = 4 \text{ mg / L}$

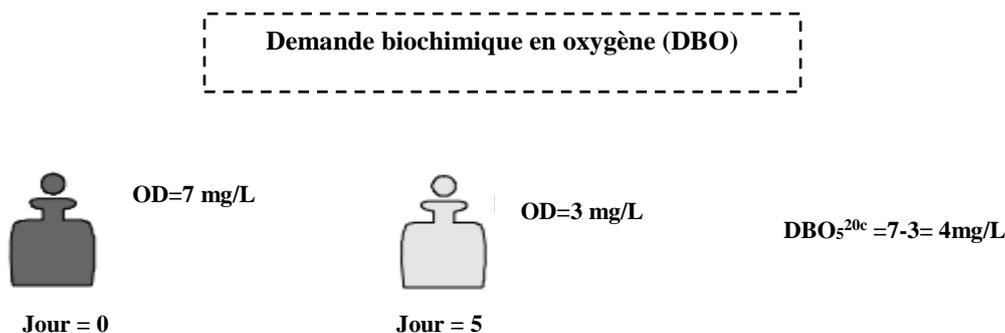


Figure 1 : Exemple du concept BOD_5^{20} (source : Augustos et Von Sperling, 2005)

Les principaux avantages du test DBO sont liés au fait que le test permet:

- une indication approximative de la fraction biodégradable des eaux usées;
- une indication du taux de dégradation des eaux usées;
- une indication du taux de consommation d'oxygène en fonction du temps;
- une détermination approximative de la quantité d'oxygène nécessaire à la stabilisation biochimique de la matière organique présente.

b) Demande biochimique d'oxygène ultime (DBO)

La DBO₅ correspond à la consommation d'oxygène exercée pendant les 5 premiers jours. Cependant, à la fin du cinquième jour, la stabilisation du matériau organique n'est toujours pas terminée, se poursuivant, bien qu'à un rythme plus lent, pendant une autre période de plusieurs semaines ou jours. Après cela, la consommation d'oxygène peut être considérée comme négligeable. De cette façon, la demande biochimique ultime d'oxygène correspond à la consommation d'oxygène jusqu'à ce moment, après quoi il n'y a pas de consommation significative, ce qui signifie que la matière organique a été pratiquement entièrement stabilisée (figure 2).

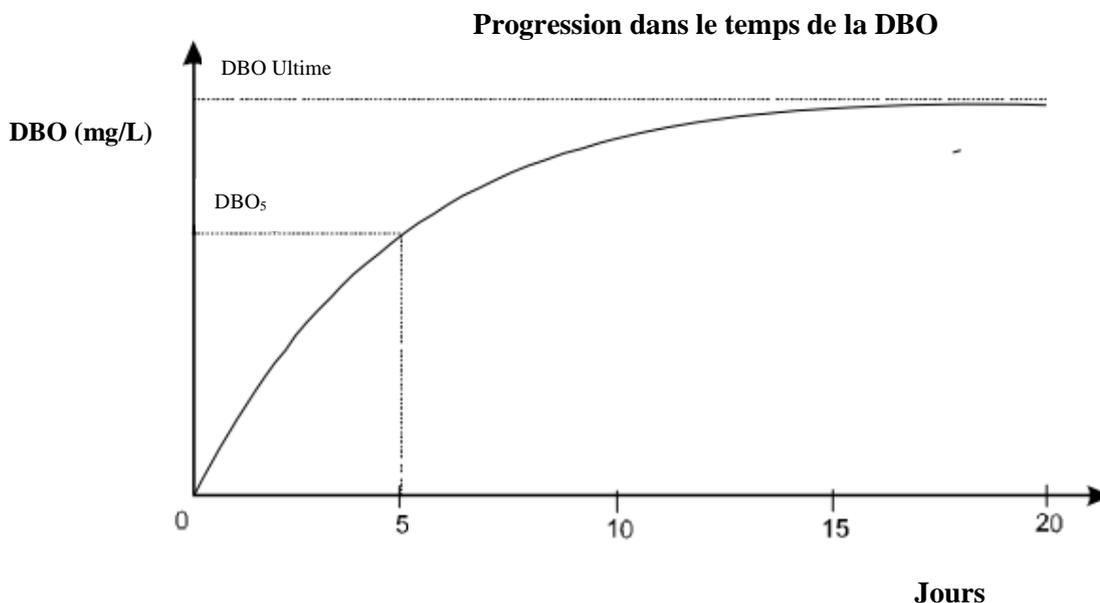


Figure 2 : Progression dans le temps de la DBO dans un échantillon, montrant la DBO₅ et la DBO ultime (source : Augustos et Von Sperling, 2005).

c) *Demande chimique en oxygène (DCO)*

Le test DCO mesure la consommation d'oxygène résultant de l'oxydation chimique de la matière organique. La valeur obtenue est donc une indication indirecte du niveau de la matière organique présente.

La principale différence avec le test DBO se retrouve clairement dans la nomenclature des deux tests. La DBO se rapporte à l'oxydation biochimique de la matière organique, entièrement réalisée par des micro-organismes. La DCO correspond à l'oxydation chimique de la matière organique, obtenue grâce à un oxydant fort (dichromate de potassium) en milieu acide.

Les principaux avantages du test DCO sont:

- le test ne prend que deux à trois heures;
- en raison de la réponse rapide, le test peut être utilisé pour le contrôle opérationnel;
- les résultats des tests donnent une indication de l'oxygène nécessaire à la stabilisation de la matière organique;
- le test permet d'établir des relations stœchiométriques avec l'oxygène;
- le test n'est pas affecté par la nitrification, donnant une indication de l'oxydation de la matière organique carbonée uniquement (et non de la demande en oxygène azoté).

Pour les eaux usées domestiques brutes, le rapport DCO / DBO₅ varie entre 1,7 et 2,4. Pour les eaux usées industrielles, cependant, ce ratio peut varier considérablement. En fonction de la valeur du rapport, des conclusions peuvent être tirées sur la biodégradabilité des eaux usées et le procédé de traitement à utiliser (Graham ,2012) ; (Gorini, Choubert et al. 2010),(Suschka et Ferreira 1986):

- *Faible rapport DCO / DBO₅* (inférieur à 2,5 ou 3,0):
 - la fraction biodégradable est élevée
 - bonne indication pour le traitement biologique
- *Rapport DCO / DBO₅ intermédiaire* (entre 2,5 et 4,0):
 - la fraction inerte (non biodégradable) n'est pas élevée
 - études de traitabilité pour vérifier la faisabilité du traitement biologique
- *Rapport COD / BOD₅ élevé* (supérieur à 3,5 ou 4,0):
 - la fraction inerte (non biodégradable) est élevée
 - indication possible d'un traitement physico-chimique

d) Carbone organique total (COT)

Dans ce test, le carbone organique est mesuré directement, dans un test instrumental, et non indirectement par la détermination de l'oxygène consommé, comme les trois tests ci-dessus. Le test COT mesure tout le carbone libéré sous forme de CO₂. Pour garantir que le carbone mesuré est réellement du carbone organique, les formes inorganiques de carbone (comme le CO₂, HCO₃⁻, etc.) doivent être éliminées avant l'analyse ou corrigées lors du calcul (Eckenfelder, 1980). Le test COT a été principalement utilisé jusqu'à présent dans la recherche ou dans les évaluations détaillées des caractéristiques du liquide, en raison des coûts élevés de l'équipement.

2.2.3.4 Azote

L'azote est un composant de grande importance en termes de génération et de maîtrise de la pollution de l'eau, principalement pour les aspects suivants:

• Pollution de l'eau

- l'azote est un nutriment essentiel pour les algues conduisant, sous certaines conditions, au phénomène d'eutrophisation des lacs et réservoirs;
- l'azote peut entraîner une consommation d'oxygène dissous dans le plan d'eau récepteur en raison des processus de conversion de l'ammoniac en nitrite et de ce nitrite en nitrate;
- l'azote sous forme d'ammoniac libre est directement toxique pour les poissons;
- l'azote sous forme de nitrate est associé à des maladies telles que la méthémoglobinémie

• Traitement des eaux usées

- l'azote est un nutriment essentiel pour les micro-organismes responsables du traitement des eaux usées;
- l'azote, dans les processus de conversion de l'ammoniac en nitrite et du nitrite en nitrate (nitrification), qui peut se produire dans une STEP, entraîne une consommation d'oxygène et d'alcalinité;
- l'azote en cours de conversion du nitrate en azote gazeux (dénitrification), qui peut avoir lieu dans une STEP, conduit à (a) l'économie d'oxygène et d'alcalinité (lorsqu'elle se produit dans une forme) ou (b) la détérioration de la décantabilité des boues (lorsqu'elle n'est pas contrôlée).

Dans les eaux usées domestiques brutes, les formes prédominantes sont l'azote organique et l'ammoniac. L'azote organique correspond aux groupes amines. L'ammoniac est principalement dérivé de l'urée, qui est rapidement hydrolysée et rarement trouvée dans les eaux usées brutes. Ces deux substances, ensemble, sont déterminées en laboratoire par la méthode de Kjeldahl, conduisant à l'azote total de Kjeldahl (**TKN**). La plupart des TKN dans les eaux usées domestiques ont une origine physiologique. Les autres formes d'azote sont généralement de moindre importance dans l'affluent à une station d'épuration. En résumé:

- $\text{TKN} = \text{ammoniac} + \text{azote organique}$ (forme dominante dans les eaux usées domestiques)
- $\text{TN} = \text{TKN} + \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ (azote total)

Dans un cours d'eau ou dans une STEP, l'ammoniac peut subir des transformations ultérieures. Au cours de la nitrification, l'ammoniac est oxydé en nitrite et le nitrite en nitrate. Au cours de la dénitrification, les nitrates sont réduits en azote gazeux.

2.2.3.5 Phosphore

Le phosphore total dans les eaux usées domestiques est présent sous forme de phosphates, selon la distribution suivante (Pineau, 1994):

- inorganique (polyphosphates et orthophosphates) - principale source de détergents et autres produits chimiques ménagers
- organique (lié aux composés organiques) - origine physiologique

Le phosphore dans les détergents est présent, dans les eaux usées brutes, sous forme de polyphosphates solubles ou, après hydrolyse, sous forme d'orthophosphates. Les orthophosphates sont directement disponibles pour le métabolisme biologique sans nécessiter de conversion en formes plus simples. Les formes sous lesquelles les orthophosphates sont présents dans l'eau dépendent du pH et comprennent PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , H_3PO_4 . Dans les eaux usées domestiques typiques, la forme dominante est HPO_4^{2-} . Les polyphosphates sont des molécules plus complexes, avec au moins deux atomes de phosphore. Les polyphosphates sont convertis en orthophosphates par hydrolyse, ce qui est un processus lent, même s'il a lieu dans le système de collecte des eaux usées lui-même. Les modèles mathématiques des processus de traitement des eaux usées considèrent généralement que les deux formes de phosphate sont représentées par des orthophosphates car après hydrolyse, elles seront effectivement présentes en tant que telles.

2.2.3.6 Organismes pathogènes et indicateurs de contamination fécale

a) Organismes pathogènes

Un aspect important en termes de qualité biologique d'une eau ou des eaux usées est celui lié à la transmission des maladies par les organismes pathogènes. Les principaux groupes d'organismes pathogènes sont: (a) les bactéries, (b) les virus, (c) les protozoaires et (d) les helminthes.

Une maladie liée à l'eau est définie comme tout effet indésirable significatif ou généralisé sur la santé humaine, comme la mort, l'invalidité, la maladie ou les troubles, causé directement ou indirectement par la maladie, ou des changements dans la quantité ou la qualité de l'eau (Zhang et Farahbakhsh, 2007).

b) Organismes indicateurs

La détection d'organismes pathogènes, principalement des bactéries, des protozoaires et des virus, dans un échantillon d'eau est difficile, en raison de leurs faibles concentrations. Les raisons sont dues aux facteurs suivants:

- dans une population, seule une certaine fraction souffre de maladies d'origine hydrique;
- dans les matières fécales de ces habitants, la présence d'agents pathogènes ne peuvent pas se produire dans des proportions élevées;
- après la sortie de l'organe de réception ou d'un système d'assainissement, il y a encore une forte dilution des déchets contaminés;
- sensibilité et spécificité des tests pour certains agents pathogènes;
- large spectre d'agents pathogènes.

Les indicateurs de contamination fécale les plus couramment utilisés sont:

- *coliformes totaux (CT)*
- *coliformes fécaux (CF) ou coliformes thermotolérants*
- *Escherichia coli (EC)*

Le groupe de **coliformes totaux (CT)** constitue un grand groupe de bactéries qui ont été isolés dans des échantillons d'eau et pollués et non pollués sols et des plantes, ainsi que des matières fécales provenant d'humains et d'autres animaux à sang-chaud. Ce groupe a été

largement utilisé dans le passé comme indicateur et continue d'être utilisé dans certaines régions, bien que les difficultés associées à la présence de bactéries non fécales posent problème (Leduc et Gehr, 1990).

Coliformes fécaux (CF) : sont un groupe de bactéries principalement son origine dans le tractus intestinal des humains et d'autres animaux. Ce groupe comprend le genre *Escherichia* et, dans une moindre mesure, les espèces de *Klebsiella*, *Enterobacter* et *Citrobacter*, (WHO, 1993). Le test de CF est effectué à haute température, visant à supprimer les bactéries d'origine non fécale (Leduc et Gehr, 1990). Par conséquent, même le test des coliformes fécaux ne garantit pas que la contamination est réellement fécale. Pour cette raison, récemment, les coliformes fécaux ont été de préférence dénommés *coliformes thermotolérants*, en raison du fait qu'ils sont résistants aux températures élevées du test, mais ne sont pas nécessairement des matières fécales.

Escherichia coli (EC) : est la bactérie principale du groupe de coliformes fécaux (thermotolérants), étant présents en grand nombre dans les matières fécales des humains et des animaux. Il se trouve dans les eaux usées, les effluents traités et les eaux naturelles et les sols qui sont soumis à une contamination récente, que ce soit des humains, l'agriculture, les animaux sauvages et les oiseaux (WHO, 1993).

Oeufs d'helminthes : Les œufs d'helminthes sont des structures reproductives produites par les vers parasites de la classe des helminthes. Ces œufs sont généralement pondus dans l'environnement par les vers adultes présents dans le système digestif de l'hôte infecté. Les œufs d'helminthes sont un paramètre important lors de l'évaluation de l'utilisation d'eau ou d'eaux usées traitées pour l'irrigation, dans laquelle les travailleurs peuvent avoir un contact direct avec de l'eau contaminée et les consommateurs peuvent manger le légume irrigué non cuit ou non pelé (Keffala, Harerimana et al. 2012).

2.2.4 Relation entre charge et concentration

La charge par habitant représente la contribution moyenne de chaque individu (exprimée en termes de masse polluante) par unité de temps. Une unité couramment utilisée est le gramme par habitant et par jour (g / hab.j). Par exemple, lorsque la contribution DBO est de 54 g / hab.j, cela revient à dire que chaque individu rejette 54 grammes de DBO en moyenne, par jour.

La charge affluente à une station d'épuration correspond à la quantité de polluant (masse) par unité de temps. De cette façon, les relations d'importation sont :

$$\text{Charge} = \text{population} \times \text{charge par habitant} \quad (2.1)$$

$$\text{charge (kg / jour)} = \frac{\text{population (hab)} \times \text{charge par habitant (g/jour.hab)}}{1000 \text{ (g / kg)}} \quad (2.2)$$

$$\text{Charge} = \text{concentration} \times \text{débit} \quad (2.3)$$

$$\text{charge (kg / jour)} = \frac{\text{concentration (g / m}^3\text{)} \times \text{débit (m}^3\text{ / j)}}{1000 \text{ (g / kg)}} \quad (2.4)$$

La **concentration** d'une eau usée peut être obtenue par le réarrangement des mêmes relations dimensionnelles:

$$\text{Concentration} = \text{charge} / \text{débit} \quad (2.5)$$

$$\text{Concentration (g / m}^3\text{)} = \frac{\text{charge (kg / jour)} \times 1000 \text{ (g / kg)}}{\text{débit (m}^3\text{ / jour)}} \quad (2.6)$$

2.2.5 Caractéristiques des eaux usées domestiques

(Campos et Von Sperling ,1996) ont vérifié, pour les eaux usées essentiellement domestiques dans neuf sous-bassins versants de la ville de Belo Horizonte, au Brésil, les relations entre la charge de DBO par habitant et la concentration de DBO avec le revenu familial moyen. Plus le revenu est élevé, plus la charge de DBO par habitant est élevée et plus la concentration de DBO est faible.

Les caractéristiques biologiques typiques des eaux usées domestiques, en termes d'organismes pathogènes, peuvent être trouvées dans le tableau 8.

Tableau 8 : Microorganismes présents dans les eaux usées domestiques brutes des pays en développement.

Microorganismes	Charge par habitant (org / jour. hab)	Concentration (org / 100 ml)
Coliformes totaux	$10^{10}-10^{13}$	10^7-10^{10}
Coliformes fécaux (thermotolérants)	10^9-10^{12}	10^6-10^9
E. coli	10^9-10^{12}	10^6-10^9
Streptocoques fécaux	10^7-10^{10}	10^4-10^7
Kystes protozoaires	$<10^7$	$<10^4$
Oeufs d'helminthes	10^3-10^6	10^0-10^3
Virus	10^5-10^7	10^2-10^4

(Source :Buras, Duek et al. 1985).

2.2.6 Caractéristiques des eaux usées industrielles

2.2.6.1 Concepts généraux

La généralisation des caractéristiques typiques des eaux usées industrielles est difficile en raison de leur grande variabilité de temps en temps et d'une industrie à l'autre.

Les concepts suivants sont importants en termes de traitement biologique des eaux usées industrielles:

- **Biodégradabilité:** capacité des eaux usées à être stabilisées par des processus biochimiques par des micro-organismes.
- **Traçabilité:** adéquation des déchets à traiter par des procédés biologiques conventionnels ou existants.
- **Concentration de matière organique biodégradable:** DBO des eaux usées, qui peut être: a) supérieure à celle des eaux usées domestiques (principalement des eaux usées organiques biodégradables, traitables par des procédés biologiques), ou (b) inférieure à celle des eaux usées domestiques (principalement des eaux usées inorganiques ou non biodégradables, dans lesquelles il est moins nécessaire d'éliminer la DBO, mais dans laquelle la charge polluante peut être exprimée en termes d'autres paramètres de qualité).
- **Disponibilité des nutriments:** le traitement biologique des eaux usées nécessite une balance équilibré entre les nutriments C: N: P. Cet équilibre se trouve généralement dans les eaux usées domestiques.
- **Toxicité:** certaines eaux usées industrielles ont des constituants toxiques ou inhibiteurs qui peuvent affecter ou rendre impossible le traitement biologique.

L'intégration des eaux usées industrielles aux eaux usées domestiques dans le réseau d'égouts public, pour un traitement combiné ultérieur dans une STEP, peut être une alternative intéressante. Les raisons possibles de cette alternative seraient les économies d'échelle, la dilution des composants indésirables, les revenus de l'entreprise d'assainissement pour le transport et le traitement des eaux usées industrielles, la simplification pour les industries. Cependant, pour que cette pratique soit efficace, il est nécessaire de procéder à une élimination préalable des effluents industriels pour les constituants pouvant poser un ou plusieurs des problèmes suivants:

- Risques et problèmes de sécurité dans le fonctionnement du système de collecte et d'interception des égouts.
- Toxicité pour le traitement biologique.
- Toxicité pour le traitement des boues et leur élimination finale.
- Persistance des contaminants dans l'effluent du traitement biologique, du fait qu'ils n'ont pas été éliminés par le traitement.

2.2.6.2 Polluants importants dans les eaux usées industrielles

Les effluents industriels, selon le type de processus industriel, peuvent contenir à des degrés plus ou moins importants les différents polluants, présents dans les eaux usées domestiques (matières en suspension, matières organiques biodégradables, azote, phosphore et organismes pathogènes). La présente section couvre d'autres polluants, qui ne se trouvent généralement pas dans les eaux usées domestiques typiques, mais qui peuvent être préoccupants dans les eaux usées industrielles ou municipales contenant une fraction des effluents industriels. Le texte est basé sur da (Da Silva et Sacomani 2001).

a) Métaux

Dans le contexte actuel, les principales implications des métaux sont:

- Toxicité pour les êtres humains et d'autres formes de vie végétale ou animale, résultant du rejet ou de l'élimination des eaux usées dans les plans d'eau.
- Inhibition des micro-organismes responsables du traitement biologique des eaux usées.

Les principaux éléments chimiques entrant dans cette catégorie sont: Ag, As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se et Zn. Ces éléments peuvent être naturellement présents dans les sols ou les eaux à des concentrations variables, mais inférieurs à ceux considérés comme toxiques pour différents organismes vivants. Parmi ceux-ci, As, Co, Cr, Cu, Se et Zn sont essentiels aux organismes en certaines petites quantités, tandis que d'autres n'ont aucune fonction dans le métabolisme biologique, étant toxiques pour les plantes et les animaux.

b) Composés organiques toxiques et dangereux

Les composés organiques toxiques et dangereux, même s'ils ne représentent généralement pas une préoccupation dans les eaux usées domestiques, peuvent être préoccupants dans les eaux usées municipales qui reçoivent des effluents industriels.

Les principales sources de composés organiques sont: les industries chimiques et plastiques, les produits mécaniques, les industries pharmaceutiques, la formulation de pesticides, les fonderies et les industries sidérurgiques, l'industrie pétrolière, les blanchisseries et les industries du bois.

Les polluants organiques les plus courants dans les effluents industriels sont: le phénol, le chlorure de méthyle, le 1,1,1-trichloroéthane, le toluène, l'éthylbenzène, le trichloréthylène, le tétrachloroéthylène, le chloroforme, le phtalate de bis-2-thyl-hexyle, le 2,4-diméthylphénol, naphthalène, butylbenzylphtalate, acroléine, xylène, crésol, acétophénone, méthyl-sobutyl-acétone, diphenylamine, aniline et acétate d'éthyle.

2.2.6.3 Équivalent habitant

L'équivalent-habitant (EH) est un paramètre important pour caractériser les eaux usées industrielles. L'EH reflète l'équivalence entre le potentiel polluant d'une industrie (généralement en termes de matière organique biodégradable) et une certaine population, qui produit la même charge polluante. Par exemple, lorsqu'une industrie aurait une population équivalente à 20000 habitants, cela revient à dire que la charge DBO de l'effluent industriel correspond à la charge générée par une communauté de 20 000 habitants. La formule de calcul de l'équivalent de population sur la base de la DBO est la suivante:

$$\text{EH (équivalent habitant)} = \frac{\text{Charge DBO de l'industrie (kg / jour)}}{\text{Charge DBO par habitant (kg / jour.hab)}} \quad (2.6)$$

3. APERÇU DES SYSTEMES DE TRAITEMENT DES EAUX USEES

3.1 Niveaux de traitement des eaux usées

Dans les études de planification pour la mise en œuvre du traitement des eaux usées, les points suivants doivent être clairement abordés:

- *études d'impact environnemental sur l'organisme récepteur*
- *objectifs de traitement*
- *niveau de traitement et efficacité d'élimination*

Le traitement des eaux usées est généralement classé selon les niveaux suivants (voir tableaux 9 et 10):

Tableau 9 : Niveaux de traitement des eaux usées.

Niveau	Suppression
Préliminaire	<ul style="list-style-type: none"> • Matières solides en suspension grossières (matériau plus gros et sable)
Primaire	<ul style="list-style-type: none"> • Matières en suspension décantables • DBO particulaire (en suspension) (associée à la matière organique composant des matières solides en suspension décantables)
Secondaire	<ul style="list-style-type: none"> • DBO particulaire (en suspension) (associée à la matière organique particulaire présente dans les eaux usées brutes ou à la matière organique particulaire non décantable, non éliminée dans le traitement primaire éventuellement existant)
Tertiaire	<ul style="list-style-type: none"> • DBO soluble (associée à la matière organique sous forme de solides dissous) • Nutriments • Organismes pathogènes • Composés non biodégradables • Les métaux • solides dissous inorganiques • Matières en suspension restants

(Source : Metahri ,2012).

Tableau 10 : Caractéristiques des principaux niveaux de traitement des eaux usées

Point	Niveau de traitement		
	Préliminaire	Primaire	Tertiaire
Polluants éliminés	<ul style="list-style-type: none"> • Matières solides grossières 	<ul style="list-style-type: none"> • solides décantables • DBO particules 	<ul style="list-style-type: none"> • solides non décantables • DBO en particules fines • DBO soluble • Nutriments • Pathogènes
Efficacité d'élimination	/	<ul style="list-style-type: none"> • MES: 60–70% • DBO: 25–40% • Coliformes: 30–40% 	<ul style="list-style-type: none"> • MES: 65–95% • DBO: 60–99% • Coliformes: 60–99%
Mécanisme de traitement prédominant	<ul style="list-style-type: none"> • Physique 	<ul style="list-style-type: none"> • Physique 	<ul style="list-style-type: none"> • biologique
Conforme aux normes de rejet habituelles?	<ul style="list-style-type: none"> • Non 	<ul style="list-style-type: none"> • Non 	<ul style="list-style-type: none"> • Généralement oui
Application	<ul style="list-style-type: none"> • En amont des stations de pompage • Phase de traitement initial 	<ul style="list-style-type: none"> • Traitement partiel • Stade intermédiaire d'un traitement plus complet 	<ul style="list-style-type: none"> • Traitement plus complet (pour la matière organique)

(Source :Metahri ,2012).

3.2 Les procédés de traitements des eaux usées

3.2.1 Les prétraitements

Le traitement préliminaire prévoit l'élimination des gros débris et des matières inorganiques lourdes contenues dans le débit des eaux usées. Il est destiné à extraire de l'eau brute, la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature ou la dimension constitueront une gêne pour les traitements ultérieurs. Selon la nature des eaux à traiter et la conception des installations, le prétraitement peut comprendre les opérations : (le dégrillage), principalement pour les déchets volumineux, (le dessablage) pour les sables et graviers et (le dégraissage-déshuilage) pour les huiles et les graisses.

Après les opérations de filtrage, le débit des eaux usées passe dans des canaux aérés conçus pour ralentir la vitesse du débit à 0,3 mètre par seconde. Ici, des matériaux inorganiques lourds se séparent des eaux usées et se déposent. Le matériau inorganique déposé est appelé grain. Périodiquement, le gravier déposé est retiré des canaux, lavé et finalement éliminé par enfouissement dans une décharge.

3.2.1.1 Le dégrillage

Au cours du dégrillage, les eaux usées passent au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les matières les plus volumineuses et flottantes charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants ou en compliquer leur exécution. Cette opération est effectuée si possible avant la station de relevage afin de protéger les pompes à vis d'Archimède et de ne pas gêner le fonctionnement des étapes ultérieures du traitement et on a :

- Le pré dégrillage grossier dont les barreaux des grilles sont espacés de 30 à 100mm ;
- Le dégrillage moyen de 10 à 30mm ;
- Le dégrillage fin moins de 10mm.

3.2.1.2 Le dessablage

Consiste à débarrasser les eaux des solides de taille supérieure à 200 μm (sables, graviers, matières minérales lourdes) par décantation sous l'effet de la gravité. À la différence de la décantation primaire, il n'élimine pas les matières volatiles en suspension (MVS). En effet, le dessablage est basé sur la différence de densité entre les solides à séparer ($d \approx 1,7$ à $2,6$) et les matières organiques ($d \approx 1,2$), plus légères, qui restent en suspension. Pour limiter la décantation de ces matières organiques, il faut maintenir une vitesse de l'effluent entre 0,3 et 0,6 m/s. En fait, La décantation a lieu si la vitesse de chute des particules est supérieure à la vitesse de l'eau.

3.2.1.3 Le dégraissage déshuilage

Le dégraissage vise à éliminer la présence de graisses dans les eaux usées, graisses qui peuvent gêner l'efficacité des traitements biologiques qui interviennent ensuite. Le dégraissage s'effectue par flottation. L'injection d'air au fond de l'ouvrage permet la remontée en surface des corps gras. Les graisses sont raclées à la surface, puis stockées avant d'être éliminées (mise en décharge ou incinération). Elles peuvent aussi faire l'objet d'un traitement biologique spécifique au sein de la station d'épuration. De nombreuses stations utilisent des dessableurs- dégraisseurs combinés (voir figure 3).

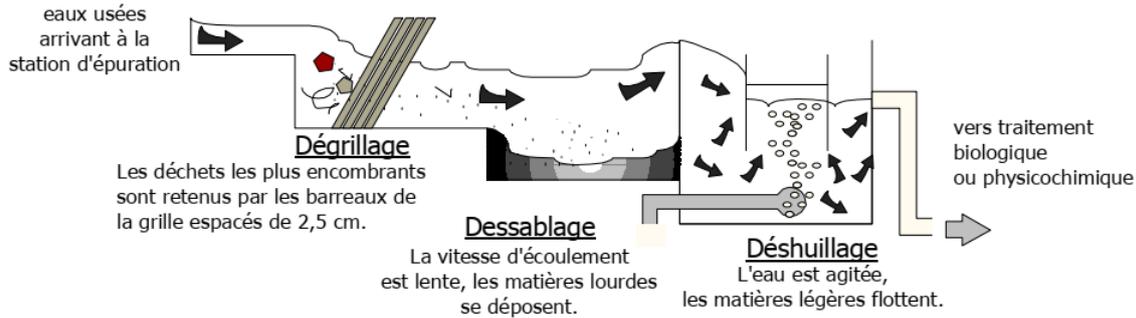


Figure 3 : Schéma d'un Dessablage-Déshuilage (source : Augustos et Von Sperling, 2005).

3.2.2. Traitement primaire

Après avoir passé les unités de traitement préliminaire, les eaux usées contiennent encore des matières solides en suspension non grossier, qui peut être partiellement éliminé dans des unités de sédimentation. Les réservoirs de sédimentation peuvent être circulaires (figure 4) ou rectangulaires. Les eaux usées s'écoulent lentement à travers les réservoirs de sédimentation, permettant aux matières en suspension avec une plus grande densité que le liquide environnant de se déposer lentement au fond. La masse de solides accumulés dans le fond est appelée boue primaire brute. Ces boues sont éliminées par un seul tuyau dans des réservoirs de petite taille ou par des racleurs mécaniques et des pompes dans des réservoirs plus grands. Les matières flottantes, telles que la graisse et l'huile, ont généralement une densité inférieure à celle du liquide environnant et remontent à la surface des réservoirs de sédimentation, où elles sont collectées et retirées du réservoir pour un traitement ultérieur.

L'efficacité du traitement primaire dans l'élimination des solides en suspension et, par conséquent, de la DBO, peut être améliorée par l'ajout de coagulants. C'est ce qu'on appelle un traitement primaire avancé ou un traitement primaire chimiquement amélioré. Les coagulants peuvent être du sulfate d'aluminium, du chlorure ferrique ou autre, aidés ou non par un polymère. Le phosphore peut également être éliminé par précipitation. Les boues primaires peuvent être digérées par des digesteurs conventionnels, mais dans certains cas, elles peuvent également être stabilisées par la chaux.

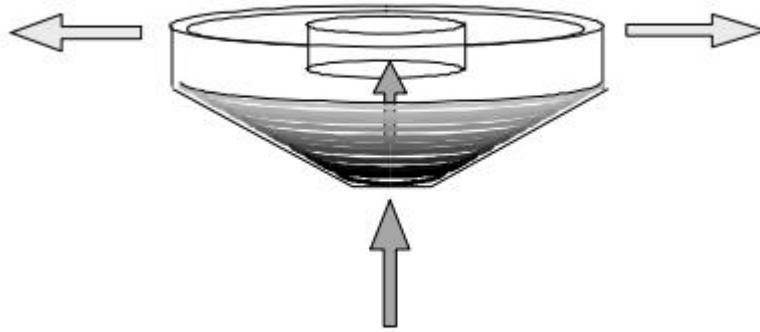


Figure 4 : Schéma d'un bassin de sédimentation primaire circulaire (source : Augustos et Von Sperling, 2005).

3.2.3. Traitement secondaire

L'objectif principal du traitement secondaire est l'élimination des matières organiques. La matière organique est présente sous les formes suivantes:

- *matière organique dissoute (DBO soluble ou filtrée) qui n'est pas éliminée par de simples opérations physiques, comme la sédimentation qui se produit lors du traitement primaire;*
- *la matière organique en suspension (DBO en suspension ou particulaire), qui est en grande partie éliminée dans le traitement primaire parfois existant, mais dont les solides avec une décantation plus lente (solides plus fins) restent dans la masse liquide.*

Les processus de traitement secondaire sont conçus de manière à accélérer les mécanismes de décomposition qui se produisent naturellement dans les milieux récepteurs. Ainsi, la décomposition des polluants organiques dégradables est réalisée dans des conditions contrôlées et à des intervalles de temps plus courts que dans les systèmes naturels.

L'essence du traitement secondaire des eaux usées est l'inclusion d'une étape biologique. Alors que les traitements préliminaires et primaires ont des mécanismes principalement physiques, l'élimination de la matière organique au stade secondaire s'effectue par des réactions biochimiques, entreprises par des micro-organismes.

Plusieurs procédés existent à ce stade du traitement biologique. Ce sont les procédés à culture en suspension ou procédés à boues activées, les procédés à culture fixée (disques

biologiques rotatifs, lits bactériens, etc.), les procédés à décantation interne (lagunage), les techniques d'épandage-irrigation, etc.

Selon (Faby et Brissaud ,1997), une épuration biologique (boues activées, puis bassin de clarification) permet d'éliminer 90 % des virus, 60 à 90 % des bactéries, mais par contre a peu d'effet sur les kystes de protozoaires et les œufs d'helminthes. Selon (Asano, 1998), un traitement par boues activées élimine 90 % des bactéries entériques, 80 à 99 % des entérovirus et des rotavirus. L'élimination a lieu grâce à la sédimentation des MES, la compétition avec les micro-organismes non pathogènes et la température ; la part la plus importante est due à la sédimentation.

3.2.3.1 Traitements anaérobies

Ce traitement est en général réservé à la réduction de la teneur en matière organique des boues résiduelles (digestion) par des bactéries vivant dans des conditions anaérobies (absence d'oxygène). Il peut être utilisé dans le cas où les rejets sont à très haute concentration de pollution. C'est Les eaux usées sont envoyées dans un digesteur puis ressortent épurées pour être séparées des boues par décantation, ces dernières étant renvoyées dans le digesteur pour maintenir l'ensemencement. Les rendements sont de 90 % environ mais comme les eaux sont très chargées au départ, il est nécessaire de faire un traitement complémentaire pour affiner l'épuration, le plus souvent en aérobiose. La conduite de ce procédé est difficile et délicate. Ce type de traitement est abordé en détail dans le module traitement des boues résiduelles (photo 01).



Photo 01 : Le digesteur (source : ONAS, 2017).

3.2.3.2 Traitements aérobies

Les micro-organismes utilisés exigent un apport permanent d'oxygène. On distingue cinq méthodes essentielles :

1. Les cultures fixes (lits bactériens et disques biologiques) :

a) Principe

Dans ce genre de procédés, les microorganismes sont fixés sur un support inerte et forment le BIOFILM. Ces procédés sont sensés reproduire en réacteur l'effet épurateur du sol. On distingue généralement:

- *les Lits bactériens,*
- *les Biodisques,*
- *les Lits fixes noyés,*
- *les Lits fluidisés.*

Les bactéries contenues dans l'effluent se fixent peu à peu à un support pour former un film biologique aéré de 1 mm d'épaisseur environ. Les micro-organismes ainsi fixés oxydent l'effluent avec lequel ils sont en contact.

Le biofilm est un conglomérat de micro-organismes à l'intérieur d'une masse gélatineuse, dans laquelle on peut distinguer une zone aérobie et une zone anaérobie (Figure 6). La composition du biofilm est la suivante :

- *bactéries aérobies (agents principaux de la dépollution),*
- *bactéries anaérobies (régulent la production des aérobies),*
- *champignons ou moisissures (ils donnent de la "tenue" au film),*
- *protozoaires (en surface, ils se nourrissent des bactéries libres),*
- *vers (perforent le film et le détachent),*
- *insectes.*

Le biofilm contient en moyenne 4% seulement de matières sèches (96% d'eau).

b) Lits bactériens

L'effluent contenant la pollution ruisselle sur le support et pénètre dans le biofilm alors que l'air chemine naturellement à travers le lit qui repose sur une grille. Le décrochage de la biomasse est spontané par une augmentation de la phase endogène, par l'action des larves et par la vitesse de passage du fluide. Une décantation secondaire est indispensable. La hauteur du lit bactérien est de 1 à 3 m pour un garnissage classique et de 6 à 12 m pour des garnissages plastiques (figure 5).

Une aération permanente s'établit de bas en haut (lit plus chaud que l'air ambiant, effet de cheminée).

La distribution régulière de l'effluent est réalisée par des éléments fixes (rigoles, rampes fixes) ou mobiles (sprinklers rotatifs).

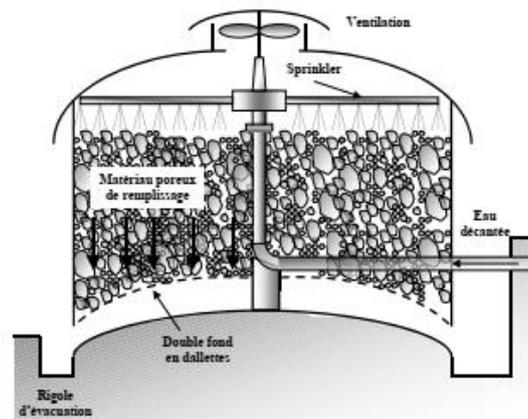


Figure 5 : Lit bactérien (source : Augustos et Von Sperling, 2005).

c) Lits mobiles immergés: disques biologiques

Les disques biologiques ou biodisques sont des disques enfilés parallèlement sur un axe horizontal tournant. Ces disques plongent dans une auge, où circule l'eau à épurer ayant subi une décantation. Pendant une partie de leur rotation ils se chargent de substrat puis ils émergent dans l'air le reste du temps (pour absorber de l'oxygène). Les disques sont recouverts par un biofilm sur les deux faces.

Ils ont un diamètre de 1 à 3 m, sont espacés de 20 mm et tournent à une vitesse de 1 à 2 tr mn (figure 6).

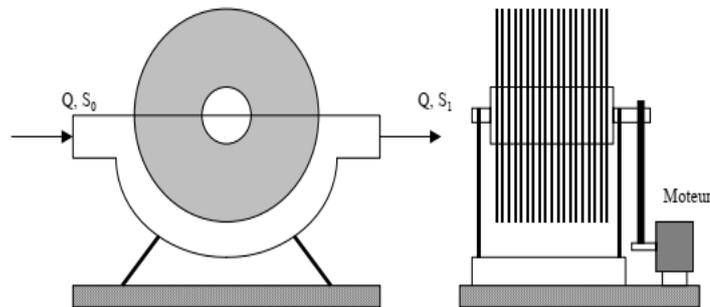


Figure 6 : Disques biologiques (source : Augustos et Von Sperling, 2005).

2. Les cultures libres (boues activées)

a) Principe

Le procédé à boues activées a été découvert en 1914 à Manchester et repose sur la constatation suivante:

Une eau d'égout aérée permet le développement rapide d'une flore bactérienne capable de dégrader des matières organiques polluantes. Dans les conditions idéales d'aération, les micro-organismes d'une eau usée se développent et s'agglomèrent en floccs. Au repos, ces derniers se séparent très bien de la phase liquide par décantation. C'est dans le clarificateur que cette séparation entre la boue et l'eau clarifiée a lieu. Une partie des boues est renvoyée dans l'aérateur pour le réensemencement permanent ou réinjectée en tête de station, l'autre en excès, est éliminée et doit faire l'objet d'un traitement séparé (Figure 7).

Le principe du procédé à boues activées consiste donc à provoquer le développement d'un floc bactérien dans un bassin alimenté en eau usée à traiter (bassin d'activation). Afin d'éviter la décantation des floccs dans ce bassin, un brassage vigoureux est nécessaire. La prolifération des micro-organismes nécessite aussi une oxygénation suffisante.

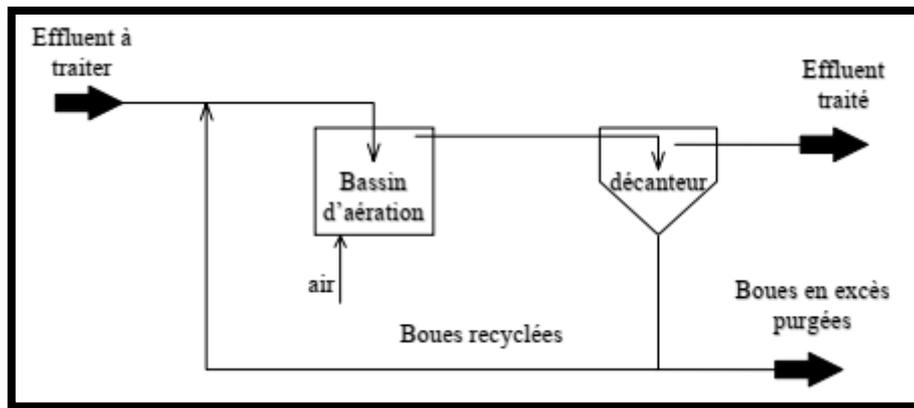


Figure 7 : Schéma de base du procédé de boues activées (source : Augustos et Von Sperling, 2005).

3. Le lagunage

Le lagunage est un procédé d'épuration qui consiste à faire circuler des effluents dans une série de bassins pendant un temps suffisamment long pour réaliser les processus naturels de l'auto-épuration. Il est pratiqué dans les régions très ensoleillées, dans des bassins de faible profondeur. Les bactéries assurent la part prépondérante de l'épuration et la microfaune contribue à l'éclaircissement du milieu par ingestion directe des populations algales et des bactéries.

a) Le lagunage naturel

D'une profondeur de 1.2 à 1.5 m au maximum et de 0.8 m au minimum (afin d'éviter le développement de macrophytes), avec un temps de séjour de l'ordre du mois, ces bassins fonctionnent naturellement grâce à l'énergie solaire. On peut obtenir un rendement d'épuration de 90 %. Ces procédés sont très sensibles à la température et sont peu applicables aux régions froides. Leur dimensionnement est généralement basé, pour un climat tempéré, sur une charge journalière de $50 \text{ Kg DBO}_5 \text{ hab}^{-1} \text{ j}^{-1}$, soit environ 10 m^2 par habitant.

La teneur en matière en suspension dans l'effluent traité reste élevée (de 50 à 150 mg L⁻¹). Aussi la DBO₅ en sortie est souvent supérieure à 50 mg L⁻¹.

b) *Le lagunage aéré*

En fournissant l'oxygène par un moyen mécanique, on réduit les volumes nécessaires et on peut accroître la profondeur de la lagune. La concentration en bactéries est plus importante qu'en lagunage naturel. Le temps de séjour est de l'ordre de 1 semaine et la profondeur de 1 à 4 m. Le rendement peut être 80 % et il n'y a pas de recyclage de boues. L'homogénéisation doit être satisfaisante pour éviter les dépôts (photo 02).



Photo 02 : Bassin de lagune aérée de Moulay Slissen (source : ONA, 2019)

c) *Le lagunage anaérobie*

Il n'est applicable que sur des effluents très concentrés et, le plus souvent comme prétraitement avant un étage aérobie. La couverture de ces lagunes et le traitement des gaz produits sont nécessaires vu les risques de nuisances élevés (odeurs).

Les temps de séjour sont souvent supérieurs à 50 jours. Les charges organiques appliquées sont de l'ordre de 0.01 kg_{DBO5} m⁻³j⁻¹. Une profondeur importante (5 à 6 m) est en principe un élément favorable au processus.

4. Filtration/percolation

Les techniques de filtration/percolation permettent l'élimination des « gros » microorganismes (protozoaires et helminthes) par filtration/adsorption au début du massif filtrant. L'élimination des virus et des bactéries est fonction du milieu poreux, de la vitesse de percolation, de l'épaisseur du massif filtrant et du niveau d'oxydation de l'eau filtrée (Faby, 1997) ;(Vasel ,2007).

5. La filtration par le sol et les plantes (filtres plantés)

Le sol et les rivières, ont été depuis toujours le réceptacle naturel de la pollution engendrée par l'activité humaine. Les techniques sophistiquées actuellement mises en œuvre dans les stations d'épuration des eaux résiduaires urbaines, ne constituent qu'une optimisation de l'auto épuration naturelle qui s'exerce dans ces deux milieux (Guilloteau, 1992).

Les stations d'épuration par voie naturelle sont nombreuses, mais elles ne sont pas souvent connues du grand public. Leur principe de fonctionnement s'inspire de celui des écosystèmes rencontrés dans les zones humides naturelles (Radoux, 1989).

3.2.4. Traitement tertiaire

Les traitements tertiaires permettent donc d'éliminer les substances non voulues pour répondre à un objectif de qualité prédéfini. Par exemple, lors d'une réutilisation en irrigation maraichère (production de fruits et légumes sans traitement thermique industriel) il faut éliminer en priorité les pathogènes et garder des éléments nutritifs, alors que lors d'une réutilisation en milieu urbain ou pour une recharge de nappe, l'azote et le phosphore doivent être éliminés afin d'éviter tout risque d'eutrophisation (Daloz, Gaertner-Mazouni et al. 2009).

3.2.4.1 Elimination des MES et de la matière organique

Plusieurs traitements tertiaires basés sur le principe de la filtration sont possibles pour abattre les matières en suspension et les matières organiques. Les procédés les plus courants sont la microfiltration (MF), l'ultrafiltration (UF), la nanofiltration (NF), l'osmose inverse (OI) et la filtration sur milieu granulaire (sable, anthracite,...). L'infiltration-percolation peut également être utilisée comme traitement de finition (Boutin, Hédout et al. 2009). Selon le

type de procédé utilisé et le paramètre considéré, les performances diffèrent mais sont pour la plupart supérieures à 70%, hormis pour l'infiltration-percolation (Tableau 11).

Tableau 11 : Performances (en %) des différents traitements tertiaires.

	MF	UF	NF	OI	Filtration sur milieu granulaire	Infiltration percolation
DBO	75-90	80-90	COT :90-98	COT :90-98		60-100
DCO	70-85	75-90				30-50
MES	95-98	96-99.9	40-60	90-98	1-8mg/L	65-95

(Source : Boutin, Hédut et al. 2009).

3.2.4.2 Elimination de l'Azote et du Phosphore

a) Elimination de l'azote

Parfois, l'élimination souhaitée en azote n'est pas obtenue en sortie de station. Une étape de nitrification et/ou dénitrification avec apport de substrat carboné peut alors être ajoutée dans la filière de traitement. Cette étape placée généralement après le traitement biologique secondaire est appelée traitement tertiaire de l'azote. Les procédés associant traitement biologique et filtrant comme les biofiltres sont particulièrement efficace pour éliminer la pollution azotée résiduelle. Ils sont généralement utilisés pour une nitrification tertiaire. Pour une dénitrification tertiaire, un ajout de carbone soluble (méthanol ou acétate) est effectué pour apporter une source de carbone organique aux bactéries dénitrifiantes car elles sont hétérotrophes. Ce type de traitement permet d'abaisser au maximum la concentration en azote des eaux usées.

b) Elimination du phosphore

La déphosphatation est une étape clé dans les traitements tertiaires. En effet, l'utilisation massive et grandissante de phosphates dans les produits d'entretien et en agriculture pose de réels problèmes dans le milieu aquatique.

Une déphosphatation biologique peut être mise en place. La biomasse accumule alors le phosphore. Cette déphosphatation est souvent couplée avec le traitement biologique secondaire. Un traitement physico-chimique peut aussi être effectué. Dans ce cas, un ajout de chlorure ferrique permet aux ions phosphates de former un précipité de phosphate de fer, qui est ensuite éliminé par une étape de séparation. La recherche sur des nouveaux procédés pour diminuer efficacement les concentrations en phosphore en vue de sa récupération a été très

active ces dernières années. Par exemple, le procédé permet une précipitation quasi-totale du phosphore (95%) grâce à un procédé tertiaire de clarification à grande vitesse.

3.2.4.3 *Élimination des pathogènes*

Les procédés comme l'osmose inverse, l'ultrafiltration et la nanofiltration, permettent d'éliminer la plupart de ces pathogènes. Mais il peut y avoir une nouvelle contamination à l'aval. Il est donc nécessaire d'ajouter une étape de désinfection. Elle élimine et empêche tout développement de pathogènes lors de la réutilisation.

a) *Le lagunage tertiaire*

Le lagunage tertiaire consiste à utiliser plusieurs lagunes appelées « lagunes de maturation ». Elles sont de faibles profondeurs (entre 0,8 et 1,2m) et permettent une désinfection des eaux. En effet, grâce à une faible profondeur, le rayonnement UV réalise la désinfection. La présence d'algues aux pouvoirs germicides peut aussi participer à cette désinfection. La durée de temps de séjour est un facteur très important. Plus le temps de séjour est long et plus l'élimination des microorganismes est notable (Boutin, Hédut et al. 2009). Les bactéries pathogènes sont éliminées de 90 à 99 %. Par contre, l'élimination des virus est moins efficace. Il est nécessaire de surveiller le lagunage pour éviter toutes dégradations de la qualité à cause des développements d'algues et de végétaux où à la présence d'animaux.

b) *La désinfection par chloration*

La méthode la plus ancienne de désinfection est l'utilisation de chlore. Le chlore est injecté directement dans les eaux usées. Il peut être utilisé sous forme de chlore gazeux, hypochlorite de sodium et bioxyde de chlore. Cet oxydant très puissant permet l'élimination de la plupart des microorganismes pathogènes même à faible dose. En effet, il endommage les membranes des cellules. C'est une technique très facile à mettre en place et peu coûteuse. Toutefois, la désinfection des eaux usées par chloration peut avoir un impact négatif sur la faune et flore aquatique (toxicité du chlore résiduel). De plus, les réactions entre le chlore et les matières organiques restantes dans les eaux peuvent former des sous-produits organochlorés, parfois cancérigène.

Pour éviter ces effets non désirés, une étape de déchloration est ajoutée. Elle consiste en l'ajout de bioxyde de soufre (SO₂). Le temps de réaction entre lui et le chlore

résiduel est très rapide et permet de bloquer les effets toxiques vis-à-vis de la vie aquatique. Par contre, cette réaction fait diminuer la concentration en O₂ dissous, elle augmente les coûts et ne permet pas l'élimination des sous-produits potentiellement cancérigène.

c) La désinfection par l'ozone

L'ozone est un gaz oxydant très puissant, qui permet de dégrader la matière organique et d'éliminer les principales sources pathogènes présentes dans l'eau. En effet, son potentiel d'oxydation est de 2,07. Il est nettement supérieur à celui du chlore qui n'est que de 1,35. Il peut oxyder les bactéries et les virus. Les propriétés de l'ozone sont les suivantes, il est désinfectant, désodorisant, respectueux de l'environnement et purificateur.

La désinfection par l'ozone se déroule comme suit. L'eau en sortie de STEP est stockée dans une cuve tampon. Elle sera ensuite pompée pour passer à travers un ou plusieurs filtres à tamis pour ensuite être introduite dans une « chambre d'impact ». C'est dans cette chambre que sera injecté l'ozone. Un mélange parfait entre l'ozone et l'eau est alors réalisé. C'est un générateur d'ozone qui produit l'ozone nécessaire au traitement. Il n'y a pas d'utilisation de produits chimiques. Il faut juste de l'air et de l'électricité. Environ 10 g/h/m³ d'eau d'ozone est suffisant pour éliminer l'ensemble des pathogènes avec un temps d'exposition est d'une heure. A la sortie de ce traitement tertiaire, l'eau peut être rejetée dans le milieu naturel ou être réutilisée.

Comparé aux autres traitements de désinfection, l'ozone est très performant et très efficace pour l'élimination des virus. Il a une très bonne efficacité sur l'inactivation des virus. Cependant, il ne permet pas de détruire tous les micro-organismes présents dans l'eau comme par exemple les parasites cryptosporidium, giardia et toxoplasmose. De plus, en raison du coût élevé de ce type de 10 désinfections (équipements volumineux et cher) et la toxicité de l'ozone (mesures supplémentaires obligatoires), il est actuellement peu utilisé.

d) La désinfection par l'UV

Le procédé d'ultraviolet se place à la suite d'un traitement secondaire du type boues activées plus clarificateur. Les rayonnements UV sont des ondes lumineuses de longueur d'onde comprise entre 100 et 400 nm. Leur pouvoir germicide dépend de la longueur d'onde émise. Ce sont les UVc compris entre 200 et 280 nm qui sont les plus germicides. La source d'émission UV utilisée en désinfection est la lampe à vapeur de mercure. Il s'agit de lampes à

arc électrique qui provoque l'excitation des atomes de mercure, puis l'émission de radiations par retour à leur état fondamental (Photo 03).



Photo 03 : Photo Exemple de lampe UV (source : Hockberger ,2002).

Les UV permettent donc d'éliminer les bactéries et les virus. Ils éliminent même les formes les plus résistantes comme les spores bactériennes ou les kystes. Des recherches ont montrés que les UV détruisaient 1,8 fois plus de spores de *Clostridium perfringens* que le chlore (Hockberger ,2002). La dose est alors définie par le produit de l'intensité UV par le temps d'exposition des germes aux rayonnements. L'efficacité de la désinfection par UV dépend des paramètres de fonctionnement et de la qualité de l'effluent. Les plus importants sont :

- *Le temps d'exposition* : Le temps d'exposition est fonction du débit et donc de la vitesse de passage de l'effluent dans l'installation. Il faut considérer le temps d'exposition moyen aux rayonnements UV qui est fonction de la conception hydraulique du chenal. Le volume du réacteur doit être utilisé au maximum, en évitant les zones mortes pour profiter au mieux de l'énergie UV.

- *L'intensité UV émise par les lampes* : L'intensité UV nominale est fonction du nombre de lampes allumées. L'intensité reçue par l'effluent diminue avec l'éloignement par rapport à la lampe, notamment par dissipation de l'énergie dans un volume plus grand.

- *Les matières en suspension* : Les rayons UV sont peu pénétrants de ce fait, les MES peuvent fournir une protection aux micro-organismes pour plusieurs raisons : le rayon n'atteint pas la bactérie libre parce qu'une particule lui sert de protection, la pénétration sera également incomplète ou nulle si la bactérie est adsorbée à une particule. Une teneur en

M.E.S supérieure à 25 mg/l limite les performances de la désinfection par UV basse pression. Par contre, la filtration de l'effluent les améliore.

- *La turbidité* : Elle intègre les MES et les matières dissoutes. On peut conclure que plus le traitement d'épuration en amont de la désinfection UV est efficace, plus les performances de la désinfection ne seront grandes.

Conclusion

Nous concluons qu'à partir d'une eau usée et grâce aux procédés de traitements, il est possible d'obtenir toute une gamme d'eaux de qualités différentes. A chacune de ces qualités peut correspondre un usage particulier. Il est clair que les traitements qui existent peuvent réduire les concentrations des polluants sous toutes leurs formes, à des niveaux qui sont actuellement considérés comme non dangereux.

Chapitre 2. Système de Management de l'Environnement (SME)

2. Notions de base avant d'initier la démarche de mise en place d'un SME

2.1 Définition de système de management de l'environnement (SME)

Les pratiques de gestion dans l'économie mondiale actuelle ont changé sans précédent en raison de l'aggravation rapide de l'environnement écologique. Dans ces circonstances, les organisations sont fortement contraintes d'améliorer les performances environnementales. Un système de management environnemental (SME) est un cadre structuré pour éliminer les impacts d'une organisation sur l'environnement et aider à intégrer les initiatives environnementales dans tous les aspects des activités d'une entreprise (Puvanavar, Kerk et al. 2011). Le SME comme «la partie du système de gestion global qui comprend la structure organisationnelle, les activités de planification, les responsabilités, les pratiques, les procédures, les processus et les ressources pour l'élaboration, la mise en œuvre, la réalisation, l'examen et le maintien de la politique environnementale» (Lozano and Vallés 2007) Cela signifie que les politiques environnementales sont transformées en pratiques avec l'aide du système par une mise en œuvre efficace dans les organisations respectives. Par conséquent, les organisations doivent adopter des mesures pour se conformer aux normes et réglementations environnementales internationales, réduire la responsabilité et les risques, prévenir ou réduire les coûts environnementaux, communiquer avec les employés, améliorer les relations avec les clients, les fournisseurs et les parties prenantes (Cheremisinoff et Davletshin, 2010). Un système efficace (SME) peut aider les entreprises à s'acquitter de leurs responsabilités envers la réalisation des objectifs environnementaux de l'organisation grâce à une approche proactive (Gbedemah, 2004). Selon (Stapleton, Glover et al. 2001), un SME comprend une série d'exigences de politiques, d'objectifs, de systèmes de documentation, de listes de tâches, de collecte de données et de plans d'urgence organisationnels, d'audits, d'exigences réglementaires et de rapports annuels. En général, ce système devrait servir d'outil administratif permettant à une organisation de toute taille ou de tout type de gérer et de contrôler l'effet de ses activités, produits ou services.

2.2 ISO 14001

2.2.1 Contexte et exigence

Selon International Organization for Standardization ISO 14001 est définie comme «un processus d'amélioration du système de management environnemental afin d'améliorer la performance environnementale globale conformément à la politique environnementale de l'organisation». ISO14001 est l'outil le plus populaire (SME) qui pourrait convenir à

n'importe quelle taille d'organisation, indépendamment du secteur industriel, de la structure, de la localisation démographique et du niveau de leur responsabilité environnementale pour aider à prévenir les accidents d'urgence plutôt que les actions correctives (Montabon, Melnyk et al. 2000). Cela signifie toutes les organisations quelle que soit leur nature; la taille et l'échelle de l'entreprise peuvent choisir d'adopter la norme ISO 14001. Ammenberg et Hjelm (2002) découvrent que l'ISO 14001 pourrait conduire à une amélioration en termes d'aspects environnementaux dans les petites entreprises. Ils soulignent également dans leur étude qu'en raison de l'adoption du SME, les PME ont tendance à accorder plus d'attention aux questions environnementales. De plus, un SME selon ISO 14001 est applicable soit à une organisation entière ou à une fonction spécifique en raison de sa facilité d'adaptation (Woodside et Aurichio 2000). Les normes initiales ISO 14001 ont été introduites en 1996. Depuis lors, jusqu'à 2015, plus de 324 148 certifications ISO 14001 ont été délivrées dans le monde en 2014 (ISO, 2014). Le SME selon les normes ISO 14001 est une norme de processus d'amélioration continue et ne fait pas référence à la conformité avec un objectif ou un résultat donné (Bessant, Lamming et al. 2005). C'est-à-dire que les organisations n'ont pas besoin de la performance sur ce qu'ils doivent réaliser en dehors de: (1) s'engager à se conformer aux réglementations environnementales et (2) mettre en œuvre un processus d'amélioration continue pour atteindre ses objectifs et ses cibles de manière systématique et documentée.

Selon Franchetti (2011) et ISO (2015), ISO 14001 fournit la norme et spécifie la structure des technologies de l'information pour la mise en œuvre d'un SME avec ses éléments de base suivant un cycle plan-do-check-act (voir figure 08) comprenant:

- **Plan(plan)** - Fixer des objectifs environnementaux, des méthodes et un calendrier pour fournir des résultats conformes à la politique environnementale.

- **Faire (Do)**- Mettre en œuvre le plan tel que défini précédemment.

- **Vérifier (check)** - Surveiller et examiner les processus avec un audit périodique de la performance de l'organisation dans la réalisation de ses engagements, objectifs et critères de fonctionnement.

- **Agir(Act)** - Actions correctives et préventives qui conduisent à une amélioration continue.

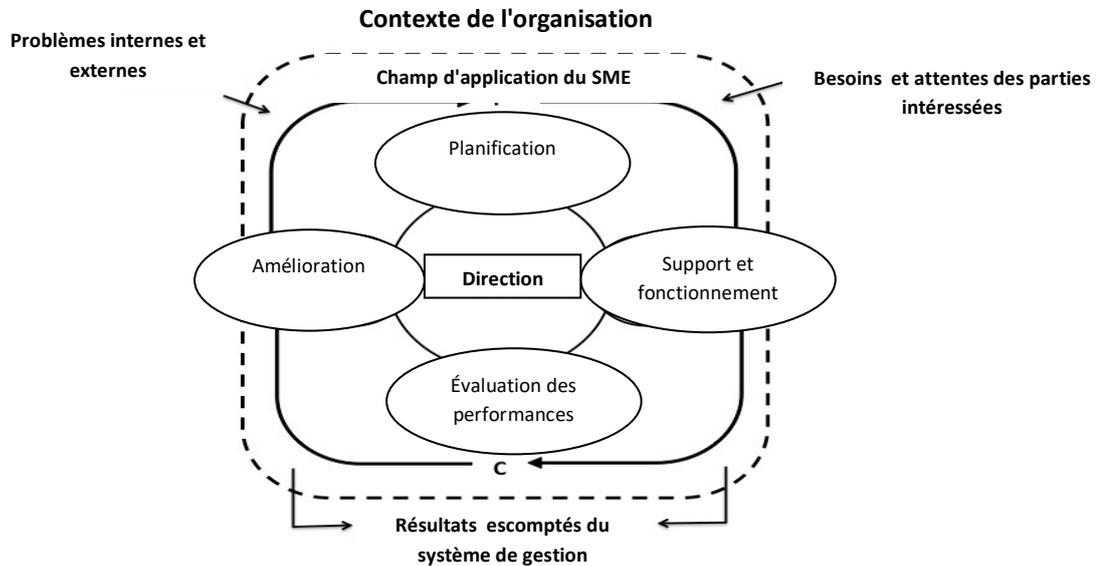


Figure 08 : La relation entre les normes PDCA et ISO 14001 (source: ISO14001, 2015).

L'implantation d'un système de management repose sur le principe de l'amélioration continue symbolisé par le Modèle PDCA (roue de Demming) voir la figure 09.

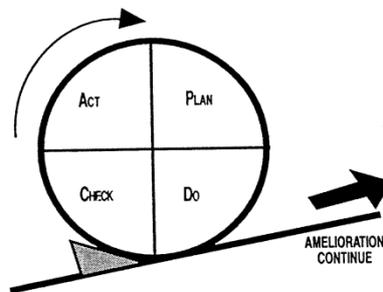


Figure 09 : modèle PDCA roue de Demming (source: ISO14001, 2015).

(Boiral and Sala 1998) proposent cinq exigences essentielles des normes ISO 14001 qui pourraient conduire à une amélioration continue (voir figure 10) au sein des organisations comme suit:

- Politique environnementale - La haute direction s'engage à respecter la réglementation, la prévention de la pollution et l'amélioration continue en fonction de la nature, de la taille et de l'échelle de l'organisation.

- Planification - Identifier les effets des activités, des produits, des services et des exigences légales et réglementaires de l'organisation, ainsi que définir des objectifs, des cibles et des délais environnementaux pour mesurer les progrès et les processus permettant de les atteindre. Le plan permettra aux parties prenantes internes de mettre en œuvre la politique.

- Mise en œuvre et contrôle - Une structure et des responsabilités définies pour chaque tâche ainsi que la disponibilité de ressources adéquates, identifier les besoins de formation et les enregistrements de compétences. Comprend le développement de canaux de communication, la documentation du SME par le biais de politiques, de plans et de processus ainsi que la création de documents et de procédures de contrôle opérationnel et d'urgence.

- Vérification et mesures correctives - Surveiller et mesurer les progrès environnementaux et les résultats des mesures de performance. Évaluation de la conformité et élaborer des exigences pour suivre les non-conformités, les actions correctives et système d'action préventive; audits internes devraient être programmées, planifiées et menées.

- Revue de direction- Examen par la haute direction en termes de performance environnementale et commerciale, de politique, de priorités et d'objectifs afin d'assurer la crédibilité et l'efficacité du SME d'une organisation.

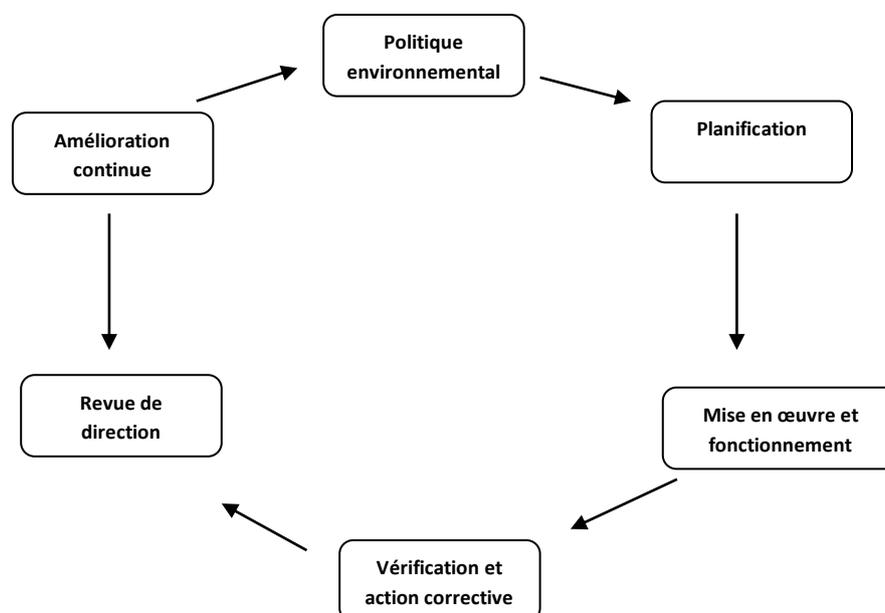


Figure 10: The ISO 14001 Process Structure (source: Boiral et Sala, 1998).

2.2.2 Avantages du déploiement de la norme ISO 14001

En examinant les recherches précédentes, (Chattopadhyay ,2001) présente que l'ISO 14001 conduit les entreprises à adopter des stratégies de gestion en termes de consommation d'énergie, de matériaux et de déchets. Il suggère également que l'adoption de stratégies environnementales pourrait améliorer non seulement la performance environnementale, mais aussi la rentabilité et la réputation de l'entreprise. (Ann, Zailani et al. 2006) décrivent dans leur étude que la certification ISO 14001 a une influence positive sur l'impact environnemental et les performances des entreprises, en particulier sur l'économie perçue et la satisfaction des clients. De plus, (Poksinska, Jörn Dahlgaard et al. 2003) découvrent que la certification ISO 14001 est principalement utilisée comme un outil de marketing et de création de marque pour les entreprises suédoises afin d'attirer le soutien des fournisseurs, des clients ainsi que de la communauté locale.

(Babakri et al, 2004) soulignent que plus l'entreprise est certifiée ISO 14001 depuis longtemps, meilleure est la performance de l'entreprise.

Il existe de nombreux avantages liés à la mise en œuvre de la norme ISO 14001 pour les entreprises, les avantages énoncés ci-dessous sont les principaux motifs et moteurs du développement innovant au sein des entreprises.

- ***Réduction des coûts***

(Chattopadhyay, 2001) souligne que les normes ISO 14001 pourraient aider l'organisation à réduire ses coûts d'exploitation grâce à la consommation d'énergie, l'apport de matières premières et la réduction des déchets. D'autres montrent la relation entre les économies de coûts des entreprises en association avec les normes ISO 14001 relatives au recyclage (Jump, 1995), aux coûts de stockage, de manutention et d'emballage des matériaux (Kurylłowicz, 1996). Cependant, (Balta et Woodside ,1999) soutiennent que les coûts l'ISO 14001 requis pour la mise en œuvre et l'enregistrement ne sont pas compensés par des avantages tangibles.

- ***Amélioration des performances environnementales***

ISO 14001 est une norme volontaire. Il appartient à l'organisation ou à l'entreprise de le mettre en œuvre. Autrement dit, il n'y a aucune mesure de la performance concernant le résultat de l'adoption d'ISO 14001. Cependant, de nombreuses recherches montrent que la norme est un moteur important pour de meilleures performances environnementales dans la

pratique industrielle (Montabon, Sroufe et al. 2007; Poksinska, Jörn Dahlgaard et al. 2003; Vachon et Klassen 2008). D'autre part, (Sharma, 2003) indique que l'ISO 14001 se concentre davantage sur les processus de gestion plutôt que sur le résultat environnemental. De plus, certains chercheurs indiquent également les performances environnementales insatisfaisantes de certaines organisations certifiées avec de nombreuses non-conformités identifiées (Ammenberg et al, 2002; McDonach et al, 2002; Rondinelli et al, 2000).

• ***Atténuation des barrières commerciales et ciblage écologique des clients avec une stratégie de marketing axée sur l'environnement***

Dans la perspective de (D'Souza, 2004), ISO 14001 permet de faciliter le commerce international et supprime les barrières commerciales. Selon (Fura, 2013), les organisations qui ont adopté ISO 14001 choisissent de faire affaire avec des entreprises certifiées. Les pressions et les demandes croissantes des clients pour des produits et des technologies plus écologiques sont satisfaites et valorisées par l'adoption du SME pour les organisations et les entreprises (Hillary, 2004; Luo et Bhattacharya, 2006). D'autres effets de marketing et une meilleure performance environnementale sont également décrits dans les études de (Turk, 2009) et de (Bansal et Bogner, 2002).

• ***Améliorer l'innovation et la performance***

Les chercheurs soulignent les avantages communs de l'adoption de la norme ISO 14001 pour les entreprises dans des domaines tels que les avantages financiers, amélioration des relations avec la communauté locale et les gouvernements, l'efficacité de fonctionnement améliorée et la gestion des risques (Fielding, 1999; Petroni, 2001), réduction des déchets, augmentation de la part de marché, amélioration de l'image publique (Bansal et Bogner 2002; Chattopadhyay, 2001; Corbett et Kirsch, 1999; Renzi et Cappelli, 2000). Cependant, étant donné la conception prévue de la norme ISO 14001, qui consiste à introduire l'amélioration de l'environnement dans tous les aspects des opérations d'une entreprise. Par conséquent, tout mode de gestion distinctif, politique, technologie, outils et conception innovants, procédures de fabrication uniques, nouveaux systèmes d'information, stratégies et services de marketing créatifs peuvent également être considérés comme des avantages résultant de la mise en œuvre de la norme ISO 14001. D'autre part, (Lascelles et Dale, 1991) soulignent l'importance d'un système de gestion durable pour apporter des valeurs d'entreprise aux organisations ainsi

que pour améliorer la performance des entreprises et le développement de l'innovation. Du point de vue de (Murray, 1999), il indique que la norme peut apporter un complément innovant aux réglementations environnementales actuelles.

2.3 La relation entre ISO 14001 et l'innovation

L'amélioration continue est l'une des principales exigences de la norme ISO 14001 pour les organisations. Dans l'étude de (Prajogo et Sohal, 2004), ils soulignent l'impact de l'amélioration continue sur le niveau d'approfondissement de l'innovation produit en raison du changement et de la pensée créative. (Hilary, 2004) confirme l'intérêt de l'encouragement à l'innovation induit par l'adoption du SME selon ISO 14001 au sein de l'organisation. De plus, (Naveh et Marcus, 2005) pensent que les organisations pourraient obtenir des avantages opérationnels lorsque la norme est utilisée dans la pratique quotidienne et comme catalyseur de changement. (Montabon, Sroufe et al. 2007) et (Sroufe, 2003) conviennent qu'un système ISO 14001 efficace a un impact positif sur les performances des entreprises en matière d'innovations de produits et de processus.

2.4 Les principales étapes de la mise en place d'un SME

Les principales étapes de la mise en place d'un SME sont les suivantes voir la figure 11:

- a) **L'Analyse environnementale** : Cette première étape permet de faire un état de la situation environnementale (mise en évidence des points forts et des points faibles, ..). Elle permettra de fixer les actions à développer en priorité.
- b) **La Politique environnementale** : L'entreprise définit les grands principes à l'égard de l'environnement. Cette politique adoptée au niveau le plus élevé de la direction comportera une série d'engagements visant une amélioration continue des résultats environnementaux.
- c) **Le Programme environnemental** : A la lumière des résultats de l'analyse environnementale, l'entreprise va définir des objectifs destinés à améliorer la protection de l'environnement. Ces objectifs précis et chiffrés devraient être atteints dans un certain délai grâce à la mise en place de diverses actions.
- d) **La Mise en œuvre et le fonctionnement du SME** : Le SME est mis en place en définissant les responsabilités environnementales, en assurant la sensibilisation et la formation du personnel, en élaborant les plans d'urgence, en créant diverses

procédures, Le SME est documenté dans un manuel environnement qui est complété par une série de procédures et diverses instructions de travail.

- e) **L'Audit** : des audits internes vérifient régulièrement le bon fonctionnement du système de management environnemental. Il s'agit d'une évaluation systématique, documentée, périodique et objective du fonctionnement du système. Dans le cadre d'EMAS, les performances environnementales sont aussi auditées, Et après l'obtention de la certification (Annexe 04).

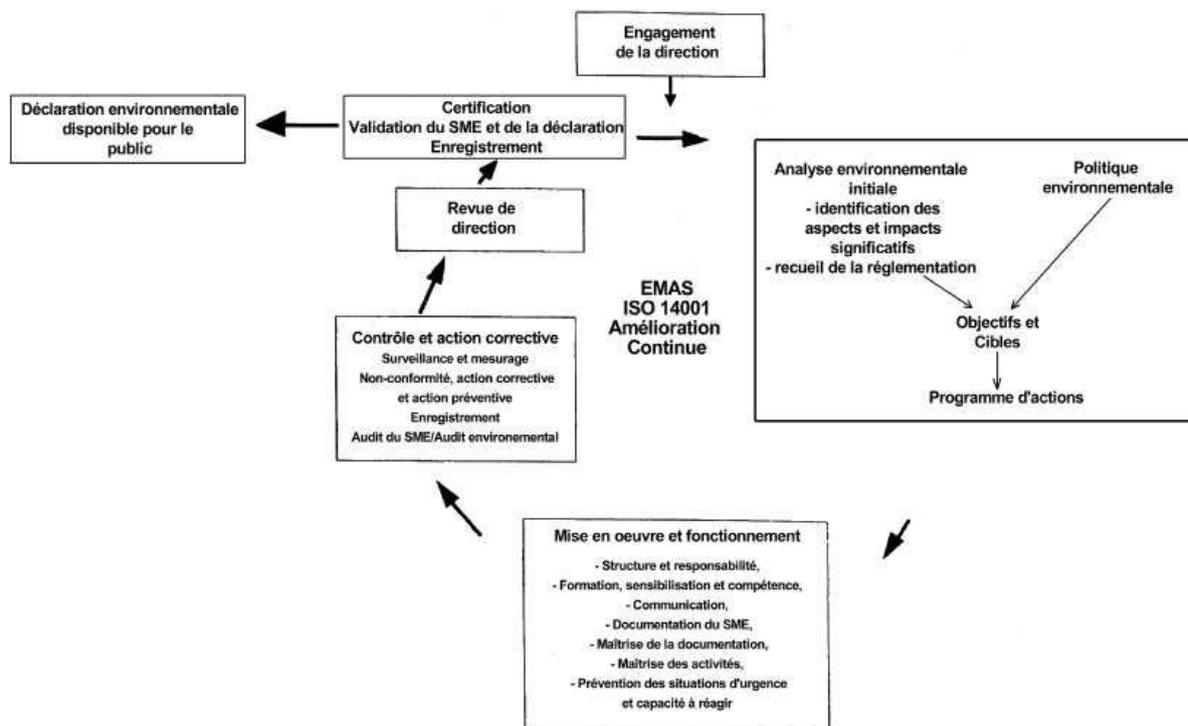


Figure 11: Les étapes de la mise en place d'un SME selon la roue de Demming (source: ISO14001, 2015).

Conclusion :

Dans ce chapitre, la discussion des cadres théoriques sélectionnés, des modèles et des informations importantes relatives à la thèse sont présentés et a été divisé en quatre sections. Le système de management environnemental (SME) est présenté dans la première section tandis que l'ISO 14001, y compris le contexte, les exigences, avantages du déploiement de la norme ISO 14001 dans la deuxième section. le lien entre ISO 14001 et l'innovation est présenté dans la section troisième. Ensuite, la dernière section les principales étapes de la mise en place du SME.

Chapitre 3. Réutilisation des eaux usées traitées en agriculture

3.1 Introduction

La réutilisation des eaux usées dans l'agriculture implique l'utilisation accrue d'eaux usées «traitées» pour l'irrigation des cultures (Vasel, 2007). Ce type de réutilisation est considéré comme un outil efficace de gestion des ressources en eau (Murray et Ray, 2010), résultant de la nécessité d'un approvisionnement réglementé qui compense les pénuries d'eau causées par la saisonnalité ou la disponibilité irrégulière d'autres sources d'eau pour l'irrigation des cultures tout au long de l'année hydrologique (Jaramillo et Restrepo, 2017). Bien que l'utilisation des eaux usées soit une pratique ancienne, elle n'a pas toujours été correctement gérée ou n'a pas satisfait aux normes de qualité selon l'utilisation. En conséquence, les connaissances relatives à l'utilisation des eaux usées ont évolué avec l'histoire de l'humanité (Angelakis et Gikas, 2014).

Pendant l'âge du bronze (3200–1100 avant JC), les civilisations préhistoriques utilisaient les eaux usées domestiques dans l'agriculture pour éliminer les déchets des agglomérations urbaines. L'irrigation des sols avec les eaux usées était la pratique la plus courante et a depuis connu différents stades de développement (Angelakis et Gikas, 2014). La première preuve de réutilisation des eaux usées se trouve chez les anciens Grecs, qui utilisaient des latrines publiques qui vidaient les eaux usées par un système d'égout vers une chambre de stockage. De plus, les civilisations grecque et romaine utilisaient les eaux usées domestiques aux périmètres des grandes villes (Athènes et Rome) (Tzanakakis, Paranychianaki et al. 2007). Les eaux usées ont été transportées vers les champs agricoles pour être utilisées comme engrais pour les cultures et les vergers (Cooper, 2001).

Au 19^{ème} siècle, le transport et l'élimination finale des eaux usées non traitées vers des champs périurbains ouverts ont déclenché des épidémies catastrophiques de maladies d'origine hydrique telles que le choléra et la fièvre typhoïde (Jimenez, 2007). Ces épidémies ont provoqué plusieurs jalons dans le domaine de l'assainissement, comme la loi britannique sur la santé publique, établissant le «rejet des eaux pluviales dans le fleuve et des eaux usées dans le sol» comme principe principal (Seguí, 2004). En outre, le mouvement sanitaire international promu par les principales puissances européennes a conduit à une série de conférences sanitaires sur l'hygiène et la démographie. En outre, l'Office international d'hygiène publique a été créé dans le but d'effectuer des contrôles sanitaires le long des frontières (Barona, 2008).

Cependant, les systèmes d'évacuation des eaux usées dans les domaines agricoles ont continué d'être largement adoptés par les grandes villes européennes et les États-Unis jusqu'au début du XXe siècle (Drechsel et Evans, 2010). Au cours des années 90, l'intérêt pour l'utilisation des eaux usées à des fins agricoles (irrigation indirecte avec des eaux usées brutes) a augmenté dans de nombreuses régions du monde. En raison de la forte demande en eau de ce secteur (Asano, Maeda et al. 1996) (Jiménez et Asano, 2008).

Pendant cette période, la réutilisation des eaux usées était une préoccupation mondiale en raison des risques associés à la santé publique et à l'environnement. Ainsi, en 1973, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a rédigé le document «Réutilisation des effluents: méthodes de traitement des eaux usées et garanties sanitaires», dans le but de protéger la santé publique et de faciliter l'utilisation rationnelle des eaux usées et des excréments dans l'agriculture et l'aquaculture. Cette première ligne directrice a été rédigée en l'absence d'études épidémiologiques et à partir d'une approche à risque minimal (Carr ,2005). Dans les lignes directrices, des paramètres ont été établis sur la qualité microbiologique des eaux usées pour l'irrigation. Cependant, les lignes directrices de WHO (WHO, 1989) ne comprenaient pas de lignes directrices de surveillance; par conséquent, leur formulation a été proposée sur la base d'objectifs et de mesures de protection de la santé (Kamizoulis, 2008), (Mara, Sleight et al. 2007). Ces considérations ont été intégrées dans les lignes directrices sur les eaux usées produites par l'OMS en 2006.

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a également élaboré plusieurs directives concernant l'utilisation des eaux usées en agriculture. En 1987, les recommandations pour la qualité des eaux usées à usage agricole ont été publiées. Ces lignes directrices ont lié le degré de restriction de l'utilisation de l'eau aux paramètres de salinité, d'infiltration et de toxicité d'ions spécifiques (Ayers et Westcot, 1985). En 1999, la FAO a publié les directives suggérées pour la «réutilisation agricole des eaux traitées et les exigences de traitement». Dans ces lignes directrices, le type de réutilisation agricole a été classé en fonction du type de culture irriguée (FAO ,2017).

3.2 Réutilisation des eaux usées traitées et terres irriguées dans le monde

Entre les années 2000 et 2006, plus de 3300 stations d'épuration ont été enregistrées dans le monde, dans le cadre du projet international AQUAREC Project. Les différentes installations de traitement des eaux usées étaient caractérisées par différents niveaux de qualité de traitement de l'eau et types d'utilisation, l'agriculture étant le principal utilisateur d'eaux usées (Drechsel, Danso et al. 2015). Les pays avec le plus grand nombre d'installations de réutilisation sont le Japon et les États-Unis (1800 et 800, respectivement), suivis de l'Australie et de l'Union européenne avec 450 et 230, respectivement. Dans les régions de la Méditerranée et du Moyen-Orient, environ 100 installations de traitement des eaux usées ont été identifiées, alors que l'Amérique latine comptait 50 installations et l'Afrique subsaharienne, 20 (Drechsel, Danso et al. 2015), Algérie exploite 171 (82 stations de lagunage, 86 stations de type boues activées et 03 filtres plantés) (ONA, 2022).

La FAO a indiqué qu'environ 10% de la superficie totale des terres irriguées dans le monde reçoit des eaux usées non traitées ou partiellement traitées, couvrant 20 millions d'hectares dans 50 pays (Drechsel, Danso et al. 2015). Cependant, Jiménez et Asano (Jiménez et Asano, 2008) ont indiqué que la superficie irriguée estimée des eaux usées est discriminatoire par pays et par conditions traitées et non traitées. Concernant le volume des eaux usées utilisées dans l'agriculture, Bixio et Thoeve (Bixio, Thoeve et al. 2006) ont rapporté que le continent européen réutilise 963 Mm^3 / an d'eaux usées non traitées. En Amérique latine, environ $400 \text{ m}^3/\text{s}$ d'eaux usées brutes sont rejetées et utilisées par la suite pour irriguer différentes cultures (Silva, Torres et al. 2008).

L'expérience de Mexico City apparaît comme le plus important projet de réutilisation des eaux usées au niveau mondial. Presque 100 % des eaux usées brutes de la capitale mexicaine (de 45 à $300 \text{ m}^3/\text{s}$ par temps de pluie) sont réutilisées pour l'irrigation de plus de 85 000 ha de diverses cultures agricoles (Jiménez-Cisneros et Chávez-Mejía, 1997). Nous pouvons, également, citer les pays du proche et du moyen Orient tels l'Égypte qui utilise $550\,000 \text{ m}^3/\text{j}$, le Koweït avec $140\,000 \text{ m}^3/\text{j}$, l'Arabie Saoudite avec $600\,000 \text{ m}^3/\text{j}$, la Syrie avec 1 Million de m^3/j et les Emirats Arabes Unis, avec un volume de $500\,000 \text{ m}^3/\text{j}$ (FAO, 1998), la valorisation des eaux usées épurés en Algérie est estimée à 16.2 Millions de m^3 , dont 14,6 Millions de m^3 réutilisés en agriculture (ONA, 2018).

3.3 Avantages de la réutilisation agricole

L'utilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture profite à la santé humaine, à l'environnement et à l'économie. Cette utilisation représente une pratique alternative qui est adoptée dans différentes régions confrontées à des pénuries d'eau et à une population urbaine croissante avec des besoins en eau croissants (Drechsel, Danso et al. 2015) (United Nations World Water Assessment Programme, 2017), surtout compte tenu du déclin des ressources en eau de surface et souterraines causé par la variabilité climatique (CV) et le changement climatique (CC). La disponibilité des ressources en eau est également affectée par la pollution d'origine des eaux usées, car cette eau n'est pas toujours traitée avant d'atteindre les canaux de surface, et par la pollution des aquifères associée (Drechsel, Danso et al. 2015) (United Nations World Water Assessment Programme, 2017).

Selon la situation locale, un autre avantage associé à la réutilisation des eaux usées agricoles pourrait être le coût évité de l'extraction des ressources en eau souterraine. À cet égard, il convient de noter que l'énergie nécessaire au pompage des eaux souterraines peut représenter jusqu'à 65% des coûts des activités d'irrigation. De plus, les nutriments naturellement présents dans les eaux usées permettent de réaliser des économies sur les dépenses d'engrais (Drechsel, 2010) (Drechsel, Danso et al. 2015)), garantissant ainsi un cycle de nutriments fermé et favorable à l'environnement qui évite le retour indirect de macro- (en particulier l'azote et le phosphore) et micro éléments aux plans d'eau. Selon les nutriments, les eaux usées peuvent être une source potentielle de macro- (N, P et K) et de micro nutriments (Ca, Mg, B, Mn, Fe, Mn ou Zn) (Barreto, Do Nascimento et al. 2013) (Li, Zhou et al. 2011). Par conséquent, les conditions d'eutrophisation dans les plans d'eau seraient réduites, tout comme les dépenses pour les produits agrochimiques utilisés par les agriculteurs.

Un avantage économique implicite de la réutilisation des eaux usées agricoles est la valorisation de l'eau traitée rejetée pour la consommation humaine, car cette utilisation est considérée comme prioritaire. Dans certains pays, la réutilisation des eaux usées contribue à réduire le coût municipal de la recherche de sources d'eau à l'aide de moyens plus coûteux (Drechsel, Danso et al. 2015). Sur la base des aspects réglementaires, la réutilisation des eaux usées agricoles peut contribuer à la justification de politiques d'investissement et de mécanismes de financement appropriés pour le contrôle et la prévention de la pollution.

3.4 Risques pour la santé liés à la réutilisation des eaux usées agricoles

Les niveaux de concentration et les types d'agents pathogènes et de substances chimiques présents dans les eaux usées varient selon la région, selon les conditions sanitaires et socioéconomiques d'une communauté particulière (Gerba et Rose, 2003). La concentration de virus, de parasites protozoaires et d'helminthes dans les eaux usées peut être 10 à 1 000 fois plus élevée dans les pays en développement que dans les pays développés (Jiménez, Mara et al. 2009). Le tableau 12 présente les principaux types d'agents pathogènes entériques et de substances d'intérêt sanitaire que l'on peut trouver dans les eaux usées utilisées pour l'irrigation agricole.

Tableau 12 : Risques chimiques et biologiques associés à l'utilisation des eaux usées brutes en agriculture.

Type de risque	Agent pathogène	
<i>Biologique</i>	Les bactéries	E. coli, Vibrio cholerae, Salmonella ., Shigella.
	Helminthes	Ascaris, Ancylostoma, Tenia.
	Protozoaires	Giardia intestinale, Crysptospridium, Entamoeba.
	Virus	Hépatite A et E, adénovirus, rotavirus, norovirus.
	Schistosoma	Taches de sang
<i>Chimique</i>	Substance d'intérêt sanitaire	
	Métaux lourds	Arsenic, cadmium, mercure.
	Hydrocarbures	Dioxines, furannes.
	Pesticides	Aldrin

(Source : WHO, 2006)

D'autres composés présents dans les eaux usées irriguées qui peuvent présenter des risques pour la santé humaine sont les contaminants émergents (CE). Les CE sont des molécules ayant une activité biologique sur différents organismes, et leurs propriétés physicochimiques déterminent leur persistance dans l'environnement et facilitent leur bioaccumulation. Les CE comprennent des analgésiques, des antihypertenseurs et des antibiotiques, entre autres. De plus, certaines CE correspondent à des perturbateurs endocriniens (Zambrano ,2012). Cependant, depuis les années 1990, la concentration de ces composés a commencé à être quantifiée dans les sources d'eau (Richardson et Ternes ,2011). Des pays comme l'Espagne, l'Italie, l'Allemagne, le Canada, le Brésil, la Grèce et la France ont estimé que des charges d'analgésiques pesant environ 500 tonnes ont été déversées dans des sources d'eau superficielles, dans lesquelles l'acide salicylique et le diclofénac ont atteint des concentrations de 0,22 µg / L et 3,02 µg / L, respectivement (Heberer,2002).

La contamination par les CE peut contribuer à la formation de micro-organismes résistants. L'utilisation prolongée d'antibiotiques contre les micro-organismes pathogènes chez les animaux et les humains, ainsi que leur utilisation pour la conservation des aliments, a augmenté leur production et leur consommation, entraînant ainsi des taux de rejet à haut volume dans les plans d'eau avec les conséquences de la résistance microbienne (Wen, Tutuka et al. 2009).

3.5 Limites associées à la réutilisation des eaux usées agricoles

L'utilisation d'eaux usées traitées ou non traitées en agriculture n'est pas exempte d'effets néfastes sur l'environnement, en particulier sur le sol. La littérature scientifique comprend des preuves d'altérations des paramètres physicochimiques du sol (Becerra, Lopes et al. 2015). De plus, dans des recherches récentes, des variations ont été observées dans la structure et l'ampleur de la biomasse microbienne dans le sol, ainsi qu'une augmentation de l'activité microbienne causée par la réutilisation des eaux usées agricoles (Becerra, Lopes et al. 2015). Modification des paramètres physico-chimiques et microflore du sol peut affecter la fertilité et la productivité, perturbant ainsi la durabilité des sols d'une irrigation insuffisante des eaux usées (Becerra, Lopes et al. 2015).

Plusieurs études ont signalé des variations du pH du sol résultant de l'irrigation avec des effluents des systèmes de traitement des eaux usées municipales à différents niveaux de traitement (préliminaire, primaire et secondaire). De plus, les changements du pH du sol sont corrélés à trois facteurs: (1) type de couverture du sol; (2) texture du sol; et (3) période d'irrigation (Becerra, Lopes et al. 2015). Les changements du pH du sol influencent la disponibilité des nutriments et des métaux (Bloom,2000) (Sparks,2003) , la capacité d'échange cationique (CEC) et la minéralisation de la matière organique (Brady, et al,2002).

De plus, la matière organique est essentielle au stockage des nutriments et à la structure du sol. Par la formation et la stabilisation d'agrégats (sable, chaux et argile), la teneur en matière organique contribue à la capacité du sol à retenir l'eau, affectant les propriétés de drainage et la résistance au compactage (Julca, A et al,2006). La matière organique constitue également un gisement de macro et micronutriments importants (N, P et S) pour la croissance des plantes (Zandonadi, Santos et al. 2013), contribuant à la capacité d'échange cationique (CEC) et, par conséquent, à la fertilité des sols ((Baldock et Skjemstad, 2000). Selon la quantité de matière organique apportée, différentes études ont signalé une augmentation du carbone organique total (COT) et de l'azote (N) dans les sols irrigués avec les eaux usées

domestiques. Ce phénomène entraîne également une augmentation de la disponibilité de la matière organique. En conséquence, la présence de populations de bactéries spécifiques peut être favorisée dans le sol (Sun, H et *al.*,2014). Entre 40% et 70% des bactéries du sol sont associées à des agrégats stables (particules d'argile) (Ranjard et Richaume, 2001).

La stabilité des agrégats dans le sol et la capacité de rétention d'eau de la matière organique apportée par l'irrigation des eaux usées dépendent des niveaux de concentration, de la composition de la matière organique et de la texture du sol. Ainsi, les sols sablo-argileux irrigués avec des eaux usées augmentent la stabilité de leurs agrégats (Levy, Lordian et al. 2014).

Différentes recherches ont noté une augmentation des différentes formes d'azote (N-NO₃, NH₄-N ou N total) après irrigation avec des eaux usées pendant des périodes allant de un à 20 ans. Cependant, malgré les avantages existants dans la production agricole et une réduction des agents chimiques (engrais) de l'augmentation de N et P apportée par les eaux usées, les communautés microbiennes du sol peuvent être affectées, en particulier les activités associées au cycle de ces éléments.

Plus de 90% de l'azote du sol est sous forme organique. L'ammonium et le nitrate sont les principales formes d'absorption par les plantes, en plus de certains composés organiques azotés (Li, Wang et al. 2013).

Un autre effet est l'accumulation de N inorganique dans le sol qui peut affecter la biodégradation des composés carbonés (DeForest, Zak et al. 2004).

Des eaux usées d'irrigation peut favoriser la salinisation du sol (une augmentation de la concentration de sels solubles) ou sodification (un excès de sodium interchangeable par rapport à d'autres cations) (FAO ,2007). Des problèmes de salinité surviennent lorsque les sels solubles sont concentrés dans la zone racinaire (Li, Pu et al. 2014), provoquant ainsi un stress osmotique qui limite la capacité des plantes à absorber l'eau et les nutriments.

La sodicité affecte donc négativement la stabilité des agrégats et la structure du sol, car une teneur élevée en sodium interchangeable entraîne une diminution de la perméabilité (Ligi, Truu et al. 2014). Différentes études ont noté que les changements de sodicité génèrent une

augmentation du compactage du sol et réduisent le taux d'infiltration de l'eau (Castellano et Valone 2007) .

De plus, la dégradation des sols augmente du fait de l'élimination des polluants (métaux et composés pharmaceutiques) à travers différents milieux tels que les eaux usées, qui s'accumulent dans le sol suite à l'irrigation (Becerra, Lopes et al. 201). En règle générale, les concentrations de métaux dans les sols non soumis à des activités anthropiques dépendent principalement du matériau parental (pierre) et peuvent être présentes dans le sol à des niveaux non toxiques pour les êtres vivants. Cependant, la croissance démographique et l'industrialisation ont entraîné une augmentation de la présence de ces agents polluants dans les eaux usées et, par conséquent, dans les sols irrigués (Becerra, Lopes et al. 2015). Les métaux tels que Fe, Cr, Zn, Pb, Ni, Cd et Cu, qui sont abondants dans les eaux usées, sont en tête de liste des agents polluants possibles qui se sont accumulés dans le sol à la suite de l'irrigation des eaux usées. La présence de ces éléments dans le sol peut limiter la fertilité et / ou modifier les communautés microbiennes du sol (Becerra, Lopes et al. 2015).

3.6 Évaluation du risque associé à l'utilisation des eaux usées en agriculture

L'utilisation des eaux usées en agriculture présente des limites en raison des risques associés aux différentes voies d'exposition, aux groupes exposés et aux concentrations de divers paramètres physicochimiques et microbiologiques. Avec l'élaboration des directives de l'OMS de 1989, il a été reconnu que les parasites humains sont le principal risque pour la santé humaine et le développement de systèmes de traitement des eaux usées pour la réduction des risques a été proposé comme stratégie principale.

Avec l'élaboration des lignes directrices de l'OMS de 2006, la nécessité de connaître l'ampleur du risque associé à ce type de pratique a été clairement formulée et les bases conceptuelles de son estimation ont été formulées, reconnaissant ainsi que les stratégies de réduction des risques devraient être souples et ajusté au contexte local et supprimé pour la première fois les seuils de qualité des effluents (Dickin, Schuster et al. 2016). Les lignes directrices de (WHO, 2006) ont relevé les objectifs fondés sur la santé, qui sont estimés à partir d'une mesure standard de la maladie sélectionnée en fonction de l'année de vie ajustée sur l'incapacité (AVCI). L'AVCI est un indicateur quantitatif de la charge de morbidité, qui représente la quantité totale de vie saine réduite en raison d'une invalidité ou la durée de vie perdue en raison d'une mortalité prématurée.

Selon la littérature, l'évaluation des risques peut être réalisée à l'aide de trois types d'études: 1) tests microbiologiques de laboratoire; (2) études épidémiologiques; et (3) l'évaluation quantitative des risques microbiologiques. Les études microbiologiques sont considérées comme une source d'information pour les types d'études (2) et (3) et ne sont appropriées que si des évaluations de la santé et des mesures de protection appropriées sont prises pour éviter un risque pour la santé (Dickin, Schuster et al. 2016). Les études épidémiologiques sont une mesure directe du risque associé, mais leur complexité et les besoins de la population cible et les coûts élevés peuvent limiter la technique (WHO, 2006). L'évaluation quantitative des risques microbiologiques est considéré comme une mesure indirecte du risque qui a été largement utilisée, mais ses résultats sont associés aux scénarios spécifiques évalués (Dickin, Schuster et al. 2016).

L'évaluation quantitative des risques microbiologiques a été considérée comme une composante essentielle de la gestion des risques (Hamilton, Stagnitti et al. 2007). Une technique de modélisation probabiliste pour estimer l'ampleur du risque dans des scénarios spécifiques (Barker, O'Toole et al. 2013) et sa mise en œuvre est définie en quatre étapes: (1) identification des dangers, (2) évaluation de l'exposition; (3) modélisation dose-réponse; et (4) la caractérisation des risques. L'utilisation de cette technique en relation avec la réutilisation des eaux usées dans l'agriculture a été axée sur l'évaluation des risques dans les produits de consommation crus, en particulier sur les variétés de laitue et certains légumes, et l'infection à rotavirus comme cause majeure de maladie diarrhéique dans le monde (Liu, Grillner et al. 2006).

Les évaluations quantitatives des risques microbiologiques associés au virus dans les cultures de laitue ont été les plus couramment évaluées. (Pettersson, Ashbolt et al. 2001) ont évalué l'impact de deux facteurs de risque: (1) la fonction de densité associée à la présence d'entérovirus humain dans l'eau d'irrigation; et (2) les taux de mortalité du virus dans la culture de la laitue.

Selon (Jiménez, Maya et al. 2017) le manque de connaissances scientifiques liées à l'utilisation des eaux usées réside toujours dans l'évaluation du risque microbiologique associé à l'infection causée par les helminthes. Les directives de l'OMS étaient basées sur des preuves épidémiologiques limitées, plutôt que sur les résultats d'une évaluation des risques. Aucune de ces organisations n'a fondé ses recommandations sur les résultats de la courbe dose-réponse, car les méthodologies n'avaient pas été suffisamment développées. À l'heure actuelle, seul le

risque concernant les helminthes a été évalué au moyen d'analyses de laboratoire et d'études épidémiologiques. Malgré le fait que l'OMS ait reconnu que les helminthes représentent un réel risque d'infection en raison de sa résistance et de sa persistance dans l'environnement et de la dose minimale infectieuse, le développement de techniques de mesure de ce micro-organisme en est à ses débuts, qui dépendent d'une observation directe sous le microscope avec cette subjectivité dans les résultats (Jiménez, Maya et al. 2017). De plus, dans les pays en développement, les réglementations n'associent généralement pas les helminthes et les protozoaires, car dans ces pays, les maladies des vers intestinaux sont faibles dans la population.

Conclusion

À l'échelle mondiale, l'agriculture est un grand consommateur d'eaux usées. La recherche de sources d'irrigation alternatives est considérée comme essentielle pour assurer la sécurité alimentaire et préserver les plans d'eau naturels. L'utilisation sûre des eaux usées, en tant que source alternative d'irrigation, est une stratégie reconnue pour l'utilisation efficace et la prévention de la pollution de l'eau qui gagne en pertinence dans le monde entier, en particulier dans les pays confrontés à des pénuries d'eau. Cependant, il existe des risques associés à ce type d'utilisation qui doivent être évalués par rapport à un cadre local, considérant le sol comme un milieu récepteur et garantissant que la pollution ne sera pas transférée d'un milieu à un autre (de l'eau au sol).

PARTIE
EXPERIMENTALE

Chapitre 1 présentation de la zone d'étude

1.1 Introduction

Les zones d'étude retenues dans le bassin versant d'oued Mekkera sont les deux stations de deux lagunes aérées au niveau de la commune de Moulay Slissen et Ras El Ma respectivement, ainsi que la station à boue activée du chef lieu à Sidi Bel Abbès.

1.2 Géomorphologie de la haute plaine de Sidi Bel Abbès

Les hautes plaines de Sidi Bel Abbès se situent dans les derniers contreforts tabulaires du versant sud de l'Atlas tellien qui est formé par les monts de Tlemcen, de Daya et de Saïda et au seuil des hautes plaines steppiques des hauts plateaux. Elle est située entre l'extrémité des monts de Daya au nord et la région des hauts plateaux au sud. Les principales formes de relief observées dans la vallée de Mekerra sont les suivantes (Faraoun et Benabdeli, 2010) :

- ✓ Les terrasses actuelles : elles sont situées dans les lits majeurs des oueds et sont constituées de matériaux grossiers, caillouteux à éléments arrondis.
- ✓ Les terrasses récentes : leur pente ne dépasse guère 1%. On y trouve des sols Isohumiques et des sols calcimagnésiques.
- ✓ Les terrasses anciennes : elles sont situées légèrement plus haut que les précédentes et leur pente reste toujours faible 1 à 2%. Les sols qui s'y sont formés, sont les sols à sesquioxydes de fer et les sols calcimagnésiques.
- ✓ Les glacis : les terrasses suscitées, sont raccordées aux montagnes et aux collines par des glacis, dont la pente ne dépasse pas 3%. Ces glacis sont parfois parcourus par des ravineaux très faiblement marqués et deviennent nuls en bas de pente.

En résumé, que la plaine de Sidi Bel Abbès est une zone de subsidence traversée en son centre par l'oued Mekerra dont le bassin versant est constitué essentiellement d'affleurements crétacés ou dominent les grès et marnes gréseuses, avec assez peu d'affleurements calcaires (Faraoun et Benabdeli, 2010). Il en résulte que les alluvions déposées dans la plaine sont peu calcaires.

1.3 Réseau hydrographique

L'oued Mekerra prend sa source au sud-est de Redjem Demouche et Ras El Ma, et traverse la région du sud au nord sur 70 km passant successivement à Ras El Ma, El Hacaiba "ou son cours devient définitivement pérenne" Moulay Slissen, Sidi Ali Benyoub, Sidi Bel Abbes et Sig (Figure 12). La période des hautes eaux se situe le plus souvent en janvier - février mais peut s'étaler d'octobre à mars.

L'oued Mekerra qui a donné son nom à la plaine, est irrégulier dans son cours et dans ses variations saisonnières. En période de crues, il peut atteindre de 10.000 à 30.000l/s (DRE,2012).

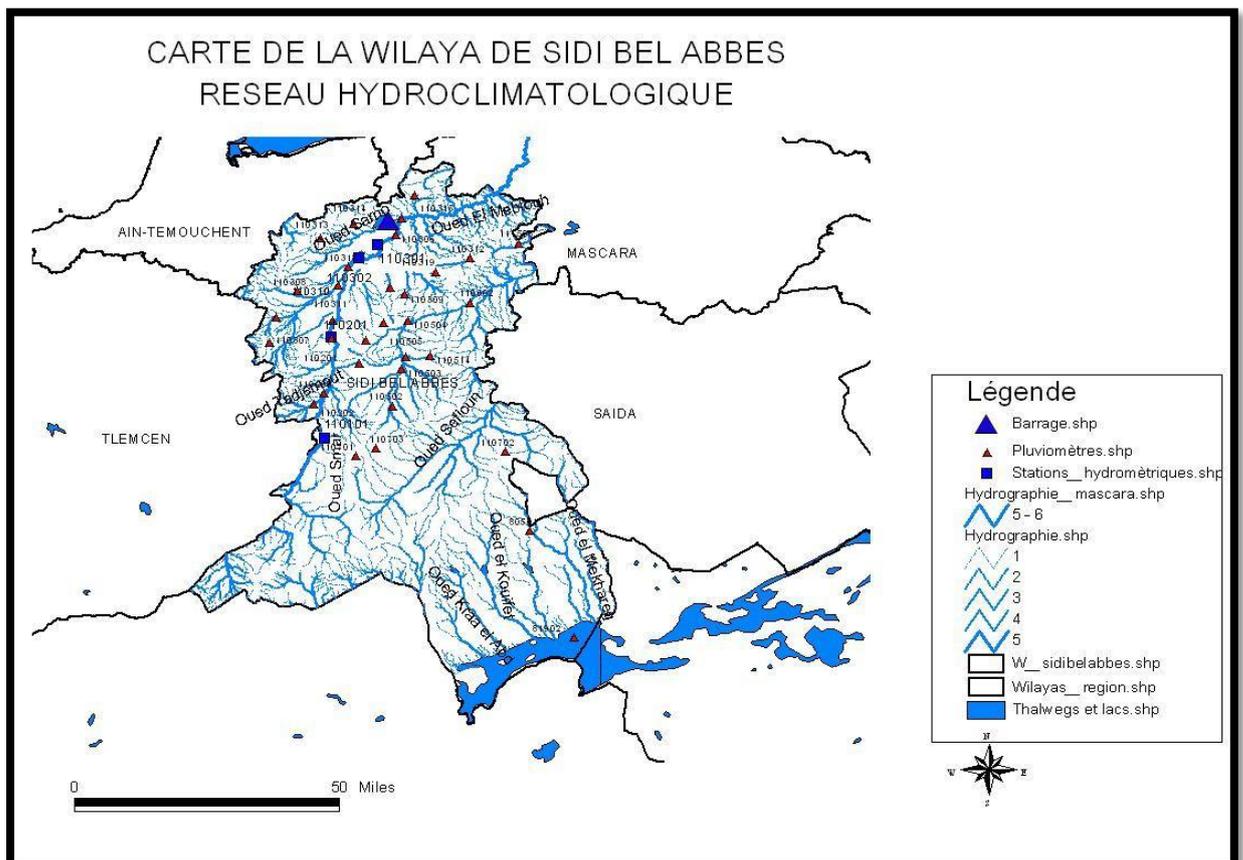


Figure 12 : Réseau hydrographique de la wilaya de Sidi Bel Abbés (Source : DRE/SBA, 2012).

1.4 Les paramètres climatiques

1.4.1 commune de Ras El MA

- a) *Situation géographique* : La commune de Ras El Ma est située à 90 km au Sud Ouest du chef lieu de la wilaya et totalise une superficie de 126 ,26 km² avec une population de 25 087 hab. d'où une densité de 147 hab / km² (Figure 13).
- b) *Pluviométrie* : La pluviométrie moyenne à Ras El Ma, qui atteint 306 mm dans la période 1913-1938 (P.SELTZER, 1946), n'est que de 232 mm sur la période de 1966-2010 (ANRH, 2011) (Tableau 13). Avec cette baisse des précipitations de l'ordre de 42%, la région est soumise à des conditions beaucoup plus arides (figure 19).

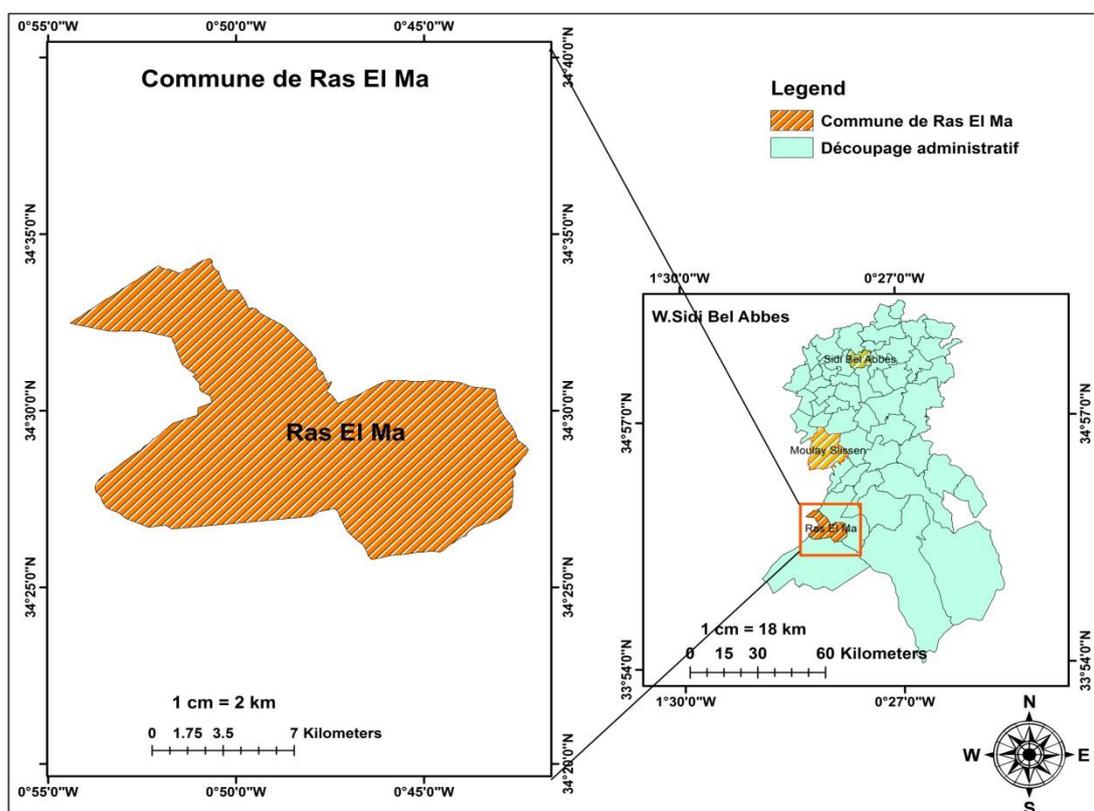


Figure 13 : Localisation de la commune de Ras El Ma.

Tableau 13 : Comparaison de la pluviométrie sur 2 périodes (1913-38 et 1966-2010).

Période	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	An
Seltzer : 1913-1938	26	27	35	24	26	30	34	25	35	24	08	12	306
ANRH : 1966-2010	23	28	25	23	21	19	23	24	25	05	05	11	232

(Source : ANRH, 2011)

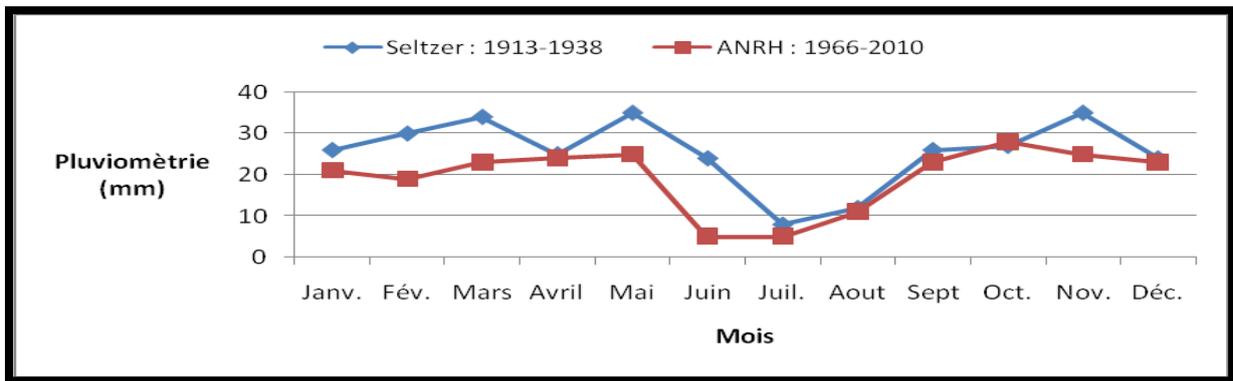


Figure 14 : Comparaison entre les précipitations mensuelles moyennes à la station de Ras El Ma sur les périodes 1913-1938 (Seltzer, 1946) et 1966-2010 (source : ANRH, 2011).

1.4.2 Commune de Moulay Slissen

- a) **Situation géographique :** La commune de Moulay Slissen d'une superficie de 19 236 ha avec une population de 7451 hab, fait partie de l'unité des Hautes Plaines de Télagh, entourées de toutes parts par les monts de Daïa et ne s'ouvre que sur d'étroits couloirs (Figure 15).
- b) **Pluviométrie :** L'ensemble du territoire de la commune reçoit une pluviométrie de 350 à 400 mm/an (Tableau 14). L'harmonie de la fonction de densité des pluies mensuelles moyennes de la station de Moulay Slissen est rompue par le pic marquant le mois de mars dont l'écart moyen par rapport aux mois de décembre, février et décembre (Figure 16).

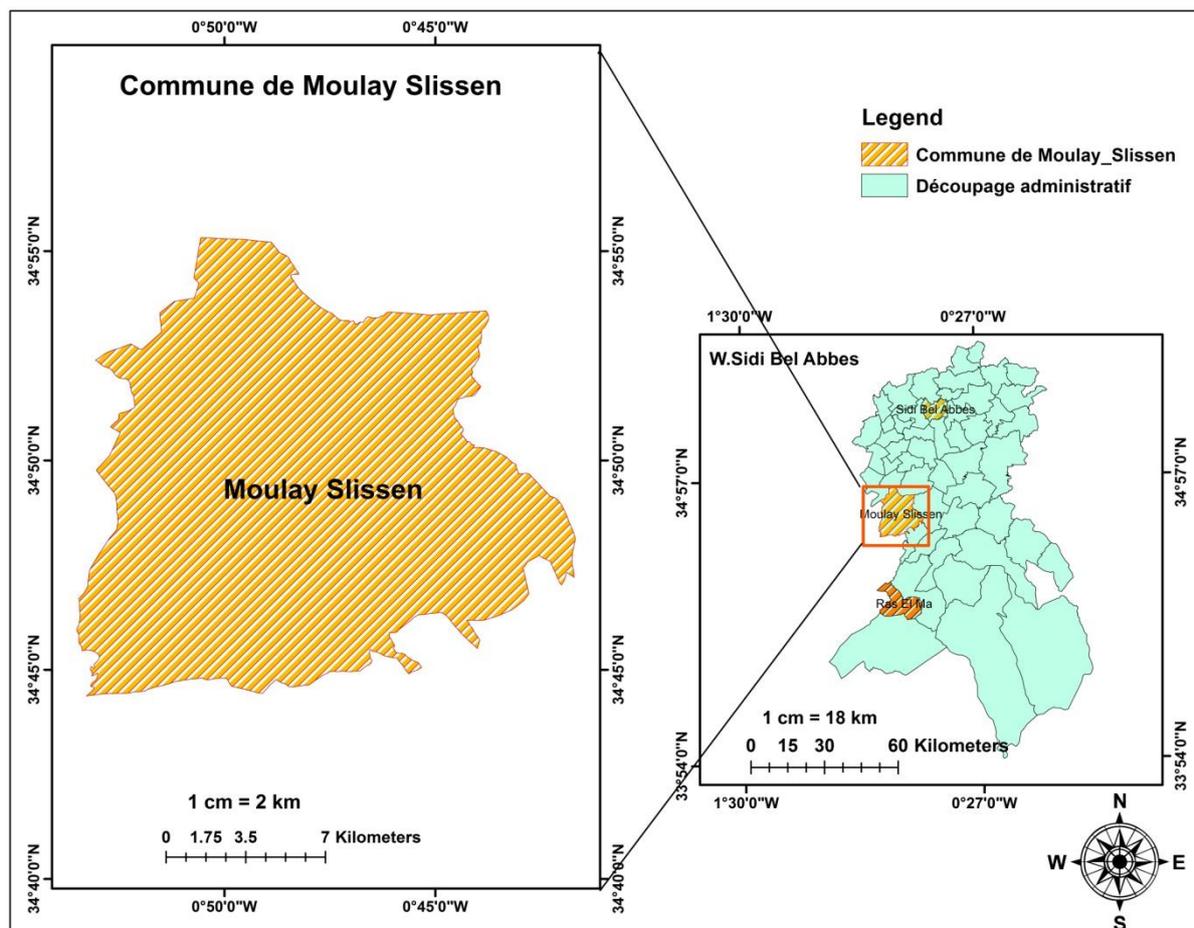


Figure 15 : localisation de la commune de Moulay Slissen.

Tableau 14 : Comparaison de la pluviométrie sur 2 périodes (1913-38 et 1966-2010).

Période	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	An
Seltzer : 1913-1938	22	32	44	49	60	57	46	35	40	20	04	07	416
ANRH : 1966-2010	27	34	35	43	43	41	56	37	38	08	04	05	371

(Source : ANRH, 2011)

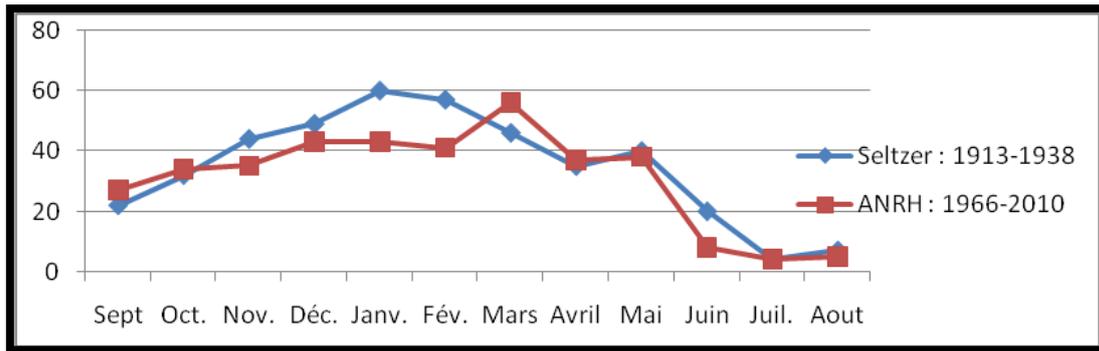


Figure 16 : Pluviométrie moyenne mensuelle de la Station de Moulay Slissen.

- c) **La gelée** : compte tenu de la rudesse du climat est assez fréquente (20 jours), à des températures oscillant entre 1 et 3 °C en hiver et entre 3 à 5 °C en avril (DRE, 2018).
- d) **Climagramme d'Emberger** : Etage bioclimatique de Moulay Slissen selon le climagramme d'Emberger est semi aride (figure 17).

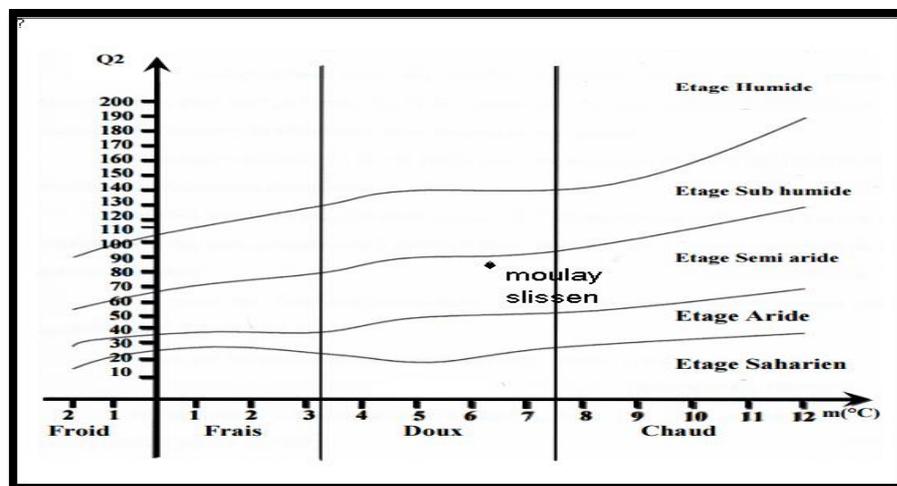


Figure 17 : Etage bioclimatique de Moulay Slissen (source : DRE/SBA, 2018).

1.4.3 Commune de Sidi Bel Abbès

a) *Situation géographique* : Sidi Bel Abbès est située à 470 m d'altitude, à 82 km au sud d'Oran, à 87 km au nord-est de Tlemcen, à 60 km au nord-est d'Aïn Témouchent, à 93 km au sud-est de Mascara et à 96 km au sud-ouest de Saïda, avec une population de 279740habitant (Figure 18). La plaine de Sidi Bel Abbès dans laquelle s'inscrit le territoire des trois communes est encadrée par les hauteurs de montagnes de :

- Au nord, les monts du Tessala, à l'Est, les monts de Béni Chougrane Au Sud et à l'Ouest par l'Atlas tubulaire des monts de Dhaya et Tlemcen.

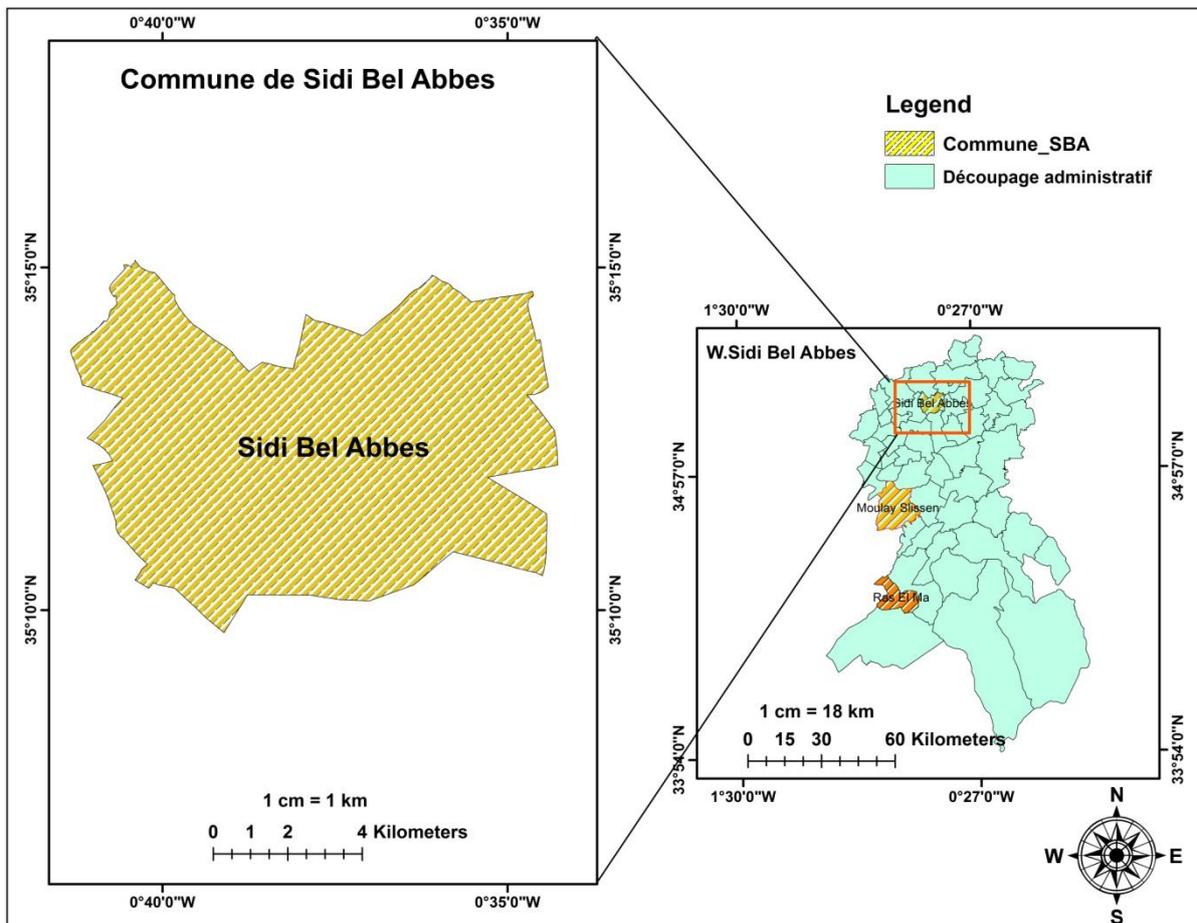


Figure 18 : Localisation de la commune de Sid Bel Abbès.

b) **Pluviométrie** : La pluviométrie moyenne dans la plaine de Sidi Bel Abbés est de 400 mm / an (moyenne sur 65 années) (Figure 19) et (Tableau 15).

Tableau 15 : Données climatiques à Sidi Bel Abbés.

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	An
Température minimale moyenne (°C)	-1	3	9	9	8	12	15	15	13	11	8	4	7
Température moyenne (°C)	14	14	19	18	22	33	30	30	28	17	12	15	15
Température maximale moyenne (°C)	14	15	28	27	28	30	34	35	30	24	18	14	22
Précipitations (mm)	61	49	46	41	37	11	2	4	14	38	44	63	410

(Source : ONM Sidi Bel Abbés, statistiques sur 65 ans, 2011)

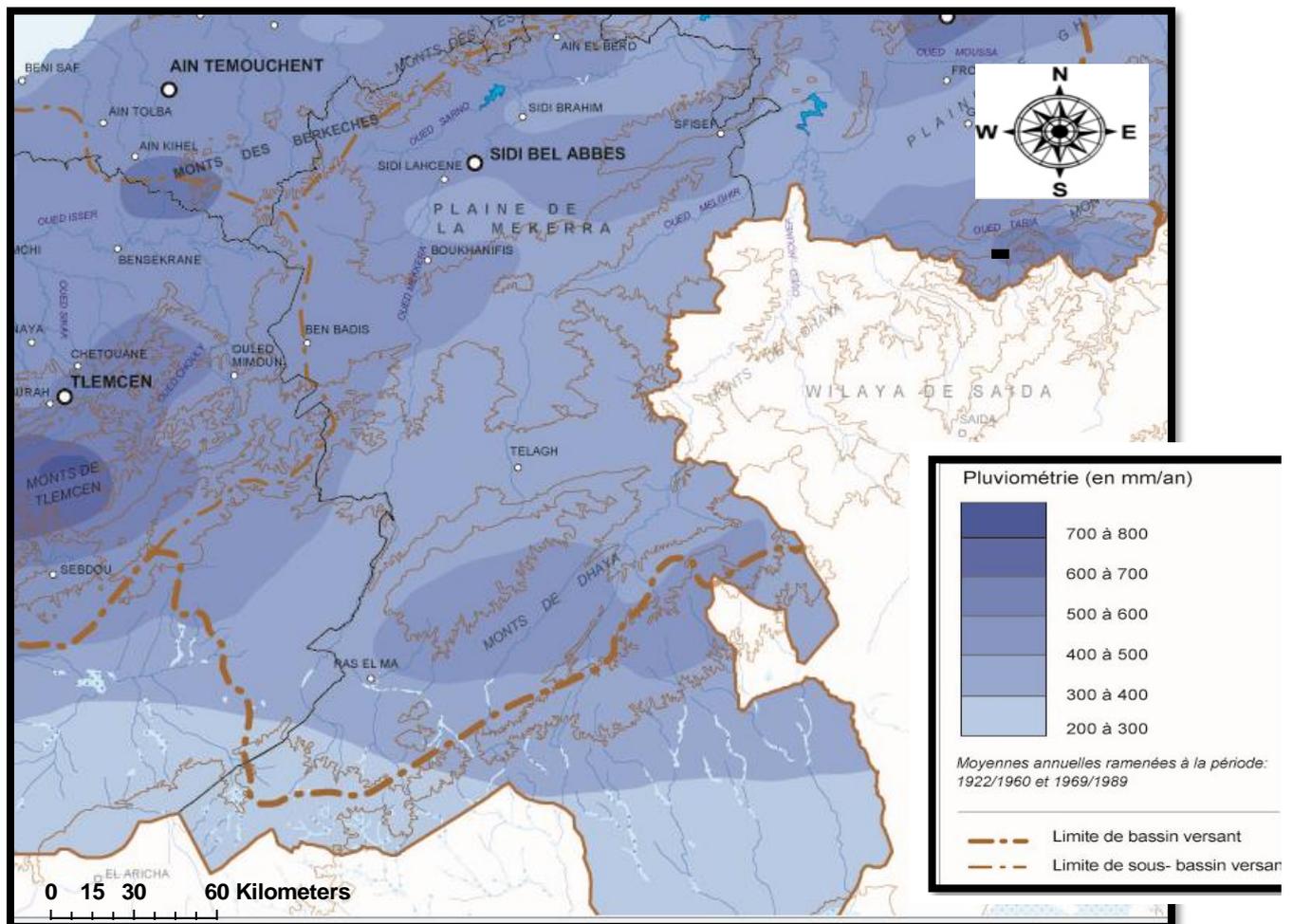


Figure 19 : la pluviométrie de Sidi Bel Abbés (Source : ANRH ,2000).

1.5 Description de la cartographie des sols

La description et la caractérisation des profils pédologiques complétées par des analyses physico-chimiques ont permis d'identifier les grandes unités de sols qui composent la couverture pédologique des espaces agricoles (figure 20). Il a été identifié trois classes de sols et huit groupes (Faraoun et Benabdeli, 2010) :

- ✓ Sol peu évolués : sols d'apport alluvial, sols d'apport colluvial ;
- ✓ Sols calcimagnésiques : Rendzines, sols bruns calcaire, sols bruns calcaire rendzinifères, sols bruns calcaire noircis ;
- ✓ Sols à sesquioxyde de fer : sols rouges à horizon calcaire, sols rouges bruns.

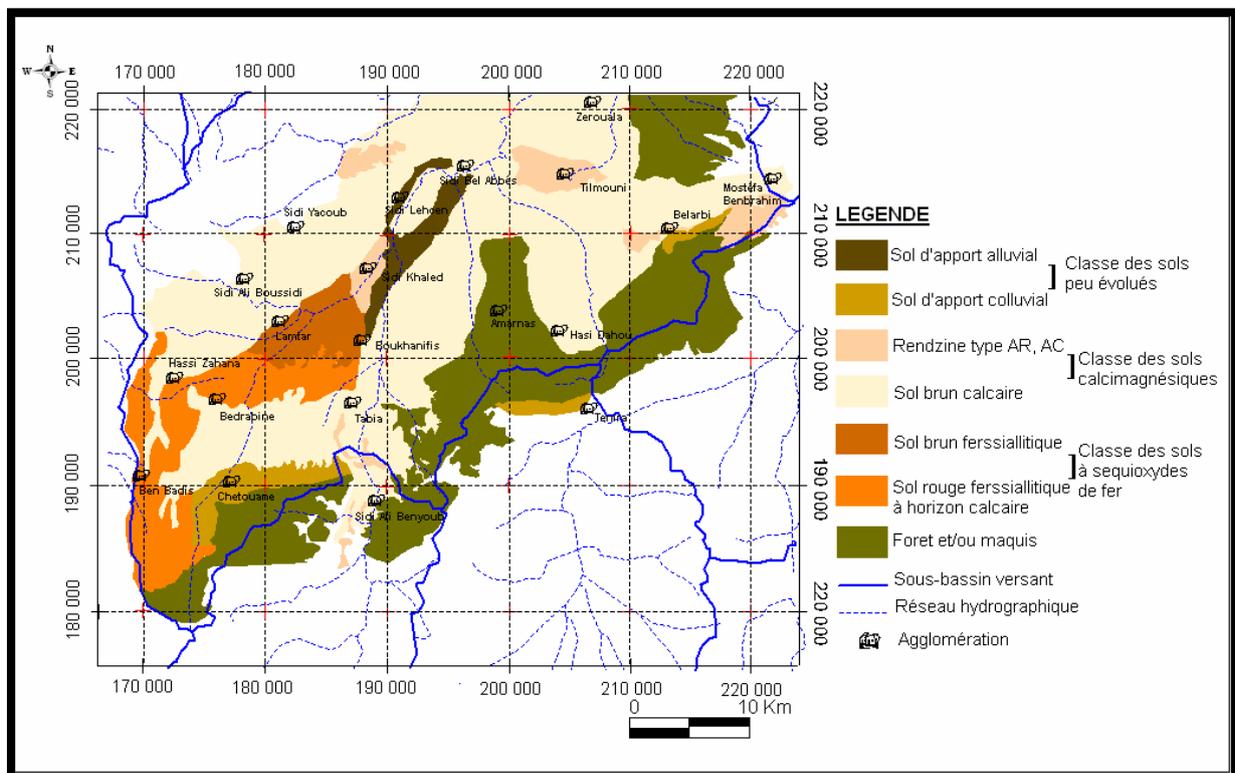


Figure 20 : occupation du sol dans le bassin de Sidi Bel Abbès (source : Faraoun et Benabdeli, 2010).

1.6 Filière de traitement

1.6.1 lagune aérée de Ras El MA

- a) *Prétraitement* : le prétraitement de la lagune comprend le dégrillage, le dessablage et le déshuilage (Photo 4).



Photo 04 : Photo Ouvrage de prétraitement de lagune aérée de Ras El Ma (source : ONA, 2016).

b) Traitement biologique : Le traitement s'effectue dans deux (02) bassins de lagunages aérés, l'oxygène est apporté par des aérateurs placés à la surface des bassins. Ce traitement est complété par un bassin de finition (maturation) où le nombre d'organismes pathogènes et de bactéries fécales y sont réduites de manière considérable (Photo 05(a) et (b)).



Photo 05 (a): Photo Image satellitaire de la lagune de Ras El Ma (source : google Eearth, 2020)



Photo 05 (b): Photo bassin d'aération de la lagune aérée de Ras El Ma (source : ONA, 2016)

c) Séchage : Le séchage des boues d'épuration s'effectue sur des lits de séchage.

1.6.2 Lagune aérée de Moulay Slissen

a) Prétraitement : Le système comprend un ensemble de deux dégrilleurs automatiques en acier inox galvanisé de forme circulaire épaisseur (8 mm), espace entre barreaux de (25 mm) disposés en parallèle (Photo 06).



Photo 06 : Photo de Dégrilleur de la lagune de aérée de
Moulay Slissen (**Source :** ONA, 2017).

Le dessablage est réalisé par l'intermédiaire de deux canaux en parallèle de 0.8 m de large et 4m de long. Chaque ouvrage est équipé d'un pont racleur permettant de ramener les sables décantés dans une fosse placée à l'extrémité de chaque canal. Une pompe permet l'extraction des sables vers une benne de stockage (Photo 07).



Photo 07: Photo de Désableur de la lagune de aérée de
Moulay Slissen (**Source :** ONA, 2017).

Le déshuilage est assuré par trois canaux en parallèle de 0.8m de largeur et de 5 m de longueur piège les huiles et les graisses qui flottent naturellement à la surface de l'eau. L'injection de bulles d'air dans l'effluent favorise la remontée des huiles à la surface (Photo 08).



Photo 08: Photo Déshuileur de la lagune de aérée de
Moulay Slissen (Source : ONA, 2017).

b) Traitement secondaire

Le bassin d'aération est revêtu de géomembrane bitumineuse de type PEHD (polyéthylène haute densité). Cette géomembrane est constituée par un liant bitumineux qui vient imprégner à cœur et surfacer un géotextile non tissé polyester. Le géotextile confère à la géomembrane ses propriétés mécaniques et le liant l'étanchéité. Le bassin d'aération est de forme trapézoïdal le volume est de 4 200m³. avec 3 aérateurs le temps de fonctionnement est de 16 h de puissance 5.5 KW (Photo 09). Cette étape est constituée de deux étages d'aération et d'un étage de finition.



Photo 09 : Bassin d'aération avec 3 aérateurs de la lagune de aérée de
Moulay Slissen (**Source :** ONA, 2017).

Les eaux sortant de la lagune aérée sont dirigées vers la lagune de finition ou bassin de décantation (Photo 10).



Photo 10: Bassin de décantation de la lagune de aérée de
Moulay Slissen (**Source :** ONA, 2017).

c) **Bassin de désinfection :** les dimensions du bassin de chloration sont : Volume de 28 m³ ; Longueur de 7m ; Largeur de 4 m ; Hauteur de 1 m (Photo 11).



Photo 11: Photo de bassin chloration de la lagune de aérée de Moulay Slissen (Source : ONA, 2017).

- d) Séchage :** Les boues récupérées à partir des bassins anaérobies seront refoulées vers le lit de séchage constitué de trois (03) couches de matériaux filtrants où elles subissent un séchage par filtration gravitaire et une évaporation lente (temps de séjour variant de 20 à 30 jours) (Photo 12).



Photo 12: Photo de Lit de séchage de la lagune de aérée de Moulay Slissen (Source : ONA, 2017).

1.6.3 La STEP a boue activée de Sidi Bel Abbès

La station d'épuration des eaux usées est une station à boue activée, mise en service depuis 1993, sa gestion est transférée à l'ONA en 2008 (Photo 13).

Elle a une capacité de 220000 Eq /hab soit 28 000 m³/j mais reste sous utilisée par rapport à ses grandes capacités de traitement ; elle ne reçoit que 9 000 à 16000 m³ quotidiennement au lieu de 28 000 m³, soit un taux d'utilisation à peine de 57% (ONA, 2016).

a) **Déversoir d'orage** : Un déversoir d'orage installé à l'amont de la STEP déverse le surplus de débit admissible dans le by-pass général de la STEP .La hauteur de la lame de débordement sera adaptée pour accepter au traitement 1642.5 m³/h.

b) **Prétraitement** :

- *Ouvrage du relevage*: Comprend quatre pompes Débit nominal d'une pompe est de : 1095 m³/h ; Puissance nominale d'une pompe est de : 45kw.
- *Grille grossière à nettoyage manuel (1 unité)* :

Largeur de la grille	2.40 m
Inclinaison	70°
Forme des barreaux	Rectangle 10*50mm
Ecartement entre les barreaux	50mm
Matériau	acier galvanisé

- *Grille fine mécanisée (2unités)* :

Largeur de la grille	1.00m
Profondeur du chenal	1.50m
Espacement entre les barreaux	20mm
Epaisseur des barreaux	10mm
Puissance moteur	0.37kw

- *Déssableur-Déshuileur (2unités)* : Le déssableur est du type longitudinal à deux compartiments : il est constitué d'un chenal en béton de forme trapézoïdal longueur 26.00 m largeur 4.00 m. La flottation des huiles et le maintien en suspension des matières organiques sont assurés par de l'air insufflé dans les dessaleurs. La production d'air est assurée par deux supprimeurs rots de 580m³/h.

c) **Traitement primaire** :

- **Décanteurs primaires (2 ouvrages)**: Ces ouvrages reçoivent les eaux brutes prétraitées et les boues secondaires en excès.
 - Diamètre : 24 m
 - Diamètre sans la goulotte : 22 m

- Hauteur d'eau à la périphérie : 3 m
- Surface utile (sans la goulotte) : 380 m²
- Volume : 1397 m³
- Longueur du déversoir : 69,12 m
- Pente de fond : 1/10
- Pente de la poche à boues : 1/1.

d) Traitement biologique :

- *Bassin d'aération (2unités)* : Chaque bassin d'aération a les dimensions suivantes :
 Volume 336.74 m³
 Forme rectangulaire (49.5 x16.5)
 Hauteur d'eau 04.82m
 Hauteur béton 05.82m.
- *Décanteur Secondaire (02 unités)* : Chaque décanteur est de forme circulaire de :

Diamètre	36 m
Surface	908 m ²
Profondeur d'eau	3 m en périphérie
Vitesse de rotation du pont	0.04 m/s

e) Traitement des boues :

- *Stabilisation des boues* : Le but de cette étape de traitement est de stabiliser les boues fraîches les boues primaires et les boues secondaires en excès produites au niveau de l'épuration biologique des eaux. Chaque bassin d'aération a les dimensions suivantes :
 Volume 336.74 m³.
 Forme rectangulaire (49.5 x16.5).
 Hauteur d'eau 04.82m.
 Hauteur béton 05.82m.
- *Epaississeur* : Les boues stabilisées sont dirigées vers l'épaississeur :

Diamètre	16.00 m
Hauteur	4.00 m
Pente	1/7
Surface du radier	201 m ²

- *Lits de séchage (24)* : Chaque lit est équipé d'une vanne d'alimentation à passage directe et d'un jeu batardeau faisant office de déversoir des eaux surnageantes.

Longueur	30.00 m
Largeur	15.00 m
Surface	450.00 m ²

- *Chloration* : La désinfection des eaux traitées consiste à détruire les germes pathogènes de l'effluent. Elle s'effectue à partir de chlore introduit dans une cuve en béton de 700m³ de capacité. Le temps de contact est donc supérieur à 30mn au débit moyen.

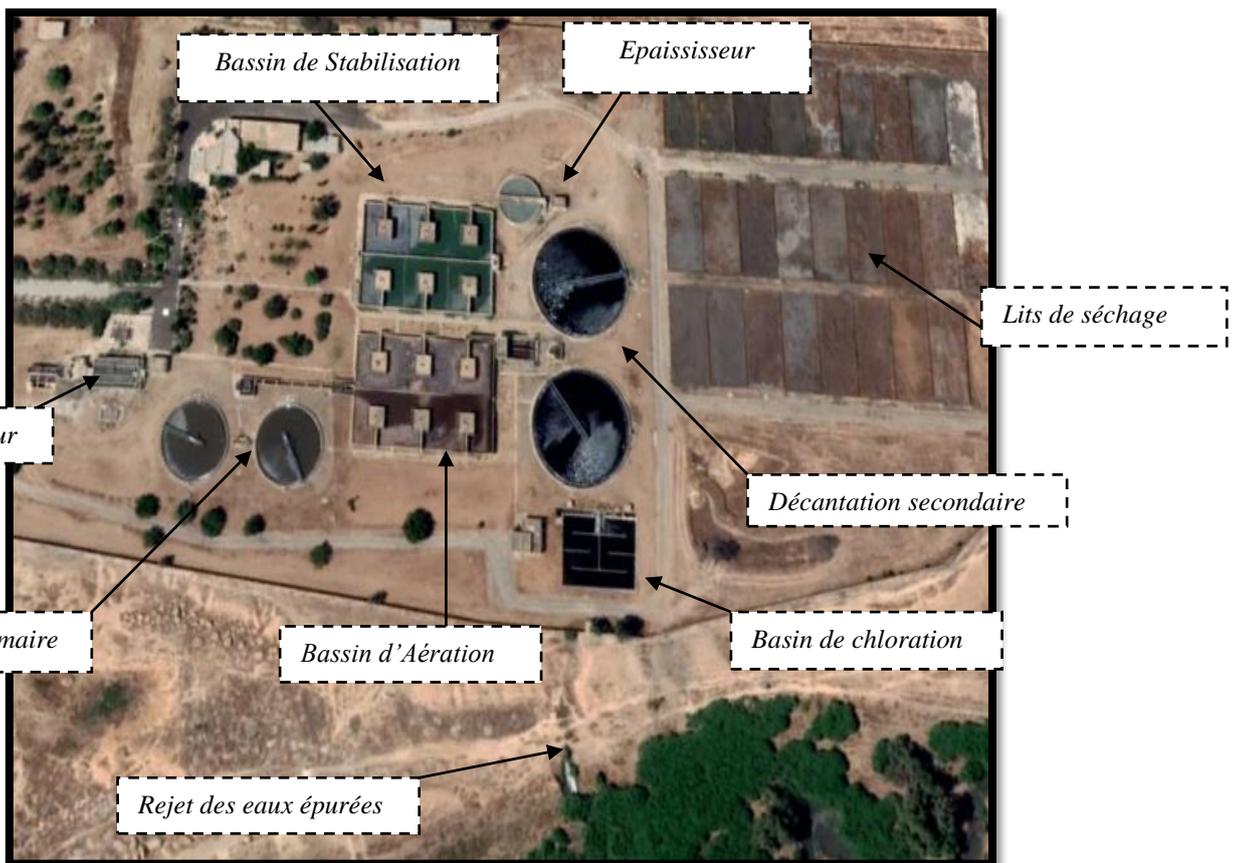


Photo 13 : Photo image satellitaire de la STEP de Sidi Bel Abbès

(Source : googleEarth,2020).

Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de donner une description sur Caractéristiques physiques de la plaine de Sidi Bel Abbés, en suite des paramètres climatiques des zones (Sidi Bel Abbes, Moulay Slissen, Ras El Ma) et les conditions de fonctionnement de ces derniers ainsi que des différents procédés de traitement des eaux usées, à savoir: les prétraitements, traitement biologique et décantation. Et d'autre part, le traitement des boues; l'épaississeur et les lits de séchages, bassins d'aération pour les deux lagunes.

Chapitre 2 Matériels et méthodes

2.1 Introduction

Il s'agit dans un premier temps, de mettre en évidence la situation environnementale dans laquelle la STEP se trouve. En effet, être conscient de ses problèmes est la clé de voûte d'un programme d'actions environnementales. Les résultats de l'analyse serviront de base pour définir les priorités et élaborer le programme des actions environnementales.

En outre la présente étude expérimentale, est de suivre l'évolution des paramètres physico-chimiques suivants : (Matières en suspension: MES, demande chimique en oxygène: DCO, demande biologique en oxygène: DBO, les formes d'azote: azote ammoniacal NH_4^+ , nitrite NO_2^- et nitrate NO_3^- et les formes de phosphore P-PO_4^{3-}), et essayer de comprendre l'influence des conditions de fonctionnement sur les performances épuratoires de ces procédés (02 lagunes aérées, STEP boue activée). Par conséquent, des analyses bactériologique et métaux lourds ont été effectués dans un laboratoire ailleurs pour la STEP de Sidi Bel Abbés.

En plus une des analyses des sols ont été effectuées au afin d'établir une cartographie des zone homogènes de mise en valeur ayant les mêmes aptitudes aux cultures irriguées et les mêmes problèmes d'aménagement.

2.2 Matériels et méthodes d'analyse

2.2.1 Présentation

Les expériences ont été réalisées au laboratoire de la STEP de Sidi bel Abbes géré par l'ONA pendant une durée de quatre (04) années (2014, 2015, 2016 et 2017) a fin de valoriser les effluent liquide.par conséquent, le suivi de la qualité des eaux épurées et tout déchets générés par la STEP de Sidi Bel abbes est effectué depuis l'installation du SME en 2011.

Au cours de la première année (2014), on s'est intéressé aux caractéristiques physicochimiques des eaux usées de la STEP de la 2lle de Sidi Bel Abbes, ainsi une attention particulière est portée sur la détermination des concentrations de certains métaux lourds. En plus des analyses bactériologiques ont été effectuées.

Pendant année (2016), on s'est intéressé à la caractérisation physico-chimique de l'effluent liquide pour les deux lagunes aérées de Moulay Slissen et Ras El Ma respectivement, dans un but d'une valorisation agricole de cet effluent.

2.2.2 Prélèvement et échantillonnage

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.) (RODIER , 2005).

Les prélèvements sont réalisés au niveau des ouvrages de prétraitement (à l'entrée de la STEP et lagune), et à la sortie (bassin de chloration) au matin (8:30h).

2.2.3 Matières en suspension (M.E.S)

a) *But d'analyse :*

La détermination des matières en suspension dans l'eau est réalisée par filtration ou centrifugation d'un volume aliquote, séchage à 105°C et pesée .

b) *Principe :*

La méthode de filtration sur papier filtre sur des échantillons d'eau de 200 ml. Ce méthode est appelé pesée différentielle. Selon (Rodier, 2005), il s'agit de filtrer l'eau et de déterminer le poids des matières retenues par pesée différentielle (Photo 14).

c) *Mode opératoire:*

➤ *Pour l'eau brute :*

- Attendre que les échantillons soient à température ambiante.
- Homogénéiser le contenu du flacon par agitation.
- Introduire la totalité de l'échantillon dans le pot de la centrifugeuse (volume 200ml).
- Centrifuger à 3000 tours pendant 20 minutes en 2ron.
- Eliminer l'eau (Surnageant), recueillir le culot dépose dans un capsule préalablement séché à 105 °C et pesé.
- Rincer le pot de centrifugation deux fois avec de l'eau distillée et recueillir les eaux d'entraînement dans la capsule (Photo 15).
- Sécher la capsule et son contenu à 105°C pendant 24heures.
- Laisser refroidir dans un dessiccateur.
- Peser.

➤ *Pour l'eau traitée :*

- Préparation des filtres : laver, sécher à 105°C pendant 1 heure, laisser le refroidir dans le dessiccateur ensuite peser (Photo 16).
- Placer le filtre sur le support de filtration.
- Filtrer l'échantillon.
- Lorsque l'échantillon est totalement filtré, récupérer avec précaution le papier filtre et le placer sur un support de séchage (capsule).
- Sécher le filtre dans l'étuve à 105°C pendant 2h (Photo 17)

Après 2h laisser refroidir au dessiccateur pendant 15 min puis peser le filtre (Photo 18).



Photo 14: Photo d'échantillon prélevé (Source : ONA ,2017).



Photo 16: Balance électrique (Source : ONA ,2017)

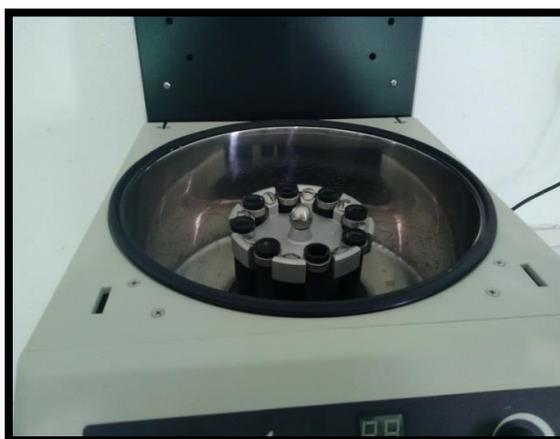


Photo 15: Centrifugeuse (Source : ONA ,2017)



Photo 17: Etuve (Source : ONA ,2017).



Photo 18: Dessiccateur (Source : ONA ,2017).

d) Expression des résultats :

Le calcul de la teneur en MES est donné par l'expression suivante:

$$\text{MES} = 1000(M1 - M0) / V \quad \text{où}$$

MES : est la teneur en MES en mg/l.

M1 : représente la masse en (mg) de la capsule contenant l'échantillon après étuvage à 105°C.

M0 : représente la masse en (mg) de la capsule 2de.

V : représente le volume de la prise d'essai (en ml).

2.2.4 La demande chimique en oxygène (D.C.O)

a) But d'analyse :

Mesure de la demande chimique en oxygène nous renseigne sur la bonne marche des bassins d'aération et nous permettant d'estimer le volume de prise d'essai de DBO₅.

b) Principe :

C'est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique, en utilisant du dichromate de potassium (K₂Cr₂O₇) dans une solution d'acide sulfurique (H₂SO₂) et un composé à base d'argent est ajouté comme catalyseur.

c) Réactif :

- ✓ Réactifs DCO (LCK 314) gamme (15 à 150 mg/l) pour les faibles concentrations (Photo 19).
- ✓ Réactifs DCO (LCK 114) gamme (150 à 1000 mg/l) pour les fortes concentrations.

d) Mode opératoire :

- Homogénéiser 500ml d'échantillon pendant 2 minutes.
- Prendre un tube de réactif DCO de la gamme appropriée.
- Retire le bouchon, tenir le tube incliné à 45 degré. Pipeter 2ml d'échantillon dans le tube.
- Fermer hermétiquement le bouchon du tube et mélanger le contenu (Attention production de la chaleur).
- Mettre le tube dans un réacteur à DCO (Photo 20) à 150°C pendant 2 heures.
- Laisser les refroidir et lire résultats avec le spectrophotomètre (Photo 21).

**Photo 19:** Réactifs DCO (Source : ONA ,2017).**Photo 20:** Réacteur DCO (Source : ONA ,2017).**Photo 21:** Spectrophotomètre (Source : ONA ,2017).

e) Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l.

2.2.5 La demande biologique en oxygène (DBO₅)

a) Principe :

La demande biochimique en oxygène (DBO₅) correspond à la quantité d'oxygène nécessaire Pour décomposer les matières organiques seulement biodégradables contenus dans une eau Usée.

b) Procédure :

La détermination de la DCO est primordiale pour connaitre les volumes à analyser pour le DBO₅ su2ant la relation su2ante volume de la prise d'essai:

$$(DBO_5)=DCO \text{ (mg/l)} \times 0.80 \text{ pour les eaux urbaines.}$$

c) Mode opératoire:

- Rincer la bouteille et barreau magnétique avec l'échantillon a analysé.
- Introduire le volume souhaité d'échantillon (100 ml pour l'eau brute et 400ml pour l'eau épurée).
- Insérer le godet caoutchouc dans le goulot du flacon, introduire le NaOH à l'intérieur et fermer la bouteille avec l'oxitop.
- Appuyer sur les deux boutons A et B simultanément, jusqu'à ce que l'afficheur indique zero.
- Introduire la bouteille dans un incubateur à DBO₅ à 20°C (Photo 22).
- La vérification des résultats sera obtenue chaque jour, On appuyant sur le bouton B et la valeur finale sera obtenue le 5^{ème} jour.



Photo 22: DBO mètre (Source : ONA ,2017)

d) *Expression des résultats :*

$$\text{DBO5 (mg/l)} = \text{Lecture} \times \text{Facteur. (***)}$$

2.2.6 Détermination de la turbidité

a) *Définition*

Réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute.

b) *Appareil*

Turbidimètre (Photo 23).

c) *Mode opératoire*

-Allumer l'instrument.

-Remplissez une cuvette de mesure propre avec 10 ml de la solution à tester.

-Renfermer la cuvette puis nettoyer la soigneusement à l'aide d'un chiffon pour ne pas affecter le passage du rayon par la diode électroluminescente.

-Placer la cuvette dans le logement prévu de l'instrument, appuyer sur la touche READ et l'instrument affichera la mesure en turbidité NTU.

d) *Expression des résultats :*

La mesure est obtenue directement en NTU.



Photo 23: Turbidimètre (Source : ONA ,2017).

2.2.7 Détermination de pH

a) Mode opératoire:

- Allumer l'instrument.
- Immerger le bout de la sonde dans l'échantillon a mesuré.
- Rincer soigneusement l'électrode à l'eau distillée, éteindre le pH-mètre et le ranger (Photo 24).



Photo 24: pH mètre (Source : ONA ,2017).

b) But d'analyse

Pour la détermination de l'acidité, la neutralité ou la basicité de l'eau, on a utilisé le système de mesure électrochimique à l'aide du pH-mètre de poche pH 340 i.

2.2.8 Détermination de l'oxygène dissous la température

a) Principe :

Pour déterminer la température des eaux prélevées, nous avons utilisé l'oxymètre (Oxi340) permettant, au même temps, la mesure de L'oxygène dissous (Photo 25).

b) Mode opératoire:

En laissant la sonde à l'air libre jusqu'à ce que l'afficheur indique 102mg/l qui représentent la saturation de l'air en oxygène. On plonge en suite la sonde dans les échantillons, l'un après l'autre, tout en attendant le temps de la stabilisation puis on note le résultat.



Photo 25: oxymétrie (Source : ONA ,2017).

2.2.9 Nitrates (N-NO₃)**a) Mode opératoire**

- Prélever 1 ml à l'aide d'une pipette jaugée de l'échantillon mère.
- Introduire ce 1 ml dans un bécher;
- Compléter à 30 ml avec de l'eau distillée.
- Ajouter le réactif (nitrate 30) à cette eau.
- Faire une agitation pendant 3 min
- Laisser la solution reposer pendant 2 min.
- Après avoir d'enlevé 5 ml, ajouter le réactif (nitrate 25), faire une agitation légère et laisser la solution se reposer pendant 10 min.
- Mettre en marche le spectrophotomètre.
- Remplir le cuve avec de l'eau distillée (blanc).
- Essuyer la cuve.
- Introduire la cuve de référence dans le port cuve.
- Programmer la longueur d'onde désirée (507nm);
- Enlever la cuve de référence.
- Introduire la cuve remplie précédemment par l'échantillon à mesurer après de

l'essuyer.

- Appuyer sur la touche READ puis lire le résultat.

2.2.10 Azote ammoniacal

a) *Mode opératoire*

- Entrer le numéro du programme 380 (à une longueur d'onde de 425 nm);
- Pour l'effluent entrée en fait la dilution (1 ml dans 50 ml d'eau distillée), pour l'effluent sortie (1 ml dans 25 ml d'eau distillée);
- Ajouter 3 gouttes de PVA+03 gouttes de MS+01 ml nessler dans chaque flacon (le blanc, l'entrée, la sortie);
- Presser le shift timer, une période de réaction de 1 nm commence;
- Placer le blanc dans le puits de mesure, fermer le capot, presser 0 en suite placer l'échantillon préparé;
- Le résultat en mg/l s'affiche (en multipliant le résultat par 1.29).

2.2.11 Nitrite

a) *Mode opératoire*

- Prélever 1 ml à l'aide d'une pipette jaugée de l'échantillon mère.
- Introduire ce 1 ml dans un bécher;
- Compléter à 10 ml avec de l'eau distillée.
- Ajouter le réactif nitrite 10 à cette eau.
- Faire une agitation légère.
- Laisser la solution se reposer pendant 15 min.
- Mettre en marche le spectrophotomètre.
- Remplir le cuve avec de l'eau distillée (blanc).
- Essuyer la cuve.
- Introduire la cuve de référence dans le port cuve.
- Programmer la longueur d'onde désirée (507nm).
- Enlever la cuve de référence.
- Introduire la cuve remplie précédemment par l'échantillon à mesurer ensuite l'essuyer.
- Appuyer sur la touche READ puis lire résultat.

2.2.12 Le phosphore

a) *Mode opératoire*

- Prélever 1 ml à l'aide d'une pipette de l'échantillon mère.
- Introduire ce 1 ml dans un bécher;
- Compléter à 10 ml avec de l'eau distillée;
- Ajouter le réactif (phosphore PGT) à cette eau;
- Faire une agitation légère;
- Laisser la solution se reposer pendant 2 min;
- Mettre en marche le spectrophotomètre;
- Remplir la cuve avec de l'eau distillée (blanc);
- Essuyer la cuve;
- Introduire la cuve de référence dans le port cuve.
- Programmer la longueur d'onde désirée (890nm).
- Enlever la cuve de référence.
- Introduire la cuve remplie précédemment par l'échantillon à mesurer ensuite l'essuyer.
- Appuyer sur la touche (READ) puis lire le résultat.

2.3 La mise en place du SME

Lors de la collecte des données, il est recommandé d'impliquer le personnel dès cette étape. Les ouvriers constitueront une source d'information importante lors de la collecte des données de terrain. De plus, leur implication devrait favoriser leur adhésion à l'ensemble de la démarche.

2.3.1 L'analyse environnementale initiale

Nous proposons d'élaborer l'analyse environnementale initiale selon les étapes suivantes :

1. Définir les objectifs de l'analyse (quelle est l'étendue de l'analyse ?...),
2. Constituer un groupe de travail (personnes relais provenant des divers secteurs) qui sera chargé de collecter l'information sur le terrain,
3. Former les participants du groupe de travail à la méthodologie utilisée et sensibiliser l'ensemble du personnel,
4. Organiser, planifier et mettre en œuvre la collecte des données et documents,

5. Rassembler, traiter, analyser et synthétiser les informations collectées.

Il n'existe pas de méthodologie de référence (normalisée) pour réaliser cette analyse.

En général, l'étendue et le degré de détail de l'analyse dépendront des ressources disponibles (en temps et en personnel).

La collecte de l'information est généralement menée sur base de check-lists ou de questionnaires ou des registres. Ces documents permettront de passer en revue de façon systématique tous les effets que la STEP pourrait avoir sur l'environnement, notamment:

- les émissions gazeuses et nuisances olfactives, les rejets d'eaux, la gestion des déchets,
- la pollution du sol et des eaux souterraines, le bruit,
- les consommations énergétiques et consommations d'eau,
- l'utilisation des ressources naturelles, l'impact paysager,
- les risques et nuisances engendrées par le transport des produits et matières premières,

Elle est réalisée suite à :

- L'identification des activités génératrice des aspects environnementaux.
- La détermination des aspects environnementaux significatifs(AES).
- La détermination des impacts environnementaux générés par ces AES suivant la grille de criticité (Tableau 16) et l'équation : **Criticité=G x F x D**

Tableau 16 : Pondération et évaluation des aspects environnementaux.

Indice de pondération	1	2	3	4
Gravité (G)	impact limité localement	impact limité au site sans influence extérieure	Nuisance environnementale limitée à 100m. Risque de non-respect de la politique environnementale.	Grave risque dégâts importants pour la santé humaine ou l'environnement
Fréquence (F)	Exceptionnel/improbable	Peu fréquent De 1 à 2 fois/an.	Fréquent Maximum 2 à 3 Fois/mois. Minimum : 1 fois/mois.	Très fréquent Maximum : tous les jours, Minimum: 1 fois/semaine.
Délectabilité (D)	Détection systématique (<Jour). Procédures existante et correctement appliquée.	Détection rapide (<Semaine) probable Procédures et moyens de contrôle imprécis.	Détection possible mais correction difficile Procédures insuffisantes ou inadéquates	Détection inexistante ou déficiente. Données ou procédures manquantes.

(Source : Haider, 2016).

En suite, Les questions sont notées et un barème est attribué comme suit (tableau 17) et (tableau 18) :

Tableau 17 : Les critères d'évaluation (original).

Les critères d'évaluation	La note (pourcentage %)
Conforme	100
Acceptable	66
Non conforme	0
Observé	33

(Source : Haider, 2016).

Tableau 18 : Nombre des questions par chapitre.

Points du chapitre4 de l'ISO 14001: 2004	Intitulé	Nombre des questions
4.1	Exigences générales	2
4.2	Politique environnemental	8
4.3	Planification	18
4.4	Mise en fonctionnement	35
4.5	Contrôle et actions correctifs	21
4.6	Revue de direction	4

(Source : Haider, 2016).

2.3.2 Le recueil de la législation

Pour pouvoir apprécier les performances environnementales de l'entreprise et pour pouvoir fixer les priorités, il convient de comparer les résultats de la collecte de l'information avec des références. Les références légales doivent faire l'objet d'une attention particulière et être rassemblées dans un recueil de la législation algérienne.

2.3.1.1 Réglementation et législation Algérienne

a) Décrets relatifs aux déchets

➤ Décret exécutif n°93-161 du 10 juillet 1993 réglementant le déversement des huiles et lubrifiant dans le milieu naturel

Décret exécutif n°93-162 du 10 juillet 1993 fixant les conditions et les modalités de récupération et de traitement des huiles usagées

➤ Décret exécutif n°02-372 du 11 décembre 2002 relatif aux déchets d'emballages

➤ Décret exécutif n°04-409 du 14 décembre 2004 fixant les modalités de transport des déchets spéciaux dangereux.

➤ Décret exécutif n°04-410 du 14 décembre 2004 fixant les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau de ces installations.

➤ Décret exécutif n°05-314 du 10 septembre 2005 fixant les modalités d'agrément des groupements de générateurs et/ou détenteurs de déchets spéciaux.

➤ Décret exécutif n°05-315 du 10 septembre 2005 fixant les modalités de déclaration des déchets spéciaux dangereux.

➤ Décret exécutif n°06-104 du 28 février 2006 fixant la nomenclature des déchets, y compris déchets spéciaux dangereux.

➤ Décret exécutif n°09-19 du 20 janvier 2009 portant réglementation de l'activité de collecte des déchets spéciaux.

b) Lois relatives à l'eau et la protection de l'environnement en Algérie

➤ Loi n° 01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.

➤ Loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

➤ Loi n°04-20 du 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre de développement durable.

➤ Loi n°04-09 du 14 août 2004 relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable.

➤ Loi n°05-12 du 04 août 2005 relative à l'eau.

Loi n°08-03 du 23 janvier 2008 modifiant et complétant la loi n° 0542 du 4 août 2005 relative à l'eau.

➤ Ordonnance n°09-02 du 22 juillet 2009 modifiant et complétant la loi n° 0542 du 04 août 2005 relative à l'eau.

c) Lois de finances

➤ Loi n°91-25 du 18 décembre 1991 portant loi de finances pour 1992 : taxe relative aux activités polluantes ou dangereuses.

➤ Loi n°99-11 du 23 décembre 1999 portant loi de finances pour 2000 : taxe relative aux activités polluantes ou dangereuses pour l'environnement.

➤ Loi n°2000-06 du 23 décembre 2000 portant loi de finances pour 2001 fonds national pour l'environnement et la dépollution.

➤ Loi n°01-21 du 22 décembre 2001 portant loi de finances pour 2002 taxe d'incitation au déstockage des déchets industriels spéciaux, taxe complémentaire sur la pollution atmosphérique d'origine industrielle.

➤ Loi n°02-11 du 24 décembre 2002 portant loi de finances pour 2003 taxe complémentaire sur les eaux usées industrielles.

d) Décrets relatifs aux matières dangereuses

- Décret exécutif n°03-451 du 01 décembre 2003 définissant les règles sécurité applicables aux activités portant sur les matières et produits chimiques dangereux ainsi que les récipients de gaz sous pression.
- Décret exécutif n°03-452 du 14 décembre 2003 relatif aux conditions particulières relatives au transport routier des matières dangereuses.

e) Décrets relatifs à l'air et au bruit

- Décret exécutif n°93-184 du 27 juillet 1993 réglementant l'émission des bruits.
- Décret exécutif n°06-138 du 15 avril 2006 réglementant l'émission dans l'atmosphère de gaz, fumées, vapeurs, particules liquides ou solides, ainsi que les conditions dans lesquelles s'exerce leur contrôle.
- Décret exécutif n°07-299 du 27 septembre 2007 fixant les modalités d'application de la taxe complémentaire sur la pollution atmosphérique d'origine industrielle.

f) Décrets relatifs aux effluents liquides

- Décret exécutif n°06-141 du 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.
- Décret exécutif n°07-300 du 27 septembre 2007 fixant les modalités d'application de la taxe Complémentaire sur les eaux usées industrielles.
- Décret exécutif n°09-09 du 11 juin 2009 fixant les modalités d'octroi de l'autorisation de déversement des eaux usées autres que domestiques dans un réseau public d'assainissement ou une STEP .

g) Décrets relatifs aux installations classées

- Décret exécutif n°05-240 du 28 juin 2005 fixant les modalités de désignation des délégués pour l'environnement.
- Décret exécutif n°06-198 du 31 mai 2006 définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement.
- Décret exécutif re07-144 du 19 mai 2007 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

h) Décret relatif à la réutilisation des eaux usées épurées

Décret exécutif n°07-149 du 20 mai 2007 fixant les modalités de concession d'utilisation de eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent.

En résumé, sur base de la comparaison des données recueillies lors de la collecte de l'information avec les impositions réglementaires, il est possible de mettre en évidence les points faibles de la STEP (*aspects et impacts environnementaux significatifs*) et de définir certaines priorités. D'un point de vue pratique, cette analyse permet notamment :

- d'identifier les ouvrages de la STEP à hauts risques et leur donner un ordre de priorité,
- de dénoncer à l'avance les problèmes qui pourraient survenir et fournir l'information nécessaire pour les prévenir,
- de décrire les normes et prescriptions réglementaires actuelles et futures s'appliquant aux activités de la STEP,
- de cerner les possibilités de réduction des coûts en minimisant les risques environnementaux...

En outre, L'analyse environnementale doit couvrir 4 aspects:

L'identification et l'analyse des problèmes environnementaux qui pourraient découler des activités menées sur le site,

Exemple de question à se poser : quels sont les substances et les déchets produits sur le site ?

L'identification des pratiques opérationnelles et procédures de management déjà en place,

Exemple de question à se poser : Quelle est la société responsable du traitement des déchets toxiques, comment ces déchets sont-ils stockés sur le site ?

L'identification de l'historique des accidents environnementaux ainsi que toutes les amendes, peines, mesures de prévention ou de lutte contre la pollution qui en découlent,

Exemple de question à se poser : Quels ont été les derniers accidents et quelles ont été les actions prises suite à ceux-ci ?

L'identification et le respect des prescriptions législatives et réglementaires en vigueur.

Exemple de question à se poser : l'entreprise est-elle en possession des permis nécessaires pour le déversement de ses eaux usées ?.

(Source : Haider, 2016).

2.3.3 La Politique environnementale

L'entreprise (ONA) définit les grands principes à l'égard de l'environnement. Cette politique adoptée au niveau le plus élevé de la direction comportera une série d'engagements visant une amélioration continue des résultats environnementaux (Annex01).

2.3.4 Le Programme environnemental

A la lumière des résultats de l'analyse environnementale, on va définir des objectifs destinés à améliorer la protection de l'environnement. Ces objectifs précis et chiffrés devraient être atteints dans un certain délai grâce à la mise en place de diverses actions (Annexe 02).

2.3.5 La Mise en œuvre et le fonctionnement du SME

Le SME est mis en place en définissant les responsabilités environnementales, en assurant la sensibilisation et la formation du personnel, en élaborant les plans d'urgence, en créant diverses procédures. Le SME est documenté dans un manuel environnement qui est complété par une série de procédures et diverses instructions de travail (Annexe 03).

2.3.6 L'Audit

Des audits internes vérifient régulièrement le bon fonctionnement du système de management environnemental. Il s'agit d'une évaluation systématique, documentée, périodique et objective du fonctionnement du système.

2.4 Etude agro pédologique

L'étude agro Pédologique de périmètre a irrigué est réalisé en consultant les cartes topographiques au 1/25.000^{ème} ainsi carte morpho pédologique de la plaine de Mekerra - DEMRH- 1974. La superficie totale prospectée porte sur 1 600 ha environ avec comme objectif principal :

- Inventaire des sols et de leurs possibilités de mise en valeur ;
- Examen des contraintes diverses à la mise en valeur de la zone ;
- Possibilités d'intensification ou d'exclusions de certaines cultures et/ ou d'introduction de nouvelles cultures ;
- Des propositions de mise en valeur intégrant toutes les données recueillies sur le terrain et proposition notamment par zone homogènes des orientations culturelles.

La prospection Pédologique s'est déroulée au mois de Janvier 2014, tous les échantillons prélevés ont été analysés au laboratoire d'analyse des sols de l'ANRH, du BNEDER d'Alger, ainsi qu'au laboratoire de l'INRA et ONA de Sidi Bel Abbés. En plus, Un total de **115** échantillons ont été analysé. Les analyses effectuées concernent avant tout : la granulométrie, la matière organique, le pH, la conductivité électrique (salinité), le calcaire total et actif; de plus, nous avons insisté sur cet élément car tous les sols sont calcaires dès la surface. Ces résultats serviront à confirmer le classement des sols effectués sur le terrain et d'évaluer leurs aptitudes aux cultures et à l'irrigation.

Conclusion :

Les analyses physico-chimiques effectuées au sein de la STEP DE Sidi Bel Abbas sont indispensables pour pouvoir juger de la performance de le STEP et d'avoir une idée globale sur le rendement et pour but la réutilisation dans l'irrigation .En outre, Le Système de Management Environnemental (SME) désigne les méthodes de gestion et d'organisation environnementale de la STEP. C'est une démarche qui vise à prendre en compte de façon systématique l'impact des activités de l'entreprise sur l'environnement, à évaluer cet impact et à le réduire.

Chapitre 3 Résultats et Discussion

3.1 Résultat de l'analyse environnementale

Nous avons déterminé les activités de la STEP de Sidi Bel Abbas, ainsi que les AE et ces impacts sur l'environnement dans le tableau suivant :

Les abréviations dans le (tableau 19) B .A .D. E. S. G. F. D. C. NC sont le bruit, l'air, les déchets, l'eau, le sol, la gravité, la fréquence et la détectabilité et conforme, non-conforme.

Tableau 19 : Analyse environnementale de la STEP de Sidi Bel Abbès.

STEP de Sidi Bel Abbès		ÉTUDE ENVIRONNEMENTALE INITIALE situation normale													
		Domaines						ASPECTS	IMPACTS	CRITICITÉ			CONFORMITÉ		DEGRÉ
Activité	B	A	D	Eau	E	S	G			F	D	C	NC		
	1- PRETRAITEMENT														
1-1	Déversoir d'orage					X	Arrivée d'eaux brutes	Pollution locale	3	2	3	X		18	non significatif
			X			X	arrivée des sables	accumulations des sables	2	4	3		X	24	significatif
			X				Arrivée de gros déchets	accumulation des déchets	2	4	3	X		24	non significatif
		X					Odeurs	Nuisance olfactive	2	4	3	X		24	non significatif
		X					Dégagement de H2S	Effet sur la santé	1	4	3	X		12	non significatif
1-2	Relevage					X	Arrivée d'eaux brutes	Pollution locale	3	2	3	X		18	non significatif
			X			X	arrivée des sables	accumulations des sables	2	4	3		X	24	significatif
			X				Arrivée de gros déchets	accumulations des déchets	2	4	3	X		24	non significatif
		X					Odeurs	Pollution locale	2	4	3	X		24	non significatif
		X					Dégagement de H2S	Effet sur la santé	1	4	4	X		16	non significatif
1-3	Dégrillage manuel		X	X		X	Arrivée d'eaux brutes	Contamination par MTH	1	4	1	X		4	non significatif
			X				arrivée des gros déchets	accumulation des déchets	2	4	2	X		16	non significatif
		X					Dégagement de H2S	Effet sur la santé	1	3	4	X		12	non significatif
		X					Odeurs	Nuisances olfactives	2	3	3	X		18	non significatif
1-4	Dégrillage mécanique					X	Consommation en énergie électrique	Consommation des ressources	2	4	3	X		24	non significatif
						X	Arrivée d'eaux brutes	Contamination par MTH	2	4	1	X		8	non significatif
				X			Consommation en eau de service	consommation des ressources	2	3	1	X		6	non significatif
			X				Arrivées de gros déchets	Accumulation des déchets	2	4	2		X	16	significatif
		X					Odeurs	Nuisances olfactives	2	3	1	X		6	non significatif

1-5	Dessablage - Désuilages				x	Consommation en énergie électrique	Consommation des ressources	2	4	3	X		24	non significatif
					x	Arrivée d'eaux brutes	Contamination par MTH	2	4	1	X		8	non significatif
				x		Consommation en eau de service	consommation des ressources	2	3	1	X		6	non significatif
		x				Odeurs	Nuisances olfactives	2	3	3	X		18	non significatif
		x				Bruit Externe	Nuisances sonores	1	4	1	X		4	non significatif
			x			Arrivées Déchets (huiles et graisses)	Accumulation des déchets	2	3	1	X		6	non significatif
1-6	Bac à sable	x				Odeurs	Nuisances olfactives	2	4	2	X		16	non significatif
		x				Dégagement de H2S	Effet sur la santé	1	4	1	X		4	non significatif
			x		x	évacuation des sables	accumulations des sables	2	3	2		X	12	significatif
1-7	Puisard de drainage		x		x	évacuation des sables	accumulations des sables	2	3	1		X	6	significatif
		x				Dégagement de H2S	Effet sur la santé	1	4	1	X		4	non significatif
		x				Odeurs	Nuisances olfactives	1	4	3	X		12	non significatif
				x		Consommation en eau de service	consommation des ressources	1	3	3	X		6	non significatif
1-8	Décantation primaire	x	x			Arrivée des eaux prétraitées	Pollution locale	1	4	1	X		4	non significatif
					x	Consommation en énergie électrique	Consommation des ressources	2	4	3	X		24	non significatif
				x		Consommation en eau de service	consommation des ressources	1	4	1	X		4	non significatif
			x			Déchets flottants	Accumulation des déchets	1	2	2		X	4	significatif
2- TRAITEMENT BIOLOGIQUE														
2-1	Traitement biologique	x				Arrivée des eaux prétraitées	Contamination par MTH	1	4	1	X		16	non significatif
					x	Consommation en énergie électrique	Consommation des ressources	2	4	3	X		24	non significatif
		x				Eclaboussures suite à l'aération et l'agitation	Effet sur la santé (Risque MTH)	1	3	1	X		3	non significatif
		x				Odeurs	Nuisances olfactives	2	4	3	X		24	non significatif
		x				Bruit Externe	Nuisances sonores	2	4	3	X		24	non significatif
2-2	Clarification	x				Arrivée de liqueur mixte	Contamination par MTH	1	4	1	X		4	non significatif
					x	Consommation en énergie électrique	Consommation des ressources	2	4	3	X		24	non significatif
				x		Consommation en eau de service	Préservation des ressources	1	4	1	X		4	non significatif
			x			Déchets flottants	Accumulation des déchets	1	2	2		X	4	significatif

2-3	Recirculation (VIS D'archimède)	x	x				Arrivée des boues secondaires	Contamination par MTH	1	4	1	X		4	non significatif
						x	Consommation en énergie électrique	Consommation des ressources	2	4	3	X		24	non significatif
		x					Bruit Externe	Nuisances sonores	2	4	3	X		24	non significatif
			x				Dégagement de H2S	Effet sur la santé	1	4	3	X		12	non significatif
			x				Odeurs	Nuisances olfactives	1	4	3	X		12	non significatif
3- TRAITEMENT DES BOUES															
3-1	Stabilisation	x	x				Arrivée des boues	Contamination par MTH	2	4	3	X		24	non significatif
						x	Consommation en énergie électrique	Consommation des ressources	2	4	3	X		24	non significatif
			x				Odeurs	Nuisances olfactives	2	4	3	X		24	non significatif
		x					Bruit Externe	Nuisances sonores	2	4	3	X		24	non significatif
3-2	Pompage de la boue en excée					x	Consommation en énergie électrique	Consommation des ressources	2	3	3	X		18	non significatif
			x				Odeurs	Nuisances olfactives	2	3	3	X		18	non significatif
3-3	Épaississement	x					Arrivée des boues stabilisées	Contamination par MTH	1	4	1	X		4	non significatif
						x	Consommation en énergie électrique	Consommation des ressources	2	4	3	X		24	non significatif
			x				Dégagement de H2S	Effet sur la santé	1	4	3	X		12	non significatif
			x				Odeurs	Nuisances olfactives	1	4	3	X		12	non significatif
3-4	Séchage des boues	x					Arrivée de boue épaisse	Contamination par MTH	1	4	1	X		4	non significatif
			x				Dégagement de H2S	Effet sur la santé	1	4	3	X		12	non significatif
			x				Odeurs	Nuisances olfactives	1	4	3	X		12	non significatif
3-6	Évacuation des boues		x				Odeurs	Nuisances olfactives	1	4	3	X		12	non significatif
		x	x				Trafic	Consommation des ressources	4	4	1	X		16	non significatif
3-5	Stockage des boues		x				Dégagement de H2S	Effet sur la santé	1	3	1	X		3	non significatif
			x				Odeurs	Nuisances olfactives	1	4	3	X		12	non significatif
4- MAINTENANCE ET ENTRETIEN															
4-1	Maintenance et					x	Consommation en énergie électrique	Consommation des ressources	2	4	3	X		24	non significatif

	entretien des équipements					x	Consommation en lubrifiants	Pollution locale	1	2	2	X		4	non significatif
			x				Déchets spéciaux	Accumulation des déchets	2	3	2	X		12	non significatif
		x					Odeurs	Nuisances olfactives	1	4	3	X		12	non significatif
		x					Bruit Externe	Nuisances sonores	2	4	1	X		8	non significatif
4-2	Atelier de maintenance					x	Consommation en lubrifiants	Pollution locale	1	3	1	X		3	non significatif
			x				Déchets spéciaux	Accumulation des déchets	1	4	1	X		4	non significatif
						x	Consommation en énergie électrique	Consommation des ressources	1	3	1	X		3	non significatif
		x					Odeurs	Nuisances olfactives	1	3	2	X		6	non significatif
		x					Bruit Externe	Nuisances sonores	2	2	2	X		8	non significatif
		x				Déchets de soin	Accumulation des déchets	1	2	1	X		2	non significatif	
4-3	Entretien des espaces verts				x		Consommation en eau de service	consommation des ressources	2	3	2	X		12	non significatif
			x				Déchets	Accumulation des déchets	2	4	1	X		8	non significatif
		x					Bruit Externe	Nuisances sonores	3	4	1	X		12	non significatif
		x	x				Trafic	Consommation des ressources	4	4	1	X		16	non significatif
4-4	Énergie (Local des transformateurs)				x	Consommation en énergie électrique	Consommation des ressources	2	4	3	X		24	non significatif	
4-5	Énergie (Groupe électrogène)					X	Consommation en carburant	Pollution locale	1	2	1	X		2	non significatif
			X				Émissions atmosphériques	Pollution de l'air	2	3	1	X		6	non significatif
			X				Odeurs	Nuisances olfactives	2	3	1	X		6	non significatif
		X					Bruit Externe	Nuisances sonores	4	3	1	X		12	non significatif
4-6	Trafic (Parc)				x		Consommation en carburant	Consommation des ressources	2	2	1	X		4	non significatif
					x	x	Entretien des véhicules	contamination du sol /consommation des ressources	1	3	1		X	3	significatif
		x					Émissions atmosphériques	Pollution de l'air	2	4	3	X		24	non significatif
		x					Odeurs	Nuisances olfactives	2	4	3	X		24	non significatif
		x					Bruit Externe	Nuisance sonore	2	4	3	X		24	non significatif
5- BÂTIMENT D'EXPLOITATION															
5-1	Analyses et					x	Consommation en énergie électrique	Consommation des ressources	2	4	1	X		8	non significatif

	contrôles (laboratoire)			x		Consommation en eau potable	Consommation des ressources	2	4	1	X		8	non significatif
			x			Consommation de produits chimiques	Effet sur la santé	1	4	1	X		4	non significatif
		x				Stockage des produits Chimiques	Effet sur la santé /Pollution de milieu récepteur	1	4	1		X	4	significatif
			x			Gants contaminés	Accumulation des déchets	1	4	1	X		4	non significatif
			x			verrerie cassée	Accumulation des déchets	1	2	1	X		2	non significatif
			x			Déchets de soin	Accumulation des déchets	1	2	1	X		2	non significatif
			x		x	Rejet d'analyses	Pollution du milieu récepteur	1	4	1	x		4	non significatif
		x				Odeurs	Nuisances olfactives	1	4	1	X		4	non significatif
	x			Déchets d'emballage des produits chimiques	Accumulation des déchets Effet sur la santé	1	4	4	x		4	non significatif		
5-2	Gestion Administrative				x	Consommation en énergie électrique	Consommation des ressources	2	4	1	X		8	non significatif
				x		Consommation en eau potable	Consommation des ressources	2	4	1	X		8	non significatif
			x			consommation du papier	Accumulation des déchets	2	4	1	X		8	non significatif
			x			Fourniture de bureau	Consommation des ressources	2	4	1	X		8	non significatif
			x			Déchets ménagers	Accumulation des déchets	1	3	1	X		3	non significatif
			x			Déchets de soin	Accumulation des déchets	1	3	1	X		3	non significatif
					x	Rejet des eaux usées	Pollution du milieu récepteur	2	4	2	X		16	non significatif
	x			Déchets spéciaux dangereux (toner, cartouches, néons).	Accumulation des déchets	2	3	3		X	18	significatif		

ÉTUDE ENVIRONNEMENTALE INITIALE Situation anormale

Activité	Domaines					ASPECTS	IMPACTS	CRITICITÉ			CONFORMITÉ		DEGRÉ	SIGNIFICATIF					
	B	A	D	Eau	E			G	F	D	C	NC							
1- PRETRAITEMENT																			
1-1	Déversoir d'orage						x		x	Arrivée massive de quantité de sables et de déchets/ by-pass de la station	Contamination du milieu récepteur	4	1	3		x	12	significatif	
								x		x	effluent anormalement chargé/ by-pass de la station	Contamination du milieu récepteur	4	1	3		x	12	significatif
							x			x	colmatage de la conduite (D.VO.-prétraitement)/by-pass de la station	Contamination du milieu récepteur	4	1	1		x	4	significatif
1-2	Relevage								x	panne mécanique ou électrique/by-pass de la station	Contamination du milieu récepteur	4	1	1		x	4	significatif	
1-3	Dessablage déshuilages								x	x	panne mécanique ou électrique/by-pass de la station	Contamination du milieu récepteur	4	1	1		x	4	significatif
2-1	Décanteur primaire								x	x	panne mécanique ou électrique du pond racleur /by-pass de la station	Contamination du milieu récepteur	4	1	1		x	4	significatif
2- TRAITEMENT BIOLOGIQUE																			
2-2	Traitement biologique							x	x	x	panne mécanique ou électrique des aérateurs / by-pass de la station	contamination du milieu récepteur	4	1	1		x	4	significatif
										x	suintement a travers les parois des bassin d'aération	contamination du milieu récepteur	4	1	2		x	8	significatif
2-3	Vis de recirculation									x	panne mécanique ou électrique des vis de recirculation / by-pass de la station	Contamination du milieu récepteur	4	1	1		x	4	significatif
2-4	Clarification									x	panne mécanique ou électrique du pond racleur / by-pass de la station	Contamination du milieu récepteur	4	2	1		x	8	significatif
										x	eau épurée non conforme	Contamination du milieu récepteur	4	2	1		x	8	significatif

2-5	Bassin de chloration					X	eau épurée non conforme	Contamination du milieu récepteur	4	2	1		X	8	significatif
3- TRAITEMENT DES BOUES															
3-1	Stabilisation					X	panne mécanique ou électrique fermentation et Dégagement des gaz/ by-pass de la station	contamination du milieu récepteur	4	1	1		X	4	significatif
						X	Eclaboussures suite à l'aération et l'agitation	pollution locale	4	1	1		X	4	significatif
3-2	Pompage de la boue en excée					X	panne mécanique ou électrique des pompes /recirculation des boues	eau épurée non-conforme/contamination du milieu récepteur	4	2	2		X	16	significatif
3-3	Épaississement			X		X	panne mécanique ou électrique /colmatage par les boues	contamination du milieu récepteur/nuisance olfactive	4	1	1		X	4	significatif
4- MAINTENANCE ET ENTRETIEN															
4-1	Maintenance et entretien des équipements			X	X	X	déversement des huiles et graisses	Pollution du milieu récepteur/effet sur la santé	2	3	1		X	6	significatif
4-2	Atelier de maintenance			X		X	déversement des huiles et graisses	Pollution du milieu récepteur/effet sur la santé	2	3	1		X	6	significatif
4-3	Énergie (Local des transformateurs et /ou armoires)		X	X		X	incendie	pollution de l'air/effet sur la sante+pollution du milieu récepteur	3	1	1		X	3	significatif
						X	coupure électrique/arrêt de la station/by-pass	Consommation des ressources	4	2	1		X	8	significatif
5- LABORATOIRE															
5-1	Analyses et contrôles (laboratoire)			X		X	déversement des rejets d'analyse	pollution locale+effets sur la santé	1	2	1		X	2	significatif

3.2 Résultat d'analyse des causes des aspects environnementaux significatifs

Tableau 20 : Analyse des causes des aspects environnementaux significatifs.

Aspects	Impacts	Causes
Arrivée des sables	Accumulations des sables	Le volume de l'aire de stockage est insuffisant.
Arrivées de gros déchets	Accumulation des déchets	Le volume de l'aire de stockage est insuffisant.
Evacuation des sables	accumulations des sables	Le volume de l'aire de stockage est insuffisant.
Déchets flottants	Accumulation des déchets	Le volume de l'aire de stockage est insuffisant.
Stockage des produits Chimiques	Effet sur la santé/Pollution de milieu récepteur	le local de stockage des déchets spéciaux dangereux est insuffisant
Accumulation des déchets	Accumulation des déchets	Le volume de l'aire de stockage est insuffisant
Entretien des véhicules	contamination du sol /consommation des ressources	Absence le gestion du parc

3.3 L'outil de l'évaluation de la norme iso 14001 (check list)

Annexe 05 montre l'évaluation de la norme iso 14001 au niveau la STEP de Sidi Bel Abbas .Le tableau ci-dessous et figure 21 et 22 constituent les résultats de l'autodiagnostic de SME de la STEP de Sidi Bel Abbas.

Tableau 21 : les résultats de l'autodiagnostic du SME de la STEP de Sidi Bel Abbas.

Points du chapitre4 de l'ISO 14001: 2004	Notes (%)
4.1 Exigences générales	66.5
4.2 Politique environnementale	91.5
4.3 Planification	70.5
4.4 Mise en œuvre et fonctionnement	79.5
4.5 Contrôle	86.6
4.6 Revue de la Direction	100
Note totale	82.43

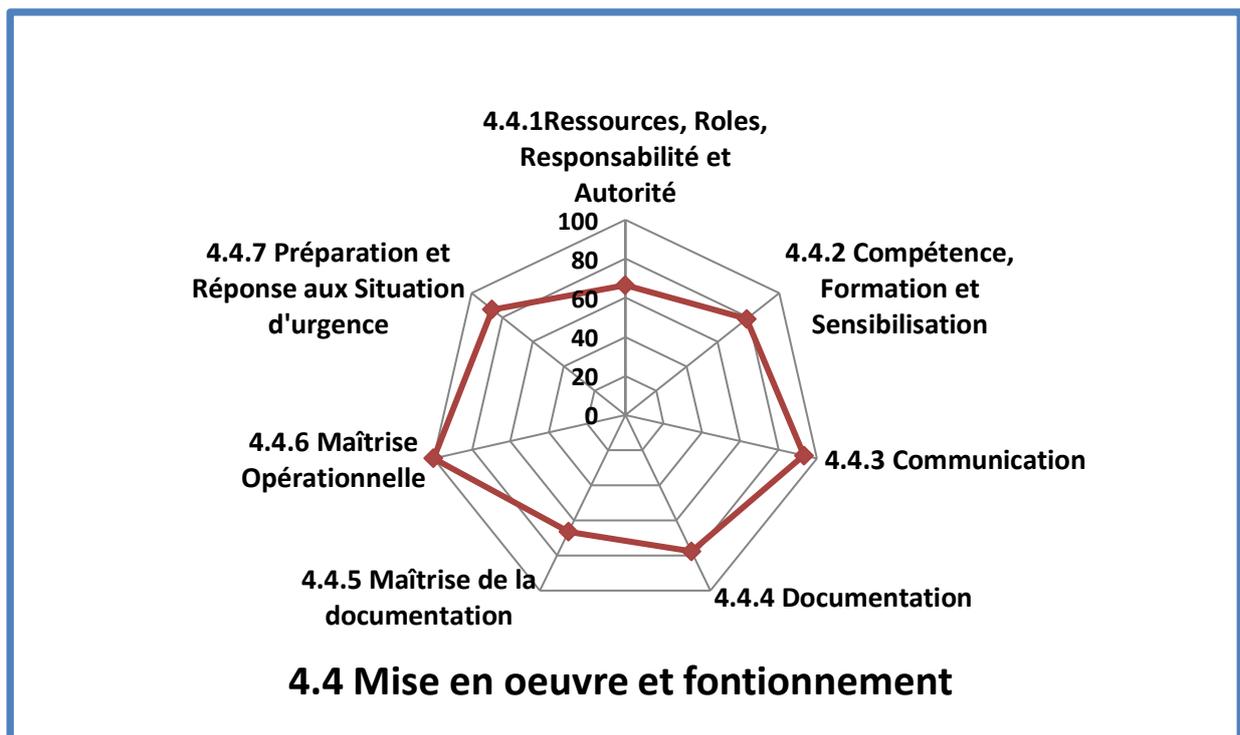
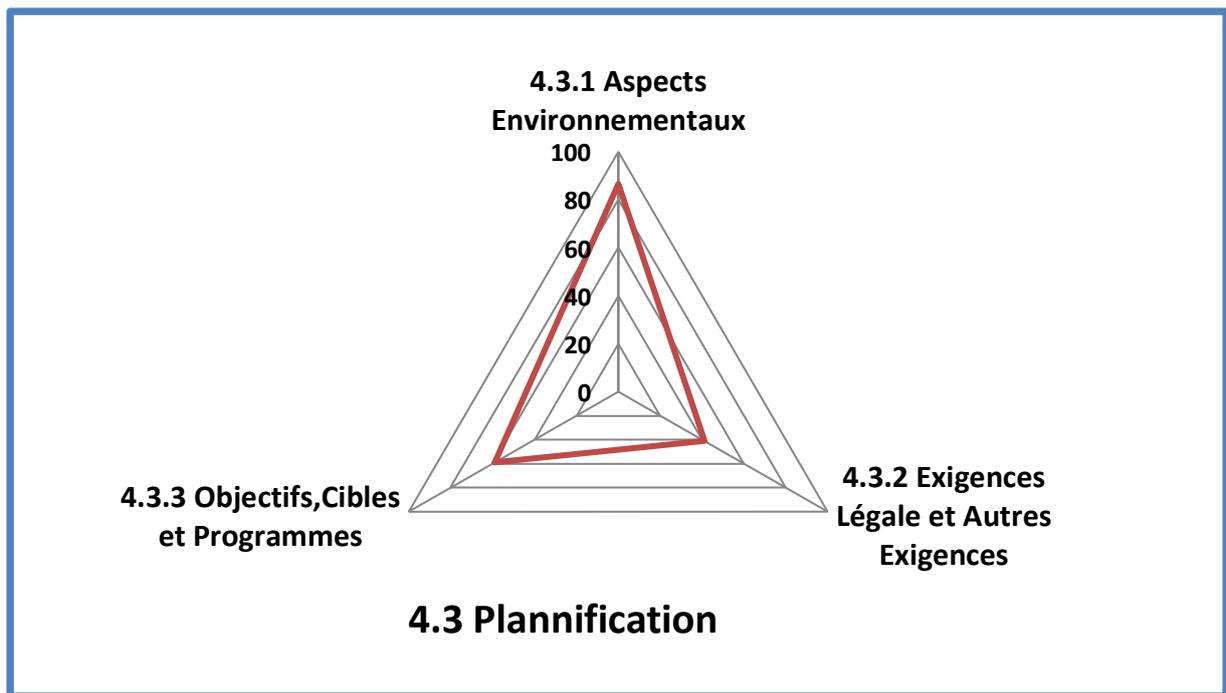


Figure 21: Résultats des points 3 et 4 de la norme.

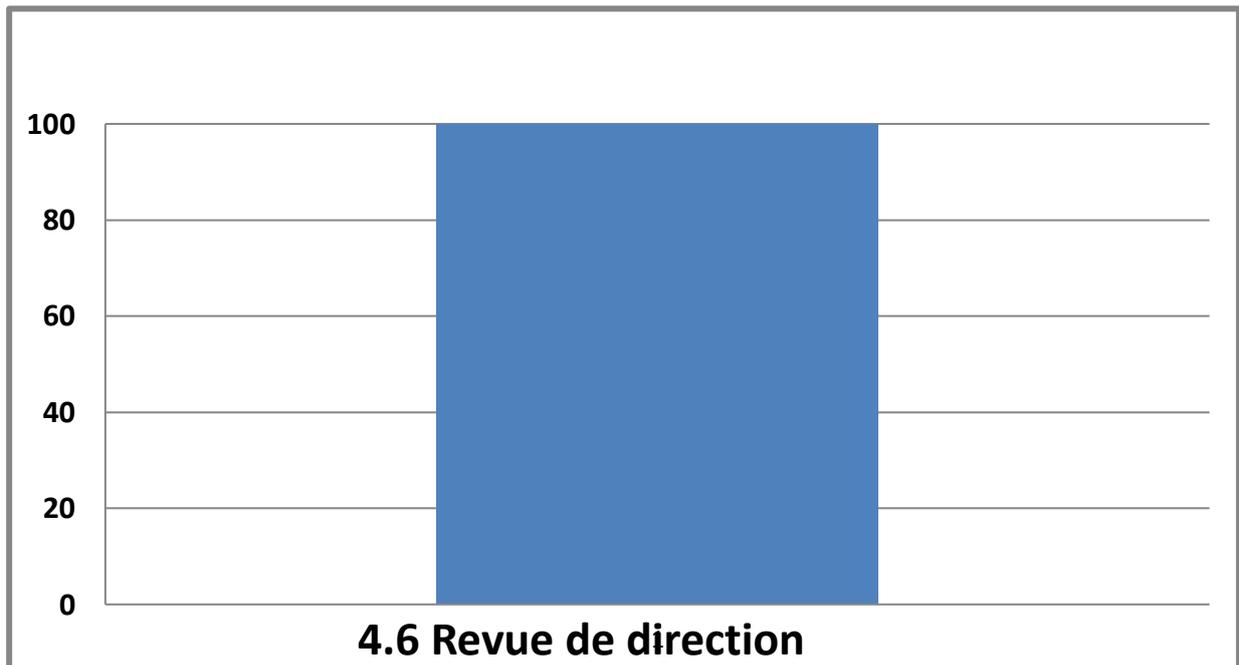
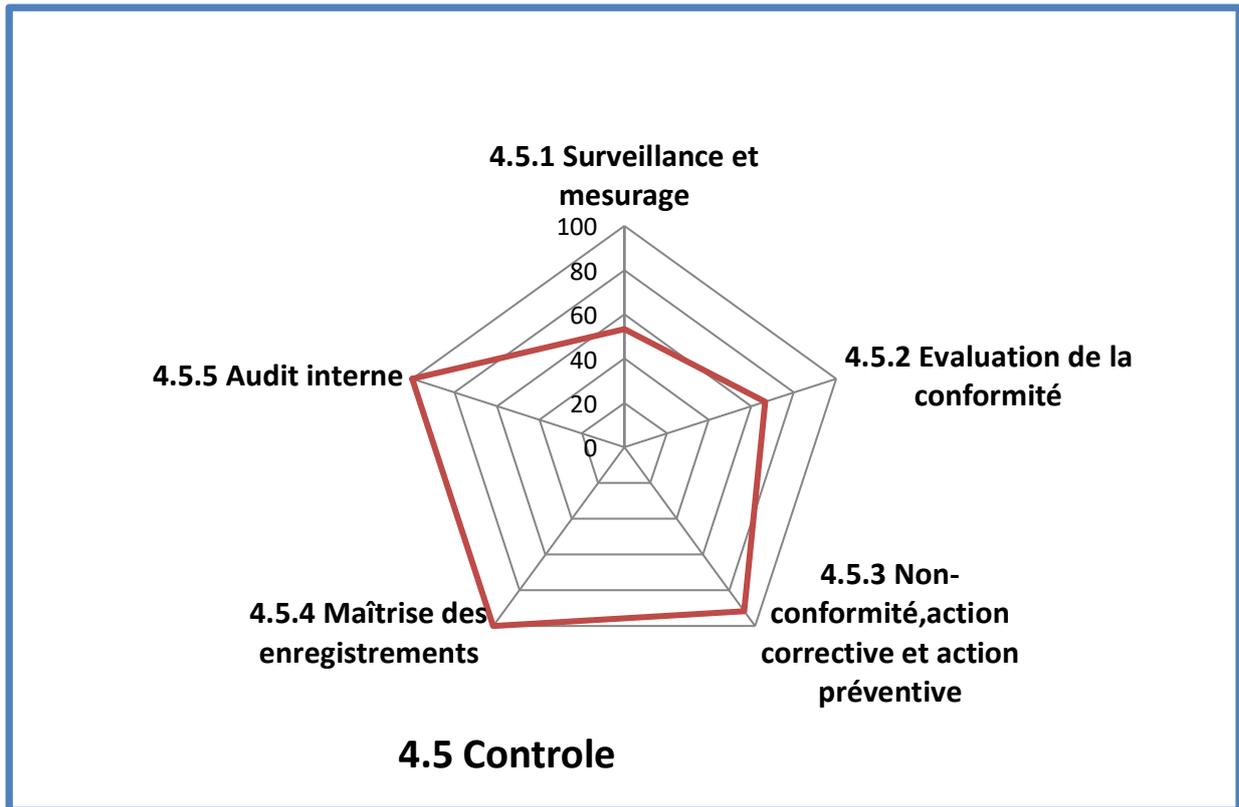


Figure 22: Résultats des points 5 et 6 de la norme.

Discussion :

Après le recensement des pratiques et résultats existants, nous avons mesurer les écarts par rapport à la réglementation, aux exigences et les bonnes pratiques. L'autodiagnostic du SME de la STEP a été réalisé à partir d'une check-list. La norme ISO 14001 comporte, dans le chapitre 4 « Exigences du SME », des exigences réparties en six paragraphes (ISO 14001,2004). Les résultats de l'autoévaluation portant sur la mesure des écarts existant entre les exigences requises par la norme et les pratiques réelles concernant le SME de la STEP montre que sur les six points de la norme, trois points à savoir : **4.1 Exigences générales, 4.3 planification et 4.4 mise en œuvre et fonctionnement ont été suffisante et acceptable puisque la note globale est 82.43%.**

3.4 Bilan qualitatif et quantitatif**3.4.1 Effluents liquides de la STEP de Sidi Bel Abbas**

L'eau épurée est rejetée dans le milieu naturel au niveau d'oued Mekkera situé à une dizaine de mètres des limites sud de la STEP. Le volume d'eau épurée est de l'ordre de 17.000 m³/ jour en moyenne. La qualité de l'effluent rejeté est contrôlée périodiquement au niveau du laboratoire de la STEP (voir tableau 22). D'autres analyses sont également effectuées dans les laboratoires de l'ONA. Les contrôles suivants sont effectués :

a) Variation de pH

L'évolution du pH des eaux brutes et purifiées de la station d'épuration de Sidi Bel Abbès au cours de la période d'étude (janvier 2014 à décembre 2017) a montré qu'elles sont relativement neutres avec des valeurs moyennes comprises respectivement entre 8,2 et 8,4 (voir Figure 23.d).

b) Matière organique et matières en suspension

En général, les principaux paramètres de la qualité servant à évaluer la charge organique globale contenue dans les eaux usées traitées sont la demande biologique en oxygène (DBO₅); la demande chimique en oxygène (DCO) et les matières en suspension (MES).Ainsi, pour l'eau épurée et pendant la période d'étude, les valeurs enregistrées sont DBO₅ entre 23 et 33 mg / l, avec une valeur moyenne de 26,25 mg / l (voir figure 23.a).

En ce qui concerne la DCO, les mesures pour eau épurée indiquent des concentrations comprises entre 34,5 et 70 mg / l avec une moyenne de 56,37 mg / l et entre 704 et 845 mg / l avec une moyenne de 769 mg / l pour l'eau brute (voir figure 23.b). Les valeurs de mesure des

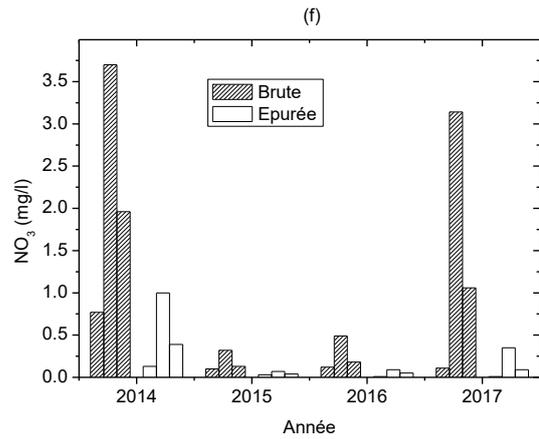
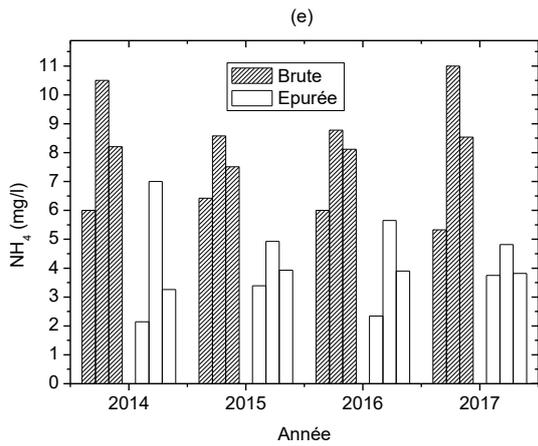
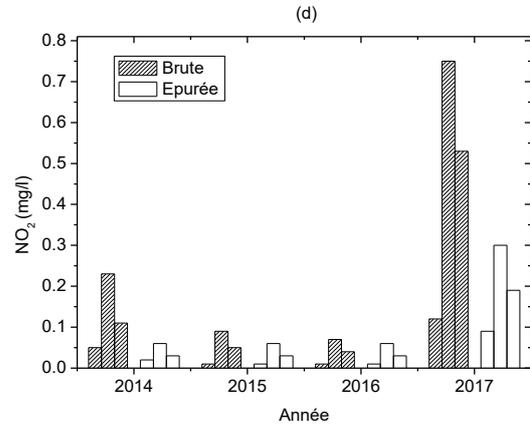
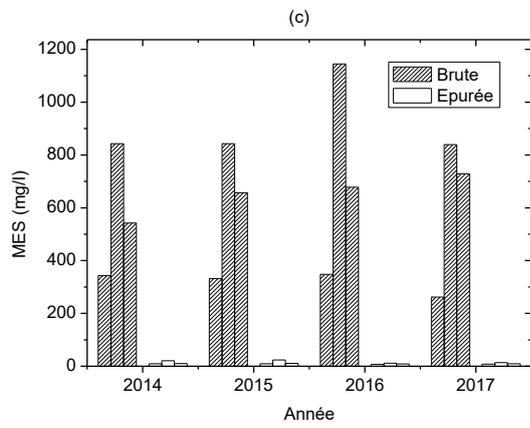
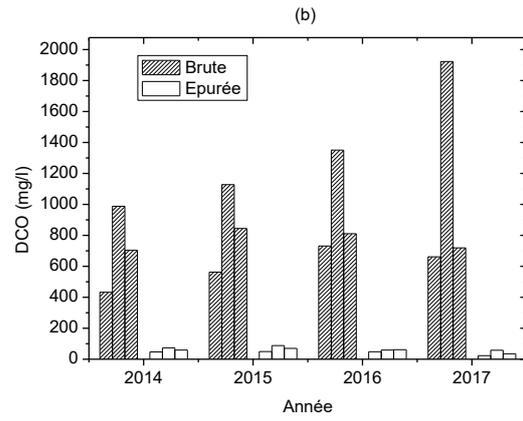
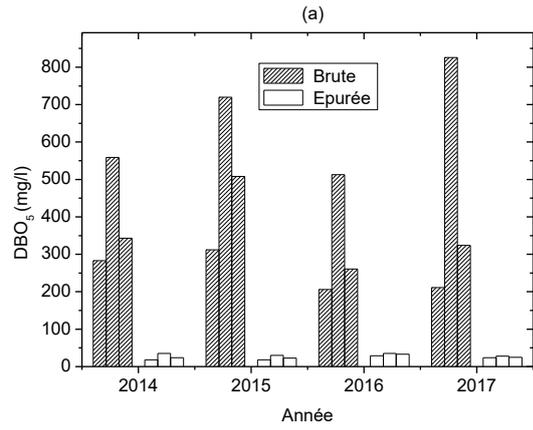
solides en suspension pour l'eau épurée sont comprises entre 9,33 et 10 mg / l et entre 542 et 728,7 mg / l pour l'eau brute (voir figure 23.c).

c) Azote

La quantité d'azote en excès peut avoir des effets négatifs sur l'environnement. En effet, une grande quantité d'azote peut, d'une part, contaminer les eaux souterraines et, d'autre part, retarder la maturation de certaines cultures et accentuer la tendance à la verse des céréales. (Faby, 1997). La concentration moyenne en ions ammonium dans l'eau épurée est de 3,73 mg / l avec des valeurs extrêmes de 3,26 et 3,93 mg / l. (voir la figure 23.e). De même; les analyses indiquent une concentration moyenne en nitrites de l'ordre de 0,055 mg / l pour l'eau épurée (voir la figure 23.f) et de 0,14 mg / l (voir la figure 23.g) pour les nitrates.

d) phosphore

L'évolution annuelle des concentrations de phosphate dans l'eau épurée a montré qu'elles sont plus concentrées avec une valeur moyenne de 2,30 mg / l, les valeurs extrêmes allant de 0,39 à 4,57 mg / l (voir la figure 23.h). En agriculture, le phosphore représente une composante essentielle de l'activité fonctionnelle de la plante, qui l'assimile sous forme d'orthophosphate (Vilain, 1989).



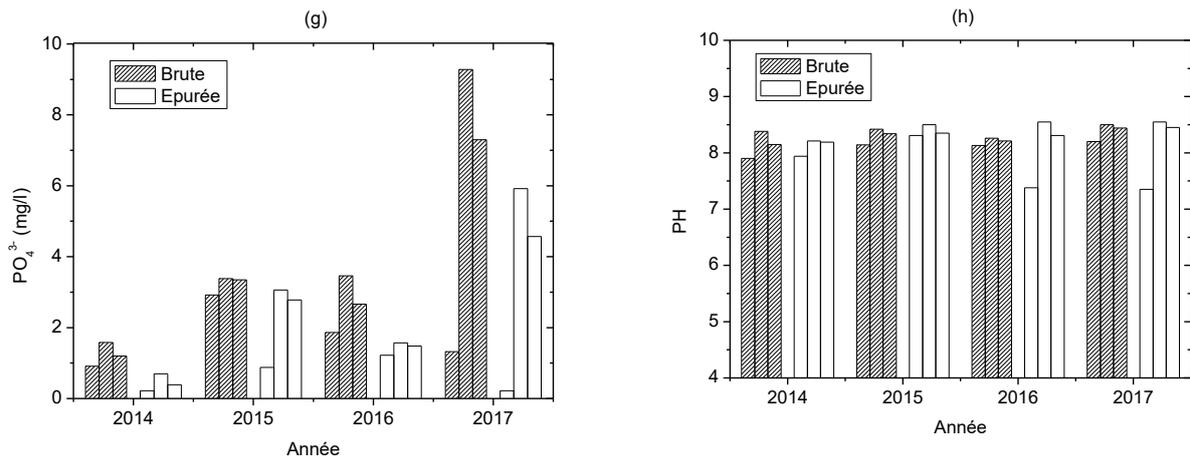


Figure 23: Résultats Min-Max-Moy de l'analyse physico-chimique des eaux usées brutes et épurées.

Tableau 22 : Mesure Min-Max-Moy de l'analyse physico-chimique des eaux usées brutes et épurées.

		DBO ₅ (mg/l) (brute)			DBO ₅ (mg/l) (épurée)			DCO (mg/l) (brute)			DCO (mg/l) (épurée)		
Année		min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy
2014		283	559	343	18	35	24	433	988	704	47	74	59
2015		312	720	508	18	30	23	563	1128	845	49	88	70
2016		206	513	261	29	35	33	731	1350	811	48	59	62
2017		211	826	324	24	28	25	661	1923	719	23	58	34.5
		MES (mg/l) (brute)			MES (mg/l) (épurée)			N-NO ₂ (mg/l) (brute)			N-NO ₂ (mg/l) (épurée)		
Année		min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy
2014		343	843	542	09	21	10	0.05	0.23	0.11	0.02	0.06	0.03
2015		332	843	657	09	24	11	0.01	0.09	0.05	0.01	0.06	0.03
2016		348	1145	678	7.53	11.22	8.4	0.01	0.06	0.03	0.01	0.07	0.04
2017		262	839	728.7	08	13.56	9.33	0.12	0.75	0.53	0.09	0.3	0.19
		N-NH ₄ (mg/l) (brute)			N-NH ₄ (mg/l) (épurée)			N-NO ₃ (mg/l) (brute)			N-NO ₃ (mg/l) (épurée)		
Année		min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy
2014		6	10.5	8.21	2.14	7	3.26	0.77	3.7	1.96	0.13	1	0.39
2015		6.42	8.58	7.51	3.39	4.93	3.93	0.1	0.32	0.13	0.03	0.07	0.04
2016		6	8.78	8.12	2.34	5.65	3.9	0.12	0.49	0.18	0.01	0.09	0.05
2017		5.33	11	8.54	3.75	4.82	3.82	0.11	3.14	1.06	0.01	0.35	0.09

Année	PO ₄ ³⁻ (mg/l) (brute)			PO ₄ ³⁻ (mg/l) (épurée)			PH (brute)			PH (épurée)		
	min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy
2014	0.91	1.58	1.2	0.22	0.7	0.39	7.9	8.38	8.15	7.94	8.21	8.19
2015	2.92	3.38	3.35	0.88	3.06	2.78	8.14	8.42	8.34	8.31	8.5	8.35
2016	1.86	3.46	2.66	1.22	1.57	1.48	8.13	8.26	8.21	7.38	8.55	8.31
2017	1.32	9.28	7.3	0.22	5.92	4.57	8.2	8.5	8.44	7.35	8.55	8.45

e) Calcium, Magnesium and Sodium

Tableau 3.5 présente les résultats d'analyse de l'eau traitée. Il est à noter que les concentrations en calcium, magnésium et sodium sont respectivement de l'ordre de 102 mg / l, 29 mg / l et 220 mg / l. Ces minéraux représentent les paramètres de calcul permettant d'identifier le taux d'absorption du sodium.

f) Conductivité électrique et salinité

Le niveau de salinité de l'eau épurée exprimée en conductivité électrique moyenne est de 1417 $\mu\text{S} / \text{cm}$ (voir tableau 23). Selon la classification américaine, ces eaux sont classées dans la catégorie C3. Le rapport d'adsorption sodique du SAR est d'environ 4,95, de sorte que l'eau épurée contient une petite quantité de sodium.

Tableau 23 : Résultats d'analyse pour les eaux épurées de Ca, Mg, Na, C.E et SAR

Paramètres	Méthode d'analyse	Résultats (Eau épurée)	Unité
Ca ⁺⁺	ISO 6059	102	mg/l
Mg ⁺⁺	ISO 6059	29	mg/l
Na ⁺	NFT90-019	220	mg/l
C.E	ISO 7888	1417	$\mu\text{S}/\text{cm}$
SAR	-	4,95	-

g) Métaux lourds

L'analyse des eaux usées traitées provenant de la station d'épuration a révélé l'absence de métaux lourds tels que: aluminium, arsenic, béryllium, bore, cyanure, fluor, phénol, lithium, molybdène, sélénium, vanadium (Voir la Figure 24). Cependant, la présence de cadmium, de cuivre total, de mercure, de plomb, de chrome total, de manganèse, de nickel total, de zinc total et de cobalt a été détectée avec des valeurs extrêmes comprises entre 0,002mg/l et 0,01mg/l. Certains éléments tels que le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre, le bore et le molybdène sont jugés nécessaires, en très petites quantités, pour le développement de plantes (Siebe, 1995). Les différentes réponses proposées sont également examinées par (Gupta, Jena et al. 2013).

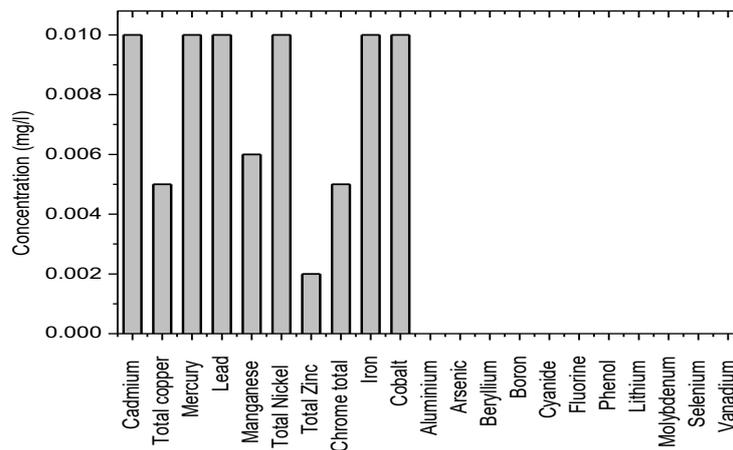


Figure 24: Concentration moyenne de métaux lourds.

h) Analyse bactériologique

Plusieurs tests ont été effectués. Les résultats moyens de l'analyse microbiologique de la station d'épuration de Sidi Bel Abbès montrent un niveau acceptable de coliformes totaux et fécaux dans lequel les valeurs sont respectivement (14,2 UFC / 100 ml et 18,4 UFC / 100 ml). La chloration des effluents de la STEP de la ville de Sidi Bel Abbes a été arrêtée car elle crée la repousse des coliformes et des coliformes fécaux dans l'effluent chloré (Sanders, Yuan et al. 2013). Cependant, la chloration améliore la qualité microbiologique des eaux usées, sans garantir une parfaite sécurité compte tenu de la résistance de certains microorganismes aux agents oxydants. Ceci pourrait être réalisé en augmentant les niveaux de chlore, ce qui augmenterait l'impact des effluents chlorés sur l'environnement (Abarnou, Guillaud et al. 1990).

3.4.2 Déchets et produits périmés du laboratoire

Tableau 24 : Liste des réactifs et produits périmés issues du laboratoire.

N°	Déchet	Origine	Code	Classe	Critère de dangerosité	Quantité
01	Hydroxyde d'ammonium	Laboratoire		S.D.	Toxique Dangereuse pour l'environnement	1 litre
02	Chloroforme	Laboratoire		S.D.	Toxique Dangereuse pour l'environnement	1 litre
03	Ethanol	Laboratoire		S.D.	Toxique Dangereuse pour l'environnement	1 litre
04	Acide sulfurique	Laboratoire		S.D.	Toxique Dangereuse pour l'environnement	1,500 l
05	Acide nitrique	Laboratoire		S.D.	Toxique Dangereuse pour l'environnement	1,300 l
06	Acide chlorhydrique	Laboratoire		S.D.	Toxique Dangereuse pour l'environnement	1,200l
07	Acétone	Laboratoire		S.D.	Toxique Dangereuse pour l'environnement	100 ml
08	Réactif Kovacs	Laboratoire		S.D.	Toxique Dangereuse pour l'environnement	40 ml
09	Mercure	Laboratoire		S.D.	Toxique Dangereuse pour l'environnement	40 ml
10	Gants souillés par des substances dangereuses	Laboratoire	15.2.1	S.D.	Inflammable ; Irritante ; nocive	250 paires/ an

Observation : Déchets déclarés par la direction de la station

3.4.3 Déchets issus de l'exploitation de la STEP

a) déchets générées

Tableau 25 : Déchets générés au niveau de la STEP Sidi Bel Abbès.

N°	Déchet	Origine	Code	Classe	Critère de dangerosité	Quantité
12	Rejets d'analyses (échantillons + réactifs)	Laboratoire	16.5.3	S.D.	Toxique Dangereuse pour l'environnement	12 l/an
13	Tubes DCO épuisés (rejets d'analyses)	Laboratoire	16.5.3	S.D.	Toxique Dangereuse pour l'environnement	60 tubes/an
14	Cartouches usés d'imprimantes	Blocs administratifs	8.3.3	S.D.	Dangereuse pour l'environnement	02 cartouches/an
15	Toners usés	Blocs administratifs	8.3.8	S.D.	Dangereuse pour l'environnement	01 toner/an
16	Refus de dégrillage	Dégrilleur grossier Dégrilleur mécanisé	19.8.1	S	-	30 m ³ /an
17	Sables séparés de l'eau usée	Dessableur/déshuileur	19.8.2	S	-	19,5 m ³ /an
18	Huiles et graisses séparées de l'eau usée	Dessableur/déshuileur	19.8.7	S	-	6 m ³ /mois
19	Flottants	Dessableur/déshuileur Bassins de décantation	19.8.7	S	-	13 m ³ /an
20	Boues séchées de siccité moyenne de 93%	Lits de séchage	19.8.3	S	-	9 m ³ /mois
21	Huiles usagées (huiles de lubrification)	Atelier de maintenance	13.2.2	S.D.	Dangereuse pour l'environnement	300 l/an
22	Autres déchets banals	STEP	20.3.1	M.A.	-	6 t/an
Observation : Identification conformément au décret n°06-104 du 28 février 2006 fixant la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux, déchets déclarés et consignés dans le registre des déchets						

Discussion :

Le tableau 26 résume le mode de gestion et de la STEP de Sidi Bel Abbès :

Tableau 26 : Mode de gestion des déchets.

Déchet	Mode de gestion
<ul style="list-style-type: none"> • Produits chimiques périmés • Emballage de produits chimiques • Gants et papiers absorbants contaminés par des produits dangereux 	<p>Les déchets liquides (en faible quantité) sont collectés dans des bouteilles hermétiquement fermés et sont stockés sur bacs de rétention.</p> <p>Les déchets solides sont soigneusement emballés dans des sacs plastiques.</p> <p>Les déchets sont stockés dans une armoire fermée à clef à l'abri des sources de chaleur et du rayonnement solaire avant d'être transférés dans le local de stockage des déchets spécialement aménagé et situé au niveau de l'atelier de maintenance.</p> <p>Ces déchets étant classé S ou SD, il n'existe pas actuellement en Algérie une filière d'élimination agréée pouvant traiter ce type de déchets. La méthode adoptée est donc un stockage provisoire en attente d'une solution d'élimination appropriée.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Rejets d'analyses : - Echantillons + réactifs - Tubes DCO 	<p>Ces déchets ne sont pas jetés à l'égout, malgré leur faible quantité, et sont stockés au niveau du local de stockage des déchets spécialement aménagé et situé au niveau de l'atelier de maintenance. Les déchets sont stockés dans des récipients hermétiquement fermés, disposés sur des bacs de rétention appropriés. Le local de stockage des déchets est fermé à clef et convenablement aéré.</p>
Huiles moteur usagées	Collectées en bidons plastiques de différentes contenances et dans des fûts métalliques et disposé dans l'atelier de maintenance. Les huiles ainsi collectées sont récupérées par NAFTAL.
Huiles et graisses issues de l'épuration des eaux et mélangées aux flottants	Ces déchets sont collectés à partir de la fosse de récupération, au niveau du déshuileur/ dessableur, et sont envoyés périodiquement vers la décharge de la commune après stockage provisoire au niveau de l'aire de stockage.
Boues sèches	Les boues sèches sont stockées provisoirement au niveau de la STEP, dans une aire de stockage bétonnée, en attente d'évacuation vers le CET de SBA ou éventuellement vers la pépinière de la direction des forêts de la wilaya.
Refus de dégrillage	Collectés sur une benne puis envoyés à la décharge de la commune après stockage provisoire au niveau de l'aire de stockage
Cartouches d'imprimantes et toners usés	Stockés provisoirement puis retournés vers l'ONA/ Zone d'Oran pour recyclage ou élimination
Sable issu de l'épuration des eaux	Récupéré dans la fosse à sable spécialement conçue, puis stocké provisoirement dans l'aire de stockage des déchets avant d'être envoyé à la décharge de la commune.
Autre déchets ménagers et assimilés	Collectés puis envoyés, en même temps que les refus de dégrillage à la décharge de la commune.

b) Emissions gazeuse

Au niveau de la STEP, les émissions atmosphériques sont diffuses et peuvent être de deux types :

- Emanations de mauvaises odeurs et de gaz tels que CH₄, NH₃ et H₂S qui peuvent se produire au niveau du déversoir d'orage, de l'épaississeur, du puits des filtrats, du puits à boues (vis de recirculation) et des lits de séchage.
- Emissions d'aérosols d'eau usée au niveau des bassins d'aération.

Ces émissions ne sont plus perceptibles à quelques mètres des points critiques où leur formation est la plus probable. Par ailleurs, les processus mis en œuvre sont des processus aérobies qui ne favorisent pas l'émission de mauvaises odeurs et des gaz tels que CH₄, NH₃ et H₂S.

Durant l'enquête publique que nous avons effectuée auprès des habitants les plus proches de la station notamment le quartier Le Rocher, les individus interrogés en général ne se sont pas plaints des mauvaises odeurs.

c) Emission de bruit

Les mesures de bruit ont été effectuées au niveau de tous les équipements et les ouvrages de la station afin de déterminer les sources de nuisance sonore dans le périmètre de la station. A l'extérieur de la Station des mesures nocturnes ont été effectuées.

Les mesures des bruits ont été enregistrées sur un appareil de marque CHAUVIN ARNOUX CDA 830. Les sources de bruits recensées sont :

- *Les surpresseurs d'air situés au niveau du bloc d'exploitation*
- *Les aérateurs de surfaces situés au niveau des bassins d'aération*
- *Les vis de recirculation de boues situées à proximité des décanteurs*
- *Le compresseur d'air situé au niveau du bloc d'exploitation*

A ce niveau, il n'y a pas de poste fixe pour les nuisances supérieures à 70 dB(A) et aucune mesure ne sera prise pour sa réduction. Les mesures effectuées au niveau du local des surpresseurs dépassent les 90 dB(A). L'accès à ce local doit être effectué avec une protection auditive. Une analyse des nuisances sonores durant la période nocturne a été effectuée et enregistrée à 22h 42 au niveau du bloc administratif. Cet enregistrement révèle qu'avec un arrêt total de la station le niveau sonore était de 41 dB(A). Au fur et à mesure que les équipements de la station ont commencé à fonctionner ces niveaux ont augmenté pour atteindre 57,1 dB(A) puis 61,9 dB(A).

Discussion :

Les résultats de l'analyse réalisée à montrer l'importance du système de management environnementale, et cela est assuré par la prévention continue contre les différents polluants probables pour chaque activité et processus à risque au sein de la STEP provoquant ensuite des effets sur les différents composants de l'environnement (l'air, l'eau, et le sol).

3.5 Amélioration des performances environnementaux (STEP, Lagune)

3.5.1 Réduction de la consommation énergétique

La consommation de l'énergie peut être envisagée par la réduction de ration énergétique (kwh/m³) (voire la figure 25). Cela n'est possible qu'en asservissant le fonctionnement de ces turbines à des Oxymètres efficaces qui analysent, en continu, l'oxygène dissous. Il s'avère que ceux existant actuellement au niveau de la STEP sont défectueux, leur remplacement par des Oxymètres à sonde autonettoyante qui réduit les erreurs de mesure s'avère bénéfique.

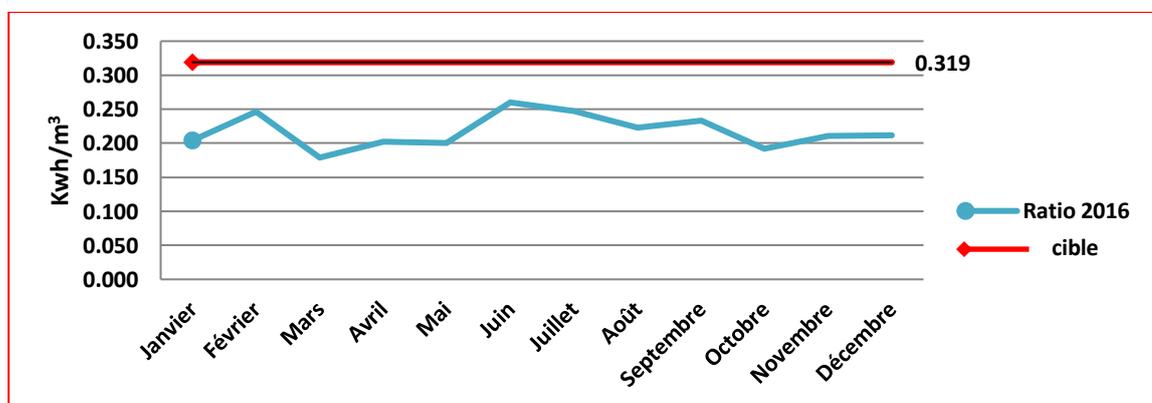


Figure 25: Optimisation de l'énergie électrique de la STEP année 2016. (Source : ONA, 2016)

3.5.2 Gestion des boues et ressources en sol

3.5.2.1 Gestion des boues : L'épandage agricole des boues ne peut se faire que si l'apport des boues, en matières organiques et minérales, se trouve justifié. Il est donc proposé d'éviter tout épandage superflu sur des parcelles de terre qui n'ont en pas besoin. En attente des normes nationales et des textes réglementaires en matière d'épandage des boues de STEP

de Sidi Bel Abbas, sachant que 100% des boues produites caractérisées en 2016 ont été valorisées. cette boue (258190 Kg) a été cédée aux pépinières pour qu'elle soit finalement utilisée comme engrais (voire la figure 26).

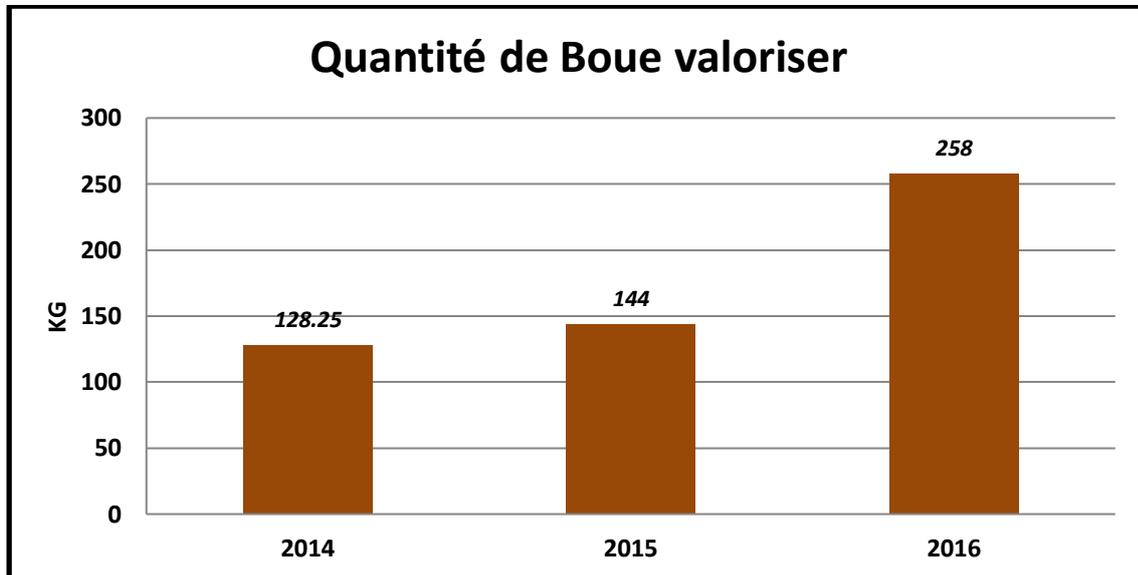


Figure 26: quantité de boue valorisée de la STEP. (Source : ONA, 2016).

Il est proposé la création d'une commission mixte Direction de l'Environnement-Direction des Services Agricoles-Direction de l'Hydraulique-Unité ONA pour arrêter :

- Les caractéristiques physico-chimiques et biologiques ainsi que la valeur agronomique des boues autorisées à l'épandage ;
- Les caractéristiques et la valeur agronomique des sols susceptibles de recevoir ces boues ;
- Les quantités de boues susceptibles d'être épandu par unité de surface de terre agricole ;
- Les parcelles de terre et les cultures qui peuvent recevoir ces boues et d'en assurer le suivi.

Par ailleurs, il est proposé d'analyser les éléments et composés traces, comme indiqué dans le (tableau 27.a) et le (tableau 27.b), suivant, avant toute livraison aux agriculteurs et ceci en accord avec la réglementation européenne notamment la directive européenne 86/278 du 12/06/1986 relative à la protection de l'environnement lors de l'utilisation des boues d'épuration en agriculture.

Tableau 27.a: Teneurs limites en éléments-traces dans les boues.

Eléments traces	Valeur limite dans les boues (mg/kg MS)	Flux maximum cumulé, apporté par les boues en 10 ans (g/m²)
Cadmium	10	0,015
Chrome	1000	1,5
Cuivre	1000	1,5
Mercure	10	0,015
Nickel	200	0,3
Plomb	800	1,5
Zinc	3000	4,5
Cr + Cu + Ni + Zn	4000	6

(Source : AFNOR ,1996).

Tableau 27.b: Teneurs limites en composés-traces organiques dans les boues.

Composés-traces	Valeur limite dans les boues (mg/kg MS)	Flux maximum cumulé, apporté par les boues en 10 ans (mg/m²)
Total des 7 principaux PCB *	0,8	1,2
Fluoranthène	5	7,5
benzo(b)fluoranthène	2,5	4
benzo(a)pyrène	2	3

* PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 (source : McFarland et Clarke, 1989).

Si les valeurs limites des tableaux ci-dessus sont dépassées, il serait utile de rechercher, sur le réseau, l'origine de la contamination afin de réduire la pollution à la source.

3.5.2.2 Ressources en sol :

a) Répartition des sols dans la plaine de Sidi Bel Abbès :

L'analyse des 115 échantillons prélevés dans la zone d'étude en aval de la STEP de Sidi Bel Abbès concerne les paramètres suivants: granulométrie, matière organique, pH, conductivité électrique (salinité), calcaire actif et total, qui couvre une grande importance car il est en surface. Les résultats de l'analyse permettent de classer les sols de la zone d'étude et d'évaluer leur aptitude à la culture et à l'irrigation (Annexe 07). Cette classification est basée sur le degré de développement du sol, la méthode d'altération des matériaux, la composition et la distribution de la matière organique (CPCS, 1967), L'enquête pédologique et l'analyse des différents échantillons ont montré l'existence de deux classes de sols principales:

a.1 Sols faiblement développés:

Ces sols ne sont pas très dominants dans la zone d'étude par rapport à l'ensemble de la plaine, ils occupent 371,40 ha ou 20,63% de la superficie totale. On peut trouver ce type de sols au bord de l'oued. Ils sont généralement formés sur des alluvions récentes.

Ils sont formés par les intrants agricoles transportés par l'eau et les gisements non grossiers. Ils se caractérisent par une profondeur importante, une texture fine à moyenne et une salinité supérieure à 3 $\mu\text{s} / \text{cm}$. Le groupe alluviale est représenté par trois sous-groupes tels que: **sols salins, les sols modales et les sols noircis.**

Les résultats d'analyse en fonction de la profondeur relevés montrent:

a.1.1 sol salin:

- 0-20 cm : Horizon de labour, état frais, brun clair, peu cohérent, porosité moyenne, texture limono argileux, structure polyédrique fine à moyenne, activité biologique moyenne, débris de coquilles, effervescence à Hcl.
- 20-50 cm : Sec, brun foncé, porosité moyenne à faible, texture limono argileux, structure polyédrique grossière, assez compact, activité biologique faible, taches blanchâtres probablement salines, effervescence à Hcl.
- 50- 80 cm : Frais, porosité faible, texture limono argileux, structure polyédrique grossière assez développée, accumulation de trainées blanchâtres dues probablement à la salure,effervescence à Hcl.

a.1.2 Sols modaux:

- 0-20 cm : Horizon de labour, humifère, sec, brun clair, poreux, peu cohérent, texture équilibrée, structure polyédrique fine, bonne activité biologique, effervescence à Hcl.
- 20-55 cm : Sec, brun foncé, porosité entre agrégats faible, texture équilibrée, structure polyédrique grossière, assez compact, effervescence à Hcl.
- 55- 85 cm : Frais, texture équilibrée, structure grossière assez développée, quelques cailloux calcaires, effervescence à Hcl.

a.1.3 Sol noirci:

- 0-20 cm : Horizon de labour, humifère, sec, brun clair, porosité entre agrégats bonne, peu cohérent, texture limono argileuse, structure polyédrique fine, bonne activité biologique, effervescence à Hcl.
- 20-50 cm : Sec, brun foncé, texture limono argileuse, structure polyédrique grossière, assez compact, effervescence à Hcl.
- 50- 80 cm : Frais, texture limono argileuse, structure grossière assez développée, quelques cailloux calcaires, effervescence à Hcl.
- 80 cm : accumulation calcaire continue sous forme d'encroutement.

a.2 sols calcimagnésiques

Ces sols sont situés dans les zones surélevées et assez éloignées des oueds ou sur une croute ou un encroûtement calcaire à faible profondeur. Ils occupent une superficie de 1 250 ha soit 71.94 % de la superficie totale. Les caractéristiques morphologiques des sols sont déterminées par l'importance physico-chimique des ions alcalino-terreux dans le profil, leur genèse est surtout liée à la richesse en calcium et en magnésium de la roche mère sous forme de carbonates. La sous classe des sols carbonatés comprend deux groupes :

a.2.1 Groupe de sols bruns calcaires:

Ce type de sol domine la plaine de la ville de Sidi Bel Abbès et comprend les sous-groupes suivants: sols modaux et noircis et halomorph :

a.2.1.1 Sous-groupe modal :

- 0-20 cm : Horizon de labour, humifère, sec, brun clair, friable, porosité moyenne à assez bonne, peu cohérent, texture limono argileuse, structure polyédrique fine à moyenne associé à polyédrique grossière, bonne activité biologique, effervescence à Hcl.
- 20-50 cm : Sec, teinte plus foncée, friable, porosité moyenne, texture limono argileuse, structure polyédrique grossière, assez compact, effervescence à Hcl.
- 50- 100 cm : Frais, friable, faible porosité, texture limono argileuse, structure grossière assez bien développée, quelques cailloux, effervescence à Hcl.

a.2.1.2 Sous-groupe Noirci :

Le sous-groupe noirci s'est développé sur des alluvions récentes de l'oued Mekerra. Leur relief a l'aspect d'une légère dépression où s'accumulent les eaux de ruissellement. Ce noircissement est dû au phénomène d'hydromorphie ancienne.

a.2.1.3 Sous-groupe: Halomorphe :

- 0-20 cm : Horizon de labour, humifère, sec, brun clair, friable, porosité moyenne à assez bonne, peu cohérent, texture limono argileux, structure polyédrique fine, bonne activité biologique, effervescence à Hcl .
- 20-50 cm : Sec, brun foncé, friable, porosité moyenne, texture argilo limoneux, cohésion moyenne, activité biologique moyenne, structure polyédrique grossière, assez compact, effervescence à Hcl .
- 50- 80 cm : Frais, faible porosité, texture limono argileuse, structure grossière assez développée, quelques cailloux calcaires, effervescence à Hcl .
- 80 cm : accumulation calcaire continue sous forme d'encroutement.

a.2.2 Groupe des rendzines :

Ce type de sols se rencontre souvent dans les parties hautes des glacis et des collines au niveau des affleurements calcaires. Ils ont un profil du type AC, reposant sur une croûte ou un encroutement calcaire situé à moins de 50 cm de profondeur.

a.2.2.1 Sous- groupe : Modal

- 0-20 cm : Horizon de labour, humifère, sec, brun clair, poreux, peu cohérent, texture limono-argileuse, structure polyédrique fine, bonne activité biologique, effervescence à Hcl .
- 20-50cm : Sec, brun foncé, peu poreux, activité biologique moyenne, texture limono argileuse, structure polyédrique grossière, assez compact, effervescence à Hcl.

b) Cartographie des zones homogènes de mise en valeur

Les zones homogènes ont été délimitées sur la carte en faisant la synthèse de la carte des sols et de la carte des aptitudes culturales en irrigué. Les sols de la zone étudiée ont été répartis en 5 catégories (voir Figure 27) et situé sur le bord du nord-est de Oued Mekerra Sidi Bel Abbes (voir Figure 28):

Catégorie I :

Zone à irriguer en priorité. Ce sont des sols dont la profondeur est supérieure à 80 cm, à structure favorable, qui ne posent pas de problèmes majeurs de mise en valeur. Leurs aptitudes en irrigué sont bonnes pour les cultures industrielles, céréalières et fourragères, bonnes pour les cultures maraîchères et les cultures arbustives. Superficie : **53.6 ha**.

Catégorie II :

Cette zone occupe une superficie de **513 hectares**. Ce sont des sols profonds à moyennement profonds, mais qui demandent des travaux tels que les labours profonds ou sous solage avant toute irrigation. Leurs aptitudes culturales sont bonnes pour les cultures industrielles, bonnes à moyennes pour les cultures maraîchères, et moyennes pour les cultures céréalières et fourragères.

Catégorie III :

Ce sont des sols profonds mais qui doivent être aménagés avant toute mise en valeur : labours profonds ou sous solage, apports d'amendements organiques, assainissement de surface et lutte contre les inondations sont indispensables. Leurs aptitudes culturales sont bonnes à moyennes pour les cultures industrielles et les cultures maraîchères, et moyennes pour les cultures céréalières et fourragères. Cette catégorie de sols couvre une superficie de : **1105 hectares**.

Catégorie IV :

Cette zone couvre une superficie de **61.43 hectares**. Il s'agit d'une zone non irrigable, caractérisée par la présence d'une croûte ou encroûtement calcaire en surface (0-50 cm), leur mise en valeur ne peut se faire que pour les cultures en sec.

Catégorie V : Il s'agit des zones exclues : agglomération, infrastructures, forêts et topographie accidentée. Elle couvre une superficie de : **416.27 hectares**.

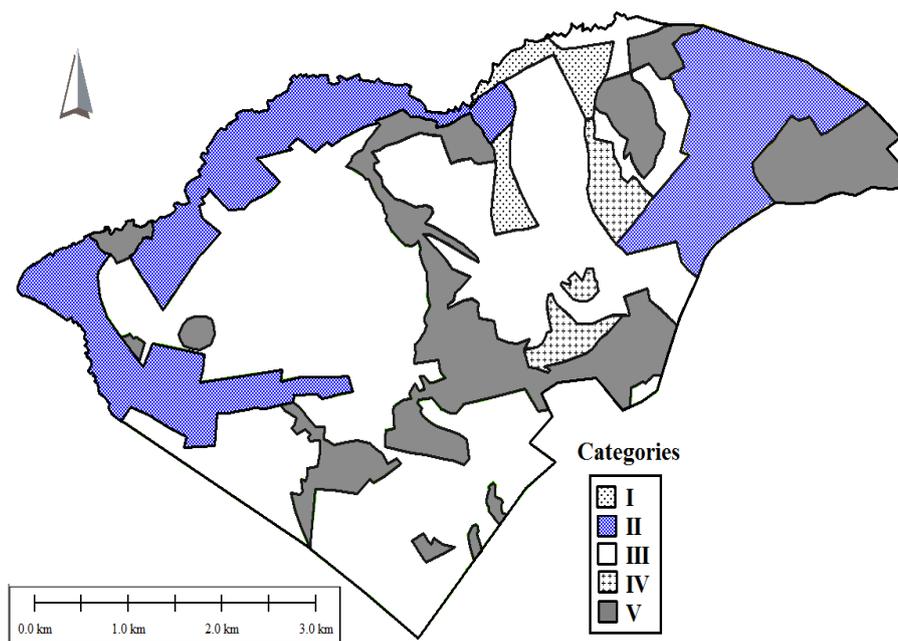


Figure 27 : Cartographie des zones homogènes de mise en valeur.

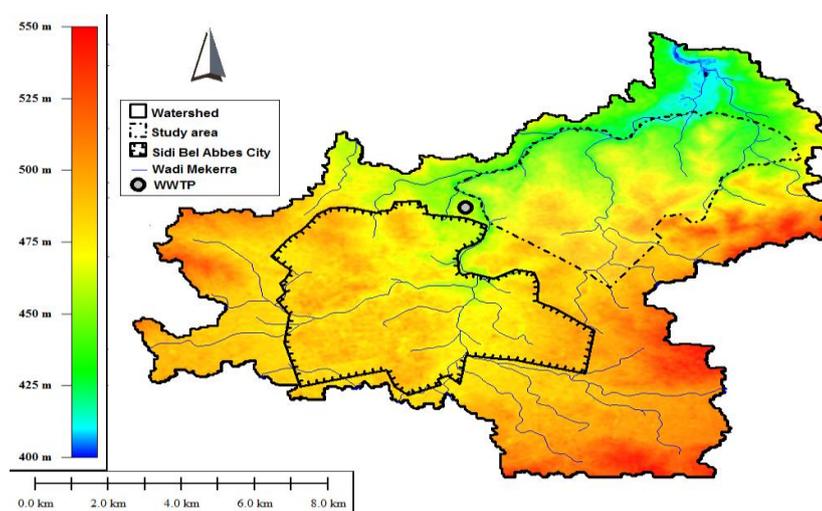


Figure 28: Bassin versant de la zone d'étude.

3.5.3 Valorisation des déchets et stockage des déchets SD

a) Valorisation des déchets :

Tableau 28.a: Valorisation des ressources recyclées de la STEP/SBA.

Déchets	Quantité valorisé depuis la certification (ISO14001 STEP/SBA)	Quantité valorisé en 2016 STEP/SBA	Quantité valorisé pour autre STEP en Algérie depuis l'engagement
Plastique (Kg)	130	25	1117
Papier (Kg)	430	270	5155
Cartouche d'encre (unités)	108	0	836
Huiles usagées (litre)	850	0	1100
Batteries usagées (unités)	32	32	55

b) Stockage des déchets spéciaux dangereux :

Tableau 28.b: stockage des déchets spéciaux dangereux STEP/SBA.

Déchet	Stocké depuis la certification (ISO14001 STEP/SBA)	Stocké en 2016
Déchets chimiques liquides (Litre)	52	12
Déchets chimiques solide (Kg)	108	4
Chiffons contaminés (Kg)	30	5
Sable contaminé (Kg)	17	2
Déchets de soin (Kg)	0.83	0.22
Papier filtre (Kg)	9	2
Néons usagés (Unité)	77	10
Déchet de peinture (kg)	49	10
Gants contaminés (Kg)	53	2
Piles usagées (kg)	6	0.2
Verre contaminé (Kg)	3	0.38

(Source : ONA, 2016)

3.5.4 Amélioration le rendement épuratoire et réutilisation des eaux usées

L'ONA s'est engagé dans une démarche de management de l'environnement conformément à la norme internationale ISO 14001 Version 2004 depuis Décembre 2007, cette démarche volontaire a été couronnée par une certification (Annexe 04), du périmètre STEP Sidi Bel Abbes. A cet effet il faut s'orienter vers la mise en place du Système de Management Environnemental ``SME`` selon le même référentiel pour les deux stations de lagunage aérées de Moulay Slissen et Ras El Ma qui sont mis en service année 2016, afin d'assurer la continuité du traitement en évitant les by-pass. Ce pendant, nous avons effectuée des analyses physico-chimiques moyenne mensuel de année 2016 tel que (DCO, DBO₅,MES,N-NH₄,N-NO₂,N-NO₃,O₂dissous,PO⁻³₄,PH) ,afin d'acquérir des renseignements sur le rendement épuratoire pour les deux stations (voir figure 29 et figure 31).

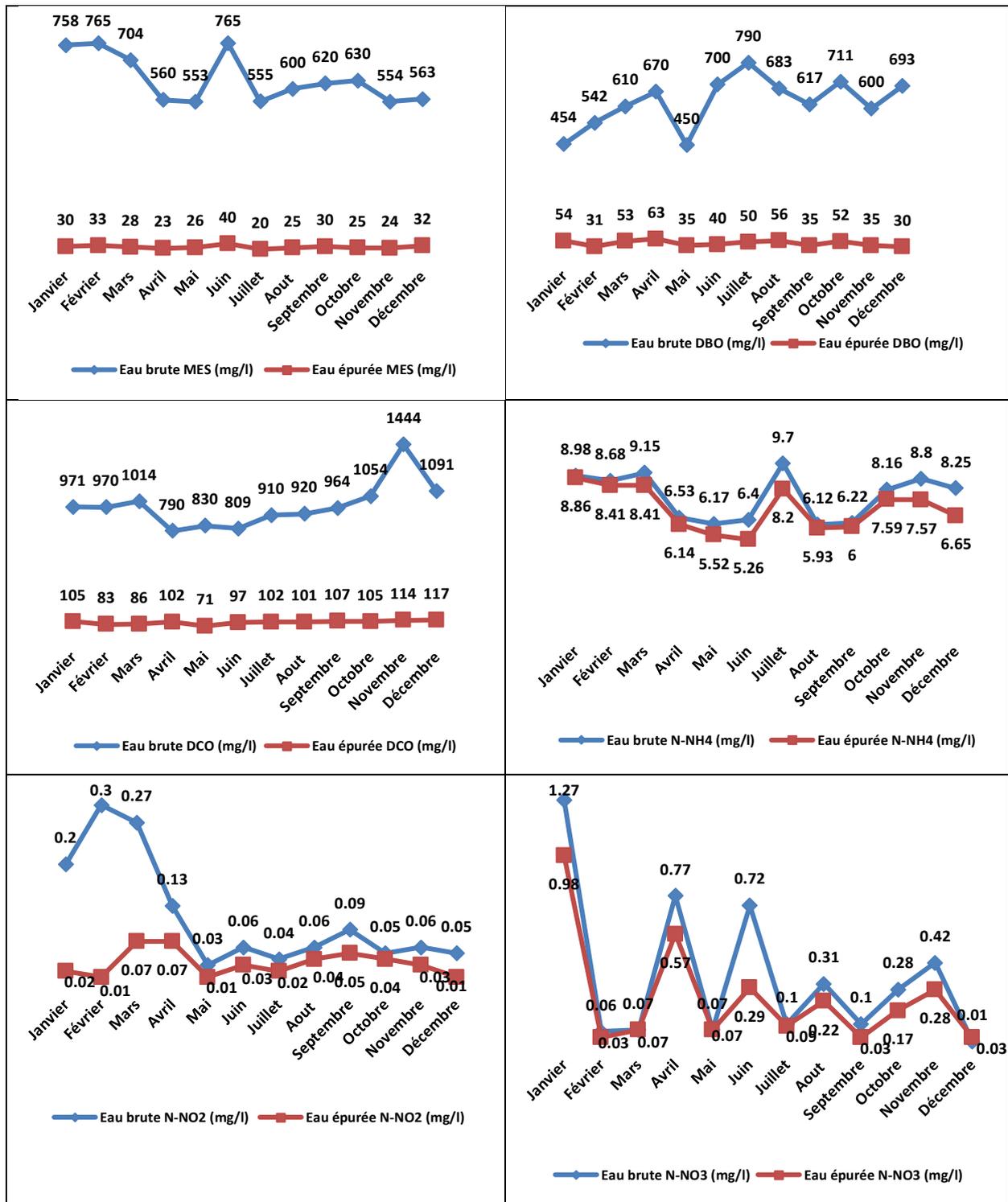
a) *Qualité des eaux usées et création des périmètres d'irrigation lagune de Moulay Slissen*

La station de lagunage de MOULAY SLISSEN est dimensionnée pour une capacité de traitement de 10 000 équivalents habitants à l'horizon 2030,le débit des eaux usées de chaque horizon sont présentés dans le (tableau 29) :

Tableau 29 : Estimation des débits des eaux usées de différents horizons de Moulay Slissen.

Année	2015	2020	2025	2030
Habitant (hab.)	6868	7487	8162	8897
débit des besoins journaliers (m³/j)	1135	1237	1347	1469
Débits des eaux usées moyen (m³/j)	908	990	1078	1174
Débits des eaux usées moyen (l/s)	10,51	11,45	12,47	13,59
Coefficient de pointe Kp	2,27	2,24	2,21	2,18
Débits des eaux usées de pointe (l/s)	23,87	25,64	27,53	29,60
Débits des eaux usées de pointe (m³/j)	2062	2215	2379	2558

(Source : DRE, 2014)



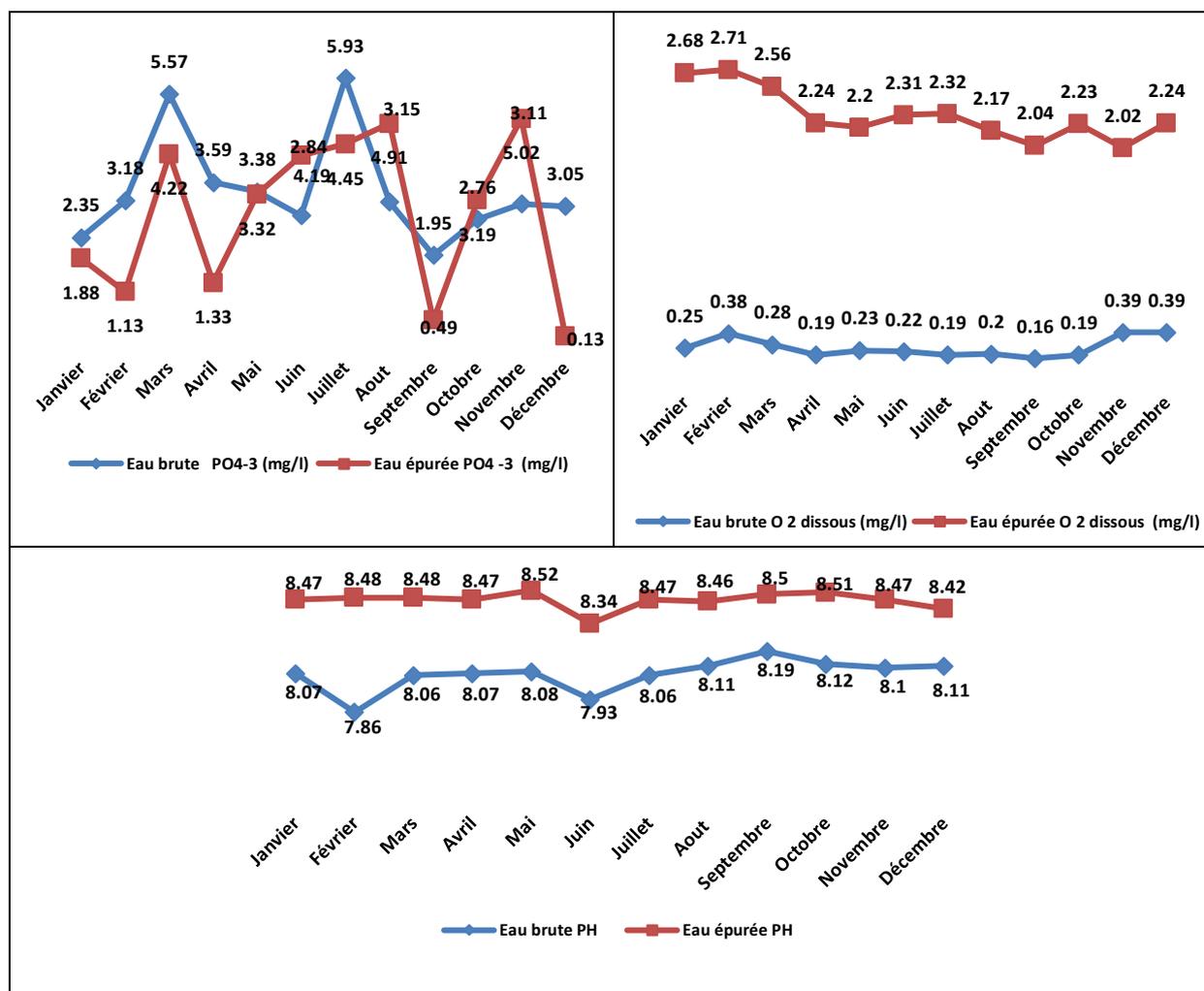


Figure 29: variation mensuelle moyenne de (DCO, DBO₅,MES,N-NH₄,N-NO₂,N-NO₃,O₂dissous,PO₄³⁻,PH) de l'année 2016 (source :ONA.2016 Moulay Slissen).

Le tableau 30 montre le volume d'eau épuré de la lagune de Moulay Slissen, susceptible d'être prélevé pour différents horizons.

Tableau30 : Volume d'eau épuré susceptible d'être prélevé pour la lagune de Moulay Slissen.

Horizons	2015	2020	2025	2030
Débit rejeté (m ³ /j)	908	990	1078	1174
Volume d'eau épurée produite (m ³ /An)	331420	361350	393470	428510
Volume d'eau épurée prélevée pour réutilisation (m ³ /An)	265136	289080	314776	342808
Volume d'eau épurée prélevée pour réutilisation (m ³ /j)	726	792	862	939
Volume d'eau épurée prélevée pour réutilisation (l/s)	8.41	9.17	9.98	10.87
Superficie projetée (Ha)	58	64	69	76

(Source : DRE, 2016)

Discussion :

L'analyse des paramètres de pollution (DBO5, MES, DCO, NH4+, NO3-,NO2- PO4³⁻) est faite selon les normes en vigueur. Ces analyses ont montrés que les valeurs moyenne mensuels trouvées respectent les normes de rejet à la sortie de la station de lagune aérée de Moulay Slissen de l'année 2016. Ces résultats obtenus sa nous donne a pensé de réutiliser des eaux épurées et délimitation des aires d'irrigation après une mission de prospection avec (ONA,DRE,DSA) (voire figure 30) .

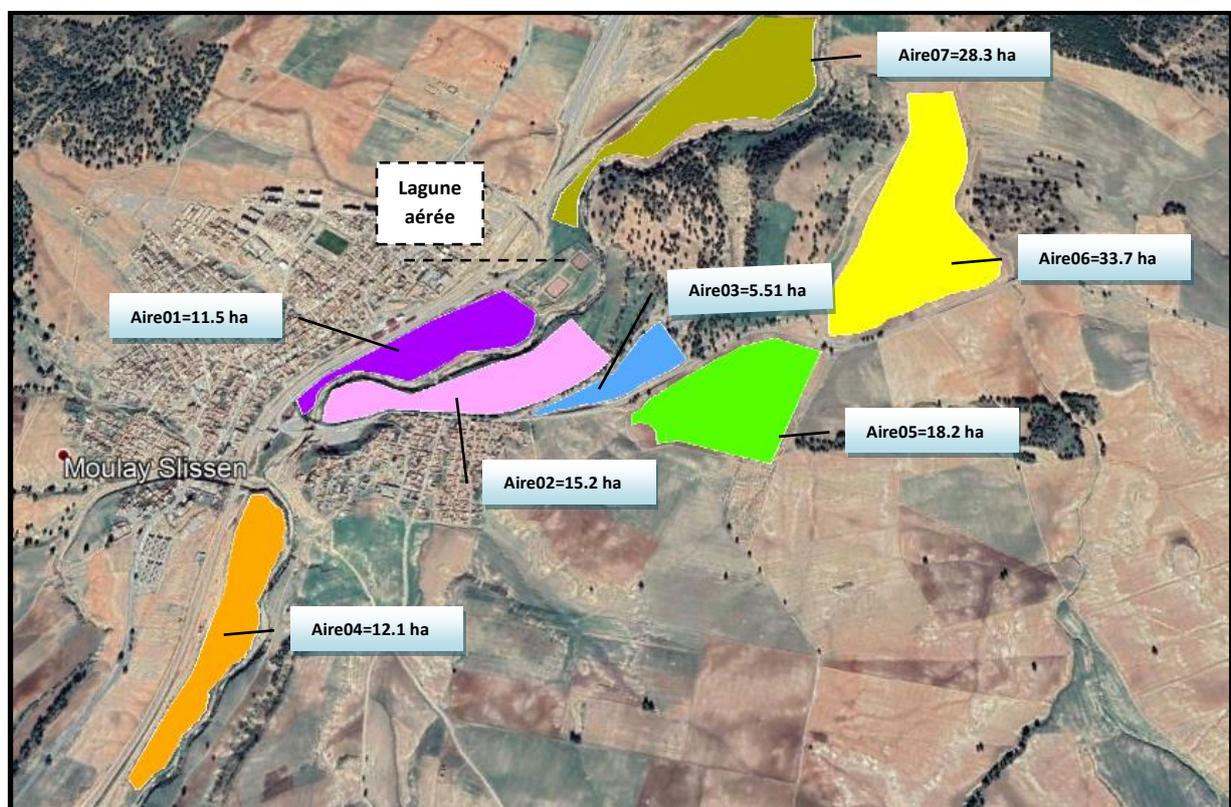


Figure 30 : Délimitation des aires d'irrigation (124.51ha) projetées de Moulay Slissen. (Source : DRE, 2014)

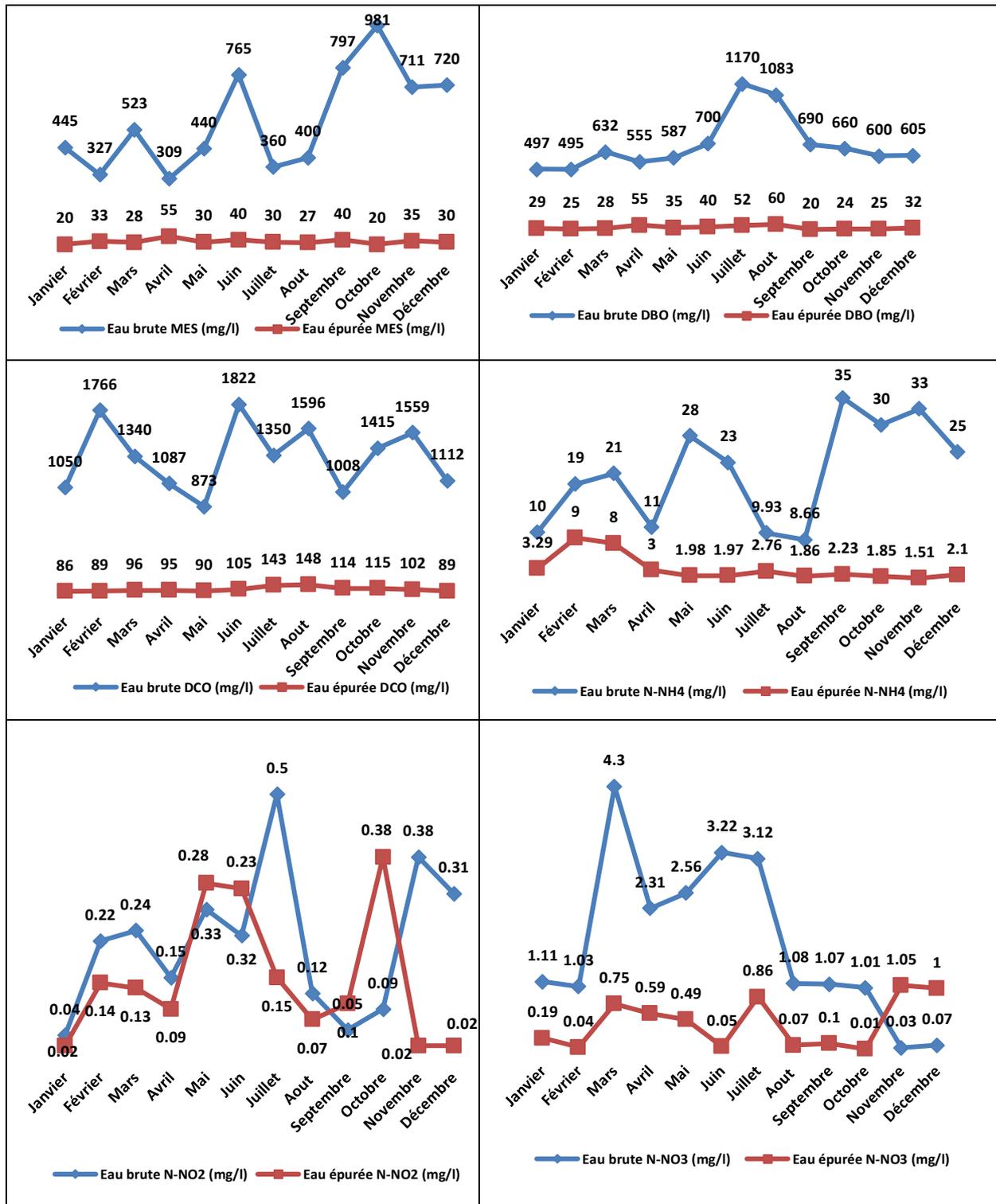
b) Qualité des eaux usées et création des périmètres d'irrigation lagune de Ras El Ma

La station de lagunage de Ras El Ma est dimensionnée pour une capacité de traitement de 44 560 équivalents habitants à l'horizon 2030, le débit des eaux usées de chaque horizon sont présentés dans le (tableau 31) :

Tableau 31 : Estimation des débits des eaux usées de différents horizons de Ras El Ma.

Année	2015	2020	2025	2030
Habitant (hab.)	35 711	38 318	41 254	44 560
débit des besoins journaliers (m³/j)	5 893	6323	6807	7352
Débits des eaux usées moyen (m³/j)	4 714	5 058	5 446	5 882
Débits des eaux usées moyen (l/s)	54	58	63	68
Coefficient de pointe Kp	1,85	1,84	1,82	1,81
Débits des eaux usées de pointe (l/s)	99	106	114	122
Débits des eaux usées de pointe (m³/j)	8 554	9 418	9 850	10 541

(Source : DRE, 2014)



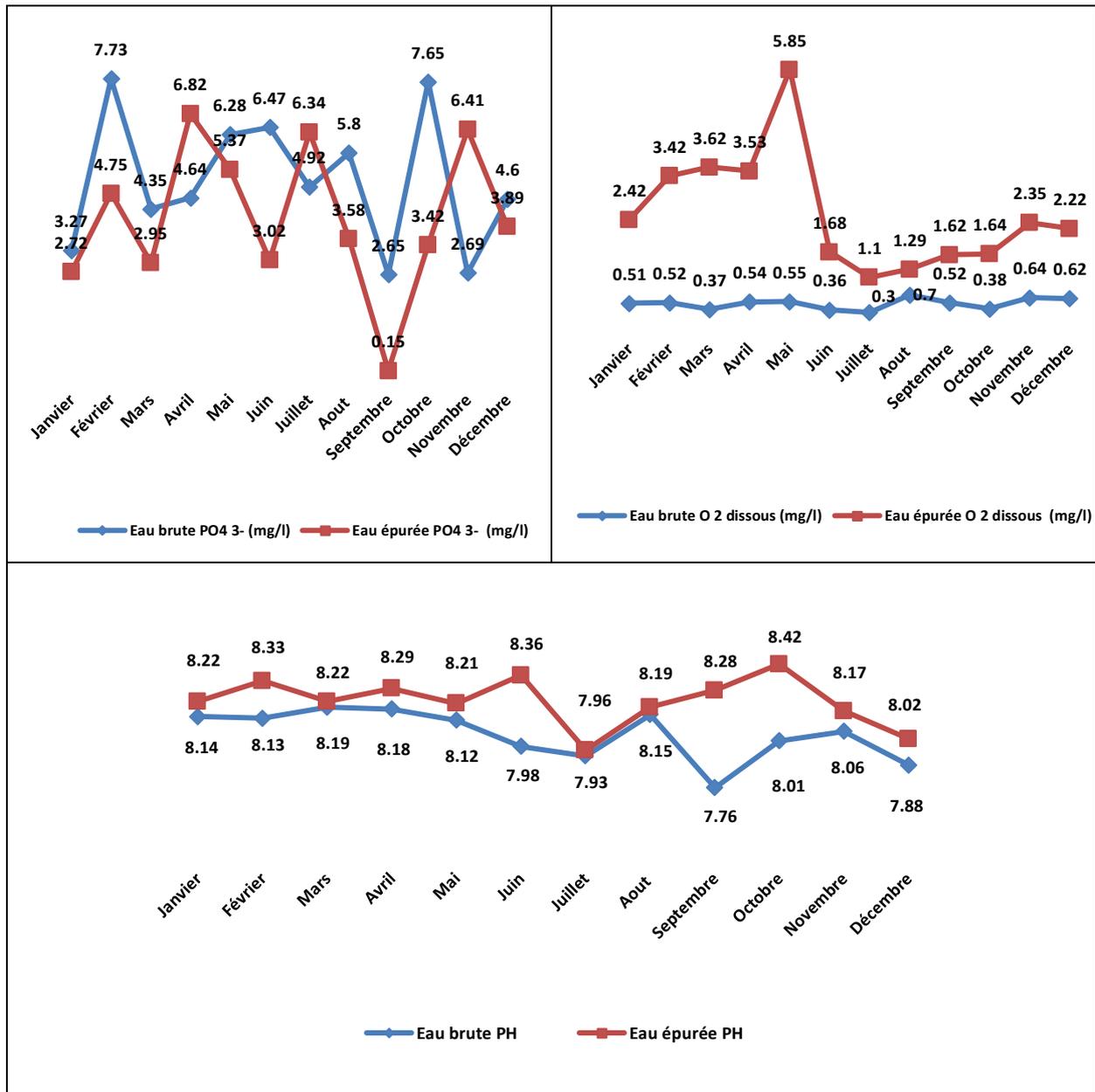


Figure 31 : Variation mensuel moyenne de (DCO, DBO₅,MES,N-NH₄,N-NO₂,N-NO₃,O₂dissous,PO₄³⁻,PH) de l'année 2016 (source :ONA.2016 Ras El Ma).

Le tableau 32 montre le volume d'eau épuré de la lagune de Ras El Ma, susceptible d'être prélevé pour différents horizons.

Tableau 32 : Volume d'eau épuré susceptible d'être prélevé pour la lagune de Ras El Ma.

Horizons	2015	2020	2025	2030
Débit rejeté (m ³ /j)	583	682	711	934
Volume d'eau épurée produite (m ³ /An)	212795	248930	259515	340910
Volume d'eau épurée prélevée pour réutilisation (m ³ /An)	170236	199144	207612	272728
Volume d'eau épurée prélevée pour réutilisation (m ³ /j)	466	546	569	747
Volume d'eau épurée prélevée pour réutilisation (l/s)	5.40	6.31	6.58	8.65
Superficie projetée (Ha)	100	120	150	200

(Source : DRE, 2016)

Discussion :

L'analyse des paramètres de pollution (DBO5, MES, DCO, NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻, PO₄³⁻) est faite selon les normes en vigueur. Ces analyses ont montrés que les valeurs moyennes mensuelles trouvées respectent les normes de rejet à la sortie de la station de lagune aérée de Ras El Ma de l'année 2016. Les périmètres d'irrigation projetée (282 ha), sera irriguée à partir des eaux épurées de la lagune de RAS EL MA, les zones délimitées ont été établies sur terrain avec les représentants de la DRE, de la DSA et ONA (voire figure 32).

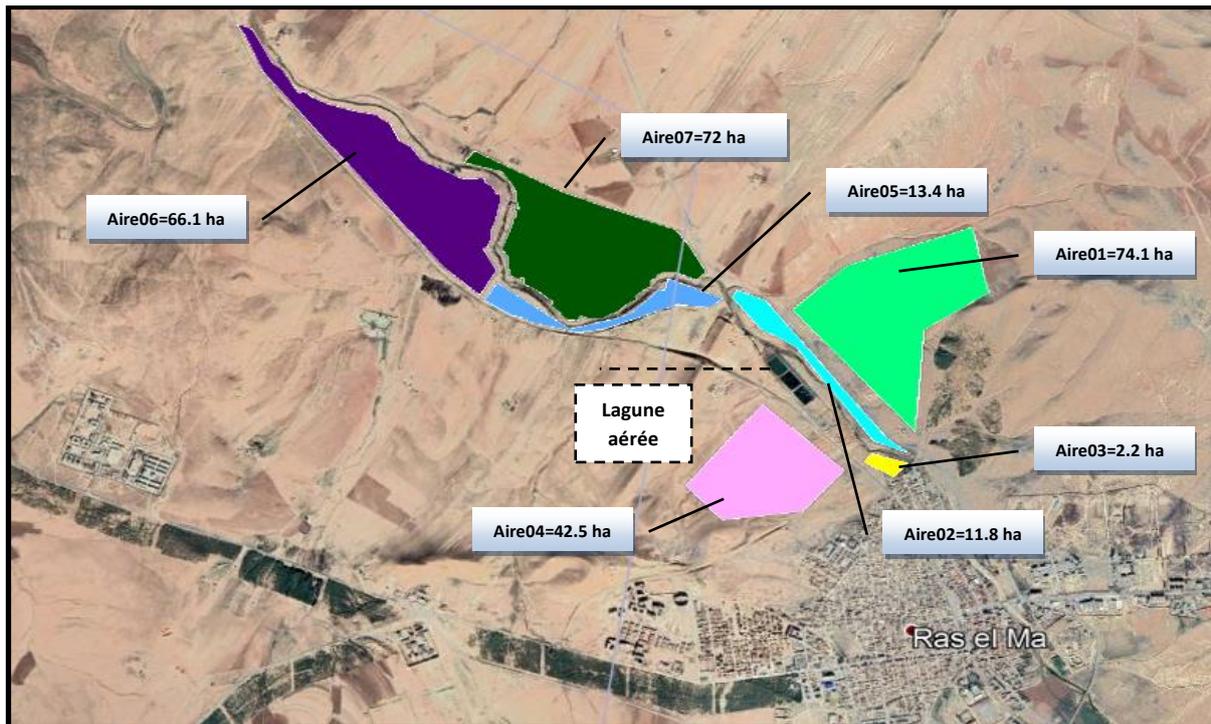


Figure 32 : Délimitation des aires d'irrigation (282ha) projetées de Ras El Ma. (Source : DRE, 2014).

Conclusion :

Les résultats de l'analyse réalisée à montrer l'importance du système de management environnementale, et cela est assuré par la bonne gestion des déchets générés par la STEP, la prévention continue contre les différents polluants. L'ensemble des résultats montre que les paramètres physico-chimique une élimination de la charge polluante de l'effluent traité à des valeurs admissibles. En outre, ca nous donne à réfléchir sur les performances environnementaux tel que la réutilisation des eaux épurées, création des aires a irriguées, optimisation de l'énergie électrique.

Conclusion et recommandations

Conclusion et recommandations

La plupart des études de cas et des enquêtes montrent qu'il est difficile d'attribuer directement des améliorations environnementales à l'adoption et à la certification du SME, mais les systèmes de gestion de l'environnement semblent jouer un rôle déterminant dans la réalisation de divers impacts. Les études indiquent que la mise en œuvre et la certification EMS aident les entreprises à intégrer leurs systèmes de gestion de l'environnement, de la santé et de la sécurité et, dans certains cas, leurs systèmes de gestion de l'environnement et de la qualité. Peut-être parce que la certification SME nécessite une forte participation des employés et des programmes de formation environnementale, de nombreuses entreprises signalent une sensibilisation accrue des employés aux aspects environnementaux de leur travail et à leurs responsabilités en matière de réduction des impacts négatifs.

Les entreprises certifiées ISO 14001 signalent également des améliorations de leurs performances environnementales, en particulier dans les domaines du recyclage des déchets, de la réduction des émissions atmosphériques et des déchets, de la réutilisation des matériaux, de la conservation de l'énergie et de l'eau et de la réduction de l'incidence sur l'environnement et la sécurité.

Dans cette étude, on peut conclure que la mise en œuvre du SME ISO 14001 a une relation positive et significative avec la performance de la STEP de Sidi Bel Abbes géré par l'ONA. D'autre part, les objectifs environnementaux que les stations de dépollution de Sidi Bel Abbes fixent généralement ne vont pas au-delà de la conformité; ils tournent généralement autour des efforts pour atteindre la conformité et gérer les ressources plus efficacement.

Une tentative a été faite pour étudier la certification ISO 14001 d'une station d'épuration Sidi Bel Abbes, sachant que cette station ne fonctionne pas à pleine capacité, car environ 16410 m³ d'eau brute sont traités. Des visites de sites ont été effectuées régulièrement pour étudier les procédés du système de traitement des effluents d'origine et caractérisation de la qualité des eaux usées traitées de la station d'épuration de la ville de Sidi Bel Abbès nécessite la connaissance de certains paramètres essentiels, à savoir les paramètres physico-chimiques (MES, DBO₅, DCO, pH et C.E) et les paramètres microbiologiques (coliformes fécaux, coliformes totaux, œufs d'helminthes). En fait, les analyses physico-chimiques et microbiologiques effectuées sur des échantillons prélevés en amont et en aval de la station d'épuration dans la période entre 2014 et 2017 indiquent une bonne performance de l'épuration.

Conclusion et recommandations

L'analyse des résultats pour les métaux lourds, notamment le fer, le zinc et le manganèse, montre que les concentrations ne dépassent pas les normes recommandées à des fins d'irrigation.

L'eau sortant de la station d'épuration de la ville de Sidi Bel Abbes a une assez bonne qualité microbiologique selon la loi algérienne [Journal officiel de la République algérienne 2012] fixant les spécifications des eaux usées traitées utilisées à des fins d'irrigation), ce qui est confirmé par les résultats obtenus pour le total (14,2 UFC / 100 ml) et les coliformes fécaux (18,4 UFC / 100 ml). Les œufs d'helminthes sont complètement absents.

Depuis l'installation du Système de Management Environnemental (SME) selon ISO 14001 qui vise à atteindre les objectifs environnementaux. La STEP de la ville de Sidi Bel Abbes parvient à réaliser une gestion intégrée des déchets grâce à la récupération des eaux usées épurées. En outre, une étude pédologique de la plaine de Sidi Bel Abbès nous a permis de connaître les caractéristiques physico-chimiques des sols de la zone d'étude. Selon les résultats de l'analyse, les sols les plus dominants sont calcimagnétiques et peu développés. En fonction des paramètres étudiés et de l'aptitude du sol aux cultures, la zone d'étude a été divisée en cinq catégories dans lesquelles seules trois catégories sont cultivables. La superficie totale irrigable est d'environ 1618 ha.

Les résultats du système de management environnemental (SME) travail avec les aspects environnementaux directs tels que l'utilisation de l'énergie, du papier, plastique, des produits chimiques, les transports et la gestion des déchets sont tangibles :

- La consommation de l'énergie électrique a été optimisée avec un ratio 0.31 KWh/m³ depuis l'installation du SME.
- L'épandage de boues sur le sol s'est révélée être un contributeur majeur à la performance environnementale de la station d'épuration, car dans l'année 2016 les 100 % de la boue produite a été valorisée. Par ailleurs, une analyse des métaux lourds susceptibles d'être présents dans les boues déterminera si ces dernières peuvent être considérées comme des déchets spéciaux dangereux.
- La quantité valorisée des ressources recyclées depuis l'installation du SME au niveau la STEP est 560 kg entre papier et plastique soit 16% de la quantité globale des autres STEP certifiées en Algérie, 140 unités de cartouche d'encre et batteries soit 70 %, 850 L huiles usagées soit 77% de la quantité globale recyclées.

Conclusion et recommandations

- Une quantité considérable des déchets spéciaux dangereux a été stockés dans un locale approprié des ces déchets, tout en conservant la température ambiante de stockage à savoir 20 °C.

Les résultats obtenus a partir de l'analyse et audit environnemental de la STEP, ambitionne de prévenir la pollution et minimiser l'impact de ses processus de l'épuration et de ses produits sur l'environnement par l'identification, l'évaluation et l'atténuation des risques et des aspects environnementaux liés aux activités.

Cette étude a montré satisfaction du site de l'épuration en question par rapport aux exigences de la norme ISO 14001 particulièrement pour les volets : gestion des déchets et analyse des impacts environnementaux. L'implantation des mesures d'améliorations proposées dans cette étude a permis une amélioration globale du système de management environnemental et une augmentation de la conformité réglementaire.

Recommandations :

D'après les pratiques européennes, si le sable contient moins de 3 % de matière organique, il peut être envoyé vers une décharge pour déchets ultimes ou recyclé en sous-couche routière, remblai ou lit de pose de canalisation d'assainissement. Si ce pourcentage est supérieur à 3 %, le lavage de sable peut alors être effectué à l'aide d'un laveur de sable. Pour une meilleure gestion du sable, la station pourrait se doter d'un laveur de sable d'une capacité de traitement d'une tonne par heure. Le sable lavé peut être recyclé dans la reconstitution de la couche de sable des lits de séchage des boues.

Installation de deux préleveurs échantillonneurs automatiques proportionnels aux débits avec réfrigération des échantillons entre 0° et 4°C. Ces échantillonneurs permettront de constituer des échantillons moyens journaliers (sur 24 heures) qui seront analysés au laboratoire de la STEP ou envoyés au laboratoire centrale de l'ONA et ceci afin de mieux suivre le flux de pollution entrant et sortant de la STEP et calculer les rendements épuratoires.

A fin de réduire les émissions atmosphériques, L'efficacité du lit de séchage sera d'autant plus grande, que les prescriptions suivantes seront respectées :

- Le lit sera exempt de toute végétation ;
- Un arrosage du lit avant la coulée de boues facilitera la filtration ;

Conclusion et recommandations

- La couche de boue coulée sur le lit n'excédera pas 20 cm voire 10 cm pour les boues épaisses ;
- Après quelques extractions, enlèvements sur un même lit, il est nécessaire d'apporter du sable jusqu'à concurrence de 5 cm.

Pour éviter la contamination des sols il faut s'assurer de l'étanchéité des ouvrages et des liaisons inter-ouvrages. Actuellement aucune fuite n'a été constatée durant la période de l'élaboration de l'audit et les ouvrages sont bien étanches ainsi que les canalisations.

La compensation de l'énergie électrique réactive est une solution éco-efficace. Elle permet de réduire l'intensité du courant dans le réseau électrique et limiter ainsi les pertes par effet joule. En outre, elle permet de réduire la facture énergétique d'une manière significative. Une étude du réseau électrique au niveau de la STEP est nécessaire pour déterminer :

- La pollution du réseau par les courants harmoniques et l'emplacement des filtres anti-harmoniques ;
- La puissance de la batterie de compensation nécessaire ;
- Les coûts de l'installation.

Nos résultats ont des implications pour les gestionnaires, les universitaires, les consultants et les décideurs politiques en matière de SME. Aux décideurs, nous recommandons une approche holistique dans la conception, la communication, la mise en œuvre et le suivi des réglementations et des politiques qui promeuvent efficacement la protection de l'environnement. Les décideurs devraient mettre davantage l'accent sur la sensibilisation aux problèmes et aux avantages de l'adoption de SME certifiés.

Enfin, Compte tenu des différentes caractéristiques des différentes entreprises, l'établissement d'une bibliothèque d'indicateurs environnementaux à l'avenir permettrait de mieux évaluer les performances environnementales de l'industrie et traitement des eaux usées. Deuxièmement, il convient de noter que le certificat SME est la preuve de la responsabilité d'une entreprise envers l'environnement mais non une garantie de protection de l'environnement. Pendant la phase d'exploitation, les critères ou objectifs environnementaux pourraient changer, ainsi l'amélioration continue et l'ajustement des critères d'évaluation aideraient les entreprises à aborder le développement durable.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Bibliographie

- Augustos de Lemos Chernicharo, C. and M. Von Sperling (2005). Biological wastewater treatment in warm climate regions, IWA publishing.
- Asano, T. (1998). Wastewater reclamation and reuse: water quality management library, Crc Press.
- Angelakis, A. and P. Gikas (2014). "Water reuse: Overview of current practices and trends in the world with emphasis on EU states." *Water Utility Journal* 8(67): e78.
- Asano, T., M. Maeda and M. Takaki (1996). "Wastewater reclamation and reuse in Japan: overview and implementation examples." *Water Science and Technology* 34(11): 219-226.
- Ayers, R. S. and D. W. Westcot (1985). Water quality for agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.
- Ammenberg, J., G. Wik and O. Hjelm (2001). "Auditing external environmental auditors—investigating how ISO 14001 is interpreted and applied in reality." *Eco-Management and Auditing: The Journal of Corporate Environmental Management* 8(4): 183-192.
- Ann, G. E., S. Zailani and N. Abd Wahid (2006). "A study on the impact of environmental management system (EMS) certification towards firms' performance in Malaysia." *Management of Environmental Quality: An International Journal* 17(1): 73-93.
- Abarnou, A., J.-F. Guillaud, L. Miossec and A. Batt (1990). "La chloration des effluents urbains avant rejet en mer."
- AFNOR (1996). Qualité des sols. Recueil de normes françaises, Afnor Paris.
- Bansal, P. and Bogner, W.C. (2002) 'Deciding on ISO 14001: Economics, institutions, and context', *Long Range Planning*, 35(3), pp. 269–290.
- Boiral, O. (2006). "La certification ISO 14001: une perspective néo-institutionnelle." *Management international* 10(3): 67-79.
- Belaid, N. (2010). Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hajeb-Sfax: salinisation, accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques, Limoges.
- Barraqué*, B., L. Isnard*, M. Montginoul*, J.-D. Rinaudo** and J. Souriau*** (2011). "Baisse des consommations d'eau potable et développement durable." *Responsabilité et Environnement*(3): 102-108.
- Brears, R. C. (2016). Urban water security, John Wiley & Sons.
- Banens, M. (1994). "La prévision de sous-populations par la méthode des tendances partielles." *Population (french edition)*: 1130-1138.

- Buras, N., L. Duek and S. Niv (1985). "Reactions of fish to microorganisms in wastewater." *Applied and environmental microbiology* 50(4): 989-995
- Boutin, C., A. Heduit and J. Helmer (2009). "Wastewater Technologies in the aim to reuse the treated wastewater."
- Barona, J. L. (2008). "Nutrition and health. The international context during the inter-war crisis." *Social History of Medicine* 21(1): 87-105.
- Bixio, D., C. Thoeye, T. Wintgens, R. Hochstrat, T. Melin, H. Chikurel, A. Aharoni and B. Durham (2006). "Wastewater reclamation and reuse in the European Union and Israel: Status quo and future prospects." *International Review for Environmental Strategies* 6(2): 251-268.
- Barreto, A. N., J. J. Do Nascimento, E. P. d. Medeiros, J. A. d. Nóbrega and J. R. Bezerra (2013). "Changes in chemical attributes of a Fluvent cultivated with castor bean and irrigated with wastewater." *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 17: 480-486.
- Becerra-Castro, C., A. R. Lopes, I. Vaz-Moreira, E. F. Silva, C. M. Manaia and O. C. Nunes (2015). "Wastewater reuse in irrigation: A microbiological perspective on implications in soil fertility and human and environmental health." *Environment international* 75: 117-135.
- Baldock, J. and J. Skjemstad (2000). "Role of the soil matrix and minerals in protecting natural organic materials against biological attack." *Organic geochemistry* 31(7-8): 697-710.
- Barker, S. F., J. O'Toole, M. I. Sinclair, K. Leder, M. Malawaraarachchi and A. J. Hamilton (2013). "A probabilistic model of norovirus disease burden associated with greywater irrigation of home-produced lettuce in Melbourne, Australia." *Water research* 47(3): 1421-1432.
- Bessant, J., Lamming, R., Noke, H. and Phillips, W. (2005) 'Managing innovation beyond the steady state', *Technovation*, 25(12), pp. 1366–1376.
- Boiral, O. and J.-M. Sala (1998). "Environmental management: should industry adopt ISO 14001?" *Business horizons* 41(1): 57-64.
- Balta, W. and Woodside, G. (1999) 'Try it—you'll like it (about ISO 14001)', *The Environmental Forum*, 16(2), pp. 36–41.
- Bansal, P. and W. C. Bogner (2002). "Deciding on ISO 14001: economics, institutions, and context." *Long Range Planning* 35(3): 269-290.
- Campos, H. and M. Von Sperling (1996). "Estimation of domestic wastewater characteristics in a developing country based on socio-economic variables." *Water Science and Technology* 34(3-4): 71-77.
- Cooper, P. (2001). "Historical aspects of wastewater treatment." *Decentralised Sanitation and Reuse*.

Bibliographie

- Carr, R. (2005). "WHO guidelines for safe wastewater use—more than just numbers." *Irrigation and Drainage: The journal of the International Commission on Irrigation and Drainage* 54(S1): S103-S111.
- Castellano, M. and T. Valone (2007). "Livestock, soil compaction and water infiltration rate: evaluating a potential desertification recovery mechanism." *Journal of Arid Environments* 71(1): 97-108.
- Cheremisinoff, N. P. and A. Davletshin (2010). *Emergency response management of offshore oil spills: Guidelines for emergency responders*, John Wiley & Sons.
- Chattopadhyay, S. P. (2001). "Improving the speed of ISO 14000 implementation: a framework for increasing productivity." *Managerial Auditing Journal*.
- Corbett, C. J. and D. A. Kirsch (1999). *ISO 14000: An agnostic's report from the frontline*, John E. Anderson Graduate School of Management at UCLA, Center for.
- CPCS (1967). *Taravaux de la Commission de Pédologie et de Cartographie des sols*.
- Dehghani, R., M. B. Miranzadeh, A. M. Tehrani, H. Akbari, L. Iranshahi and A. Zeraatkar (2018). "Evaluation of raw wastewater characteristic and effluent quality in Kashan Wastewater Treatment Plant." *Membrane Water Treatment* 9(4): 273-278.
- Daloz, A., N. Gaertner-Mazouni, M. Barral, N. Malet, L. Moragues, A. Fiandrino, T. Laugier, V. Derolez and D. Munaron (2009). *Le Réseau de Suivi Lagunaire: un outil de diagnostic et d'aide à l'action pour la lutte contre l'eutrophisation des lagunes. Une stratégie d'information et de transfert aux acteurs*. 4th European Conference on coastal lagoon Research.
- Da Silva, A. M. M. and L. B. Sacomani (2001). "Using chemical and physical parameters to define the quality of Pardo River water (Botucatu-SP-Brazil)." *Water research* 35(6): 1609-1616.
- Drechsel, P. and A. E. Evans (2010). "Wastewater use in irrigated agriculture." *Irrigation and Drainage Systems* 24: 1-3.
- Drechsel, P., G. Danso and M. Qadir (2015). "Wastewater use in agriculture: challenges in assessing costs and benefits." *Wastewater: Economic asset in an urbanizing world*: 139-152.
- DeForest, J. L., D. R. Zak, K. S. Pregitzer and A. J. Burton (2004). "Atmospheric nitrate deposition, microbial community composition, and enzyme activity in northern hardwood forests." *Soil Science Society of America Journal* 68(1): 132-138.
- Dickin, S. K., C. J. Schuster-Wallace, M. Qadir and K. Pizzacalla (2016). "A review of health risks and pathways for exposure to wastewater use in agriculture." *Environmental health perspectives* 124(7): 900-909.

Bibliographie

- D'Souza, C. (2004). "ISO 14000 Standards: An environmental solution or a marketing opportunity?" *Electronic Green Journal* 1(20).
- Eckenfelder, W. W. (1980). *Principles of water quality management*, Springer.
- FARAOUN, F. and K. BENABDELI (2010). "Cartographie et caractérisation physico-chimique des sols de la plaine de Sidi Bel Abbés (Algérie occidentale)." *Afr. Sci* 6(3): 18-26.
- Faby, J.-A. and F. Brissaud (1997). "La réutilisation des eaux usées épurées dans les schémas directeurs d'assainissement et dans certains cas, pour économiser l'eau." *Environnement & technique*(168): 35-39.
- FAO's QUASTAT - Global Information System on Water and Agriculture ... account the average precipitation between 1961-1990" or "Data actually from 1998".
- FAO. Wastewater Treatment and Use in Agriculture. Available online: <http://www.fao.org/docrep/T0551E/T0551E00.htm> (accessed on 30 April 2017).
- Fura, B. (2013). "Improving ISO 14001 Environmental Management Systems." *Polish Journal of Environmental Studies* 22(6).
- Gendron, C. (2004). *La gestion environnementale et la norme ISO 14001*, PUM.
- Graham, C. (2012). *Biodégradabilité de la matière organique «non biodégradable» des eaux usées*, Ecole Polytechnique, Montreal (Canada).
- Gorini, D., J. Choubert, P. Le Pimpec and A. Héduit (2010). "Caractérisation et biodégradabilité des eaux résiduaires." *Techniques, sciences, méthodes*(11): 65.
- Guilloteau, J. (1992). "Traitement des eaux résiduaires par infiltration percolation." *Performances biomasse et renouvellement des gaz*. These de doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 156p.+ annexes.
- Gerba, C. and J. Rose (2003). "International guidelines for water recycling: microbiological considerations." *Water Science and Technology: Water Supply* 3(4): 311-316.
- Gbedemah, F. S. (2004). "Environmental management system (ISO 14001) certification in manufacturing companies in Ghana: prospects and challenges." Retrieved online from http://www.lumes.lu.se/database/alumni/03.04/theses/gbedemah_francis.pdf.
- Gupta, S., V. Jena, S. Jena, N. Davić, N. Matic, D. Radojević and J. Solanki (2013). "Assessment of heavy metal contents of green leafy vegetables." *Croatian Journal of Food Science and Technology* 5(2): 53-60.
- Hoffman, A. J. (1999). "Institutional evolution and change: Environmentalism and the US chemical industry." *Academy of management journal* 42(4): 351-371.
- Haghighi Asl, A. I., A. Ahmadpour and N. Fallah (2017). "Photocatalytic treatment of spent caustic wastewater in petrochemical industries." *Advances in Environmental Technology* 2(3): 153-168.

Bibliographie

Henry, L. (1966). "Analyse et mesure des phénomènes démographiques par cohortes." *Population* (french edition): 465-482.

Hockberger, P. E. (2002). "A History of Ultraviolet Photobiology for Humans, Animals and Microorganisms." *Photochemistry and photobiology* 76(6): 561-579.

Heberer, T. (2002). "Occurrence, fate, and removal of pharmaceutical residues in the aquatic environment: a review of recent research data." *Toxicology letters* 131(1-2): 5-17.

Hamilton, A. J., F. Stagnitti, S. C. Kumarage and R. R. Premier (2007). "RIRA: A tool for conducting health risk assessments for irrigation of edible crops with recycled water." *Computers and electronics in agriculture* 57(1): 80-87.

Hillary, R. (2004). "Environmental management systems and the smaller enterprise." *Journal of cleaner production* 12(6): 561-569.

Haider, S. (2016). *Environmental management system ISO 14001: 2004: handbook of transition with CD-ROM*, CRC Press.

Jimenez, B. (2007). "Helminth ova removal from wastewater for agriculture and aquaculture reuse." *Water Science and Technology* 55(1-2): 485-493.

Jiménez, B. and T. Asano (2008). "Water reuse: An international survey of current practice, issues and needs."

Jiménez, B., D. Mara, R. Carr and F. Brissaud (2009). *Wastewater treatment for pathogen removal and nutrient conservation: suitable systems for use in developing countries. Wastewater irrigation and health*, Routledge: 175-196.

Jiménez, B., C. Maya, J. A. Barrios and I. Navarro (2017). *Helminths and their role in environmental engineering. Human Helminthiasis*, IntechOpen.

Jump, R. A. (1995). "Implementing ISO 14000: Overcoming barriers to registration." *Environmental Quality Management* 5(1): 9-14.

Kokkinos, P., G. Mandilara, A. Nikolaidou, A. Velegraki, P. Theodoratos, D. Kampa, A. Blougoura, A. Christopoulou, E. Smeti and G. Kamizoulis (2015). "Performance of three small-scale wastewater treatment plants. A challenge for possible re use." *Environmental Science and Pollution Research* 22: 17744-17752.

Keffala, C., C. Harerimana and J.-L. Vassel (2012). "Œufs d'helminthes dans les eaux usées et les boues de station d'épuration: enjeux sanitaires et intérêt du traitement par lagunage." *Environnement, Risques & Santé* 11(6): 511-520.

Kamizoulis, G. (2008). "Setting health based targets for water reuse (in agriculture)." *Desalination* 218(1-3): 154-163.

Bibliographie

Kurylłowicz, K. (1996). "ISO 14000: buying into the international environmental standards." *Modern Purchasing* 38(3): 14-17.

Lorenzo, M. and Y. Picó (2019). "Wastewater-based epidemiology: current status and future prospects." *Current Opinion in Environmental Science & Health* 9: 77-84.

Leridon, H. (1983). "Un taux d'accroissement constant comme objectif démographique et méthode de projection." *Population (french edition)*: 343-360.

Leduc, R. and R. Gehr (1990). "L'abattement des bactéries coliformes dans les étangs aérés facultatifs—2. Variables abiotiques." *Water Quality Research Journal* 25(2): 231-264.

Li, Y., W. Zhou, B. Hu, M. Min, P. Chen and R. R. Ruan (2011). "Integration of algae cultivation as biodiesel production feedstock with municipal wastewater treatment: strains screening and significance evaluation of environmental factors." *Bioresource technology* 102(23): 10861-10867.

Levy, G., A. Lordian, D. Goldstein and M. Borisover (2014). "Soil structural indices' dependence on irrigation water quality and their association with chromophoric components in dissolved organic matter." *European journal of soil science* 65(2): 197-205.

Li, S.-X., Z.-H. Wang and B. Stewart (2013). "Responses of crop plants to ammonium and nitrate N." *Advances in agronomy* 118: 205-397.

Li, J., L. Pu, M. Han, M. Zhu, R. Zhang and Y. Xiang (2014). "Soil salinization research in China: Advances and prospects." *Journal of Geographical Sciences* 24: 943-960.

Ligi, T., M. Truu, J. Truu, H. Nõlvak, A. Kaasik, W. J. Mitsch and Ü. Mander (2014). "Effects of soil chemical characteristics and water regime on denitrification genes (*nirS*, *nirK*, and *nosZ*) abundances in a created riverine wetland complex." *Ecological Engineering* 72: 47-55.

Liu, C., L. Grillner, K. Jonsson, A. Linde, K. Shen, A. T. Lindell, B. Z. Wirtgart and K. Johansen (2006). "Identification of viral agents associated with diarrhea in young children during a winter season in Beijing, China." *Journal of Clinical Virology* 35(1): 69-72.

Lozano, M. and J. Vallés (2007). "An analysis of the implementation of an environmental management system in a local public administration." *Journal of environmental management* 82(4): 495-511.

Lascelles, D. and B. Dale (1991). "Levelling out the future." *The TQM Magazine* 3(6).

Luo, X. and C. B. Bhattacharya (2006). "Corporate social responsibility, customer satisfaction, and market value." *Journal of marketing* 70(4): 1-18.

Montabon, F., et al. (2000). "ISO 14000: assessing its perceived impact on corporate performance." *Journal of Supply Chain Management* 36(1): 4-16.

Bibliographie

- Mostafaii, G., R. Dehghani, M. Najafi, G. Moosavi, M. Rajaei, V. K. Moghadam and S. Takhtfiroozeh (2017). "Frequency of urban pests and pesticides consumption in the residential houses of the east of Tehran city, Iran." *Journal of Entomological Research* 41(2): 125-132.
- Metcalf, L., H. P. Eddy and G. Tchobanoglous (1991). *Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse*, McGraw-Hill New York.
- Murray, A. and I. Ray (2010). "Wastewater for agriculture: A reuse-oriented planning model and its application in peri-urban China." *Water Research* 44(5): 1667-1679.
- Mara, D., P. Sleight, U. Blumenthal and R. Carr (2007). "Health risks in wastewater irrigation: comparing estimates from quantitative microbial risk analyses and epidemiological studies." *Journal of Water and Health* 5(1): 39-50.
- Montabon, F., S. A. Melnyk, R. Sroufe and R. J. Calantone (2000). "ISO 14000: assessing its perceived impact on corporate performance." *Journal of Supply Chain Management* 36(1): 4-16.
- Montabon, F., R. Sroufe and R. Narasimhan (2007). "An examination of corporate reporting, environmental management practices and firm performance." *Journal of Operations Management* 25(5): 998-1014.
- Murrari, P. C. (1999). "Inching toward environmental regulatory reform-ISO 14000: much ado about nothing or a reinvention tool." *Am. Bus. LJ* 37: 35.
- McFarland, V. A. and J. U. Clarke (1989). "Environmental occurrence, abundance, and potential toxicity of polychlorinated biphenyl congeners: considerations for a congener-specific analysis." *Environmental Health Perspectives* 81: 225-239.
- Naveh, E. and A. Marcus (2005). "Achieving competitive advantage through implementing a replicable management standard: Installing and using ISO 9000." *Journal of Operations Management* 24(1): 1-26.
- Office National de l'assainissement: manuel d'exploitation des STEP de la direction générale, 2021.
- Organization, W. H. (2010). *Hardness in drinking-water: background document for development of WHO guidelines for drinking-water quality*, World Health Organization.
- Organization, W. H. (2006). *WHO guidelines for the safe use of wastewater excreta and greywater*, World Health Organization.
- Papaiacovou, I. (2001). "Case study—wastewater reuse in Limassol as an alternative water source." *Desalination* 138(1-3): 55-59.
- Pineau, M. (1994). *Étude de performance d'un biofiltre à lit ruisselant pour l'enlèvement des composés carbonés et azotés d'eaux usées domestiques*, National Library of Canada= Bibliothèque nationale du Canada, Ottawa.

Bibliographie

- Petterson, S. R., N. J. Ashbolt and A. Sharma (2001). "Microbial risks from wastewater irrigation of salad crops: a screening-level risk assessment." *Water Environment Research* 73(6): 667-672.
- Puvanasvaran, A., R. S. Kerk and M. Muhamad (2011). Principles and business improvement initiatives of lean relates to Environmental Management System. First International Technology Management Conference, IEEE.
- Poksinska, B., J. Jörn Dahlgaard and J. A. Eklund (2003). "Implementing ISO 14000 in Sweden: motives, benefits and comparisons with ISO 9000." *International Journal of Quality & Reliability Management* 20(5): 585-606.
- Poksinska, B., J. Jörn Dahlgaard and J. A. Eklund (2003). "Implementing ISO 14000 in Sweden: motives, benefits and comparisons with ISO 9000." *International Journal of Quality & Reliability Management* 20(5): 585-606.
- Prajogo, D. I. and A. S. Sohal (2004). "The multidimensionality of TQM practices in determining quality and innovation performance—an empirical examination." *Technovation* 24(6): 443-453.
- Qasim, S. R. (2017). *Wastewater treatment plants: planning, design, and operation*, Routledge.
- Rendell, E. G. and K. A. McGinty (2004). "Environmental Management Systems." *A Guidebook for Improving Energy and Environmental Performance in Local Government*.
- Réty, M., J. Jacob, T. Thiebault, C. Le Milbeau, E. Destandau, L. Fougère and C. Morio (2016). Quels contrôles agissent sur la variabilité temporelle des polluants organiques dans les eaux usées? Cas de la station d'épuration de La source (Loiret, France). 3ème réunion des Chercheurs Francophones en Géochimie Organique.
- Radoux, M. (1989). "Épuration des eaux usées par Hydrosère reconstituée." *Tribune de l'eau* 42(4): 62-68.
- Ranjard, L. and A. Richaume (2001). "Quantitative and qualitative microscale distribution of bacteria in soil." *Research in microbiology* 152(8): 707-716.
- Renzi, M. F. and L. Cappelli (2000). "Integration between ISO 9000 and ISO 14000: Opportunities and limits." *Total Quality Management* 11(4-6): 849-856.
- Rodier J. L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème Edition. Dunod, Paris (2005).
- Sheldon, C. and M. Yoxon (2002). *Installing environmental management systems: a step-by-step guide*, Earthscan.
- Silva, S. and D. Mara (1979). "Biological treatment of wastewater: Stabilization ponds." *Rio de Janeiro: ABES*. 140p.

Bibliographie

Seyhi, B., P. Droguil, G. Buelna, J.-F. Blais and M. Heran (2011). "État actuel des connaissances des procédés de bioréacteur à membrane pour le traitement et la réutilisation des eaux usées industrielles et urbaines." *Revue des Sciences de l'Eau* 24(3): 283-310.

Suschka, J. and E. Ferreira (1986). "Activated sludge respirometric measurements." *Water research* 20(2): 137-144.

Seguí, L. (2004). *Reclamation and Reuse System Wastewater. Methodology for the Technical Economic Analysis and Cases*, Polytechnic University of Catalonia Barcelona, Spain.

Silva, J., P. Torres and C. Madera (2008). "Domestic wastewater reuse in agriculture. A review." *Agronomía colombiana* 26(2): 347-359.

Stapleton, P. J., M. A. Glover and P. S. Dvis (2001). *Environmental management systems: an implementation guide for small & medium sized organizations*, NSF.

Sharma, U. (2003). "Implementing lean principles with the Six Sigma advantage: how a battery company realized significant improvements." *Journal of Organizational Excellence* 22(3): 43-52.

Sroufe, R. (2003). "Effects of environmental management systems on environmental management practices and operations." *Production and operations management* 12(3): 416-431.

Siebe, C. (1995). "Heavy metal availability to plants in soils irrigated with wastewater from Mexico City." *Water Science and Technology* 32(12): 29-34.

Sanders, E. C., Y. Yuan and A. Pitchford (2013). "Fecal coliform and E. coli concentrations in effluent-dominated streams of the Upper Santa Cruz watershed." *Water* 5(1): 243-261.

Tchobanoglous, G. and E. E. Schroeder (1985). "Water quality: characteristics, modeling, modification."

Tzanakakis, V., N. Paranychianaki and A. Angelakis (2007). "Soil as a wastewater treatment system: Historical development." *Water Science and Technology: Water Supply* 7(1): 67-75.

Turk, A. M. (2009). "The benefits associated with ISO 14001 certification for construction firms: Turkish case." *Journal of Cleaner Production* 17(5): 559-569.

Van Imhoff, E. and W. Post (1997). "Méthodes de micro-simulation pour des projections de population." *Population (French Edition)*: 889-932.

Vasel, J. (2007). "Evolution de l'Assainissement individuel: perspectives et questions en suspens." *Tribune de l'eau* 60(641): 3-16.

UN World Water Development Report 2017 - Wastewater, the Untapped Resource.

Bibliographie

- Vachon, S. and R. D. Klassen (2008). "Environmental management and manufacturing performance: The role of collaboration in the supply chain." *International journal of production economics* 111(2): 299-315.
- Vilain, M. (1989). "La production végétale. Volume 2–La maîtrise technique de la production." *Agriculture d’Aujourd’hui, Sciences, Techniques, Applications*. Agence francophone pour l’enseignement supérieur et la recherche AUPELF. UREF, Technique et Documentation. Lavoisier.
- Wong, F. Y., P. Phommachanh, W. Kalpravidh, C. Chanthavisouk, J. Gilbert, J. Bingham, K. R. Davies, J. Cooke, D. Eagles and S. Phiphakhavong (2015). "Reassortant highly pathogenic influenza A (H5N6) virus in Laos." *Emerging infectious diseases* 21(3): 511.
- WHO (World Health Organisation) (1993). *Guidelines for drinking-water quality. Volume 1.Recommendations*. WHO, Geneva. 2 ed. 188 p.
- WHO. World Health Organization, Health, (1989). *Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture*. Technical Report Series No. 778. WHO, Geneva.
- Organization, W. H. (2006). *The world health report 2006: working together for health*, World Health Organization.
- Wen, Q., C. Tutuka, A. Keegan and B. Jin (2009). "Fate of pathogenic microorganisms and indicators in secondary activated sludge wastewater treatment plants." *Journal of Environmental Management* 90(3): 1442-1447.
- Woodside, G. and P. Aurrichio (2000). *ISO 14001 auditing manual*, McGraw Hill Professional.
- Yapo, B. O., V. Mambo, A. Séka, A. D. Yapi and P. Houenou (2009). "Caractérisation par fractionnement gravimétrique de la matière organique contenue dans les eaux usées: application à l’étude de la biodégradabilité." *Journal de la Société ouest-africaine de chimie* 27: 21-37.
- Zhang, K. and K. Farahbakhsh (2007). "Removal of native coliphages and coliform bacteria from municipal wastewater by various wastewater treatment processes: implications to water reuse." *Water research* 41(12): 2816-2824.
- Zambrano, J. F. (2012). *Développement d'un procédé d'élimination de l'Arsenic en milieu aqueux, associant électrocatalyse et filtration*, Grenoble.
- Zandonadi, D. B., M. P. Santos, J. G. Busato, L. E. P. Peres and A. R. Façanha (2013). "Plant physiology as affected by humified organic matter." *Theoretical and Experimental Plant Physiology* 25: 13-25.

Liste des tableaux

Tableau 1 : l'association entre les principales exigences de qualité et les utilisations correspondantes de l'eau.....	23
Tableau 2 : Principaux polluants, leur source et leurs effets.....	26
Tableau 3 : Plages typiques de consommation d'eau par habitant.....	31
Tableau 4 : Facteurs qui influencent la consommation d'eau.....	31
Tableau 5 : Principales caractéristiques physiques des eaux usées domestiques.....	32
Tableau 6 : Principales caractéristiques chimiques des eaux usées domestiques.....	33
Tableau 7 : Principaux organismes présents dans les eaux usées domestiques.....	34
Tableau 8 : Microorganismes présents dans les eaux usées domestiques brutes des pays en développement.....	46
Tableau 9 : Niveaux de traitement des eaux usées.....	49
Tableau 10 : Caractéristiques des principaux niveaux de traitement des eaux usées.....	50
Tableau 11 : Performances (en %) des différents traitements tertiaires.....	61
Tableau 12 : Risques chimiques et biologiques associés à l'utilisation des eaux usées brutes en agriculture.....	81
Tableau 13 : Comparaison de la pluviométrie sur 2 périodes (1913-38 et 1966-2010).....	91
Tableau 14 : Comparaison de la pluviométrie sur 2 périodes (1913-38 et 1966-2010).....	93
Tableau 15 : Données climatiques à Sidi Bel Abbés.....	96
Tableau 16 : Pondération et évaluation des aspects environnementaux.....	120
Tableau 17 : Les critères d'évaluation (original).....	120
Tableau 18 : Nombre des questions par chapitre.....	121
Tableau 19 : Analyse environnementale de la STEP de Sidi Bel Abbés.....	129
Tableau 20 : Analyse des causes des aspects environnementaux significatifs.....	137
Tableau 21 : les résultats de l'autodiagnostic du SME de la STEP de Sidi Bel Abbés.....	137
Tableau 22 : Mesure Min-Max-Moy de l'analyse physico-chimique des eaux usées brutes et épurées.....	143
Tableau 23 : Résultats d'analyse pour les eaux épurées de Ca, Mg, Na, C.E et SAR.....	144
Tableau 24 : Liste des réactifs et produits périmés issues du laboratoire.....	146
Tableau 25 : Déchets générés au niveau de la STEP Sidi Bel Abbés.....	147
Tableau 26 : Mode de gestion des déchets.....	148
Tableau 27.a: Teneurs limites en éléments-traces dans les boues.....	152
Tableau 27.b: Teneurs limites en composés-traces organiques dans les boues.....	152
Tableau 28.a: Valorisation des ressources recyclées de la STEP/SBA.....	158
Tableau 28.b: stockage des déchets spéciaux dangereux STEP/SBA.....	158
Tableau 29 : Estimation des débits des eaux usées de différents horizons de Moulay Slissen.....	159

Tableau 30 : Volume d'eau épuré susceptible d'être prélevé pour la lagune de Moulay Slissen.....	161
Tableau 31 : Estimation des débits des eaux usées de différents horizons de Ras El Ma.....	163
Tableau 32 : Volume d'eau épuré susceptible d'être prélevé pour la lagune de Ras El Ma.....	166

Liste des figures

Figure 1 : Exemple du concept BOD ₅ ²⁰ (source : Augustos et Von Sperling, 2005).....	38
Figure 2 : Progression dans le temps de la DBO dans un échantillon, montrant la DBO ₅ et la DBO ultime (source : Augustos et Von Sperling, 2005).....	39
Figure 3 : Schéma d'un Dessablage-Déshuillage (source : Augustos et Von Sperling, 2005).....	52
Figure 4 : Schéma d'un bassin de sédimentation primaire circulaire (source : Augustos et Von Sperling, 2005).....	53
Figure 5 : Lit bactérien (source : Augustos et Von Sperling, 2005).....	56
Figure 6 : Disques biologiques (source : Augustos et Von Sperling, 2005).....	57
Figure 7 : Schéma de base du procédé de boues activées (source : Augustos et Von Sperling, 2005)....	58
Figure 8 : La relation entre les normes PDCA et ISO 14001 (source: ISO14001, 2015).	69
Figure 9 : modèle PDCA roue de Demming (source: ISO14001, 2015).....	69
Figure 10 : The ISO 14001 Process Structure (source: Boiral et Sala, 1998).....	70
Figure 11 : Les étapes de la mise en place d'un SME selon la roue de Demming (source: ISO14001, 2015).....	74
Figure 12 : Réseau hydrographique de la wilaya de Sidi Bel Abbés (Source : DRE/SBA 2012)...	90
Figure 13 : Localisation de la commune de Ras El Ma.	91
Figure 14 : Comparaison entre les précipitations mensuelles moyennes à la station de Ras El Ma sur les périodes 1913-1938 (Seltzer, 1946) et 1966-2010 (Source : ANRH, 2011).....	92
Figure 15 : localisation de la commune de Moulay Slissen.	93
Figure 16 : Pluviométrie moyenne mensuelle de la Station de Moulay Slissen.....	94
Figure 17 : Etage bioclimatique de Moulay Slissen (source : DRE/SBA, 2018).....	94
Figure 18 : Localisation de la commune de Sid Bel Abbes.	95
Figure 19 : la pluviométrie de Sidi Bel Abbes (Source : ANRH ,2000).	96
Figure 20 : occupation du sol dans le bassin de Sidi Bel Abbes (source : Faraoun et Benabdeli, 2010).....	97
Figure 21 : Résultats des points 3 et 4 de la norme.....	138
Figure 22 : Résultats des points 5 et 6 de la norme.....	139
Figure 23 : Résultats Min-Max-Moy de l'analyse physico-chimique des eaux usées brutes et épurées.....	143
Figure 24 : Concentration moyenne de métaux lourds.....	145
Figure 25 : Optimisation de l'énergie électrique de la STEP année 2016. (Source : ONA,2016).....	150
Figure 26 : quantité de boue valorisé de la STEP. (Source : ONA,2016).....	151
Figure 27 : Cartographie des zones homogènes de mise en valeur.....	157
Figure 28 : Bassin versant de la zone d'étude.....	157

Figure 29 : variation mensuel moyenne de (DCO, DBO ₅ ,MES,N-NH ₄ ,N-NO ₂ ,N-O ₃ ,O ₂ dissous,PO ₄ ³⁻ ,PH) de l'année 2016 (source :ONA.2016 Moulay Slissen).....	161
Figure 30 : Délimitation des aires d'irrigation (124.51ha) projetées de Moulay Slissen (Source : DRE, 2014).....	162
Figure 31 : Variation mensuel moyenne de (DCO, DBO ₅ ,MES,N-NH ₄ ,N-NO ₂ ,N-O ₃ ,O ₂ dissous,PO ₄ ³⁻ ,PH) de l'année 2016 (source :ONA.2016 Ras El Ma).....	165
Figure 32 : Délimitation des aires d'irrigation (282ha) projetées de Ras El Ma. (Source : DRE, 2014).....	167

Liste des photos

Photo 01 : Le digesteur (source : ONAS, 2017).....	54
Photo 02 : Bassin de lagune aérée de Moulay Slissen (source : ONA, 2019).....	59
Photo 03 : Photo Exemple de lampe UV (source : <u>Hockberger ,2002</u>).....	64
Photo 04 : Photo Ouvrage de prétraitement de lagune aérée de Ras El Ma (source : ONA,2016).....	98
Photo 05 (a) :Photo Image satellitaire de la lagune de Ras El Ma (source :google Eearth, 2020).....	98
Photo 05 (b) :Photo bassin d'aération de la lagune aérée de Ras El Ma (source : ONA, 2016).....	98
Photo 06 : Photo de Dégrilleur de la lagune de aérée de Moulay Slissen (Source : ONA, 2017).....	99
Photo 07 : Photo de Déssableur de la lagune de aérée de Moulay Slissen (Source : ONA, 2017).....	99
Photo 08 : Photo Déshuileur de la lagune de aérée de Moulay Slissen (Source : ONA, 2017).....	100
Photo 09 : Bassin d'aération avec 3 aérateurs de la lagune de aérée de Moulay Slissen (Source : ONA, 2017).....	101
Photo 10 : Bassin de décantation de la lagune de aérée de Moulay Slissen (Source : ONA, 2017)....	101
Photo 11 : Photo de bassin chloration de la lagune de aérée de Moulay Slissen (Source : ONA, 2017).....	102
Photo 12 : Photo de Lit de séchage de la lagune de aérée de Moulay Slissen (Source : ONA, 2017)..	102
Photo 13 : Photo image satellitaire de la STEP de Sidi Bel Abbes (Source : googleEarth,2020).....	105
Photo 14 : Photo d'échantillon prélevé (Source : ONA ,2017).....	110
Photo 15 : Centrifugeuse (Source : ONA ,2017).....	110
Photo 16 : Balance électrique (Source : ONA ,2017).....	110
Photo 17 : Etuve (Source : ONA ,2017).....	111
Photo 18 : Dessiccateur (Source : ONA ,2017).....	111
Photo 19 : Réactifs DCO (Source : ONA ,2017).....	112
Photo 20 : Réacteur DCO (Source : ONA ,2017).....	112
Photo 21 : Spectrophotomètre (Source : ONA ,2017).....	112
Photo 22 : DBO mètre (Source : ONA ,2017).....	114
Photo 23 : Turbidimètre (Source : ONA ,2017).....	115
Photo 24 : pH mètre (Source : ONA ,2017).....	115
Photo 25 : oxymétrie (Source : ONA ,2017).....	116

Annexes

Annexe 01 : Politique environnementale version 15.....	23
Annexe 02 : Exemple programme environnemental.....	26
Annexe 03 : Manuel environnemental.....	31
Annexe 04 : Exemple de certificat ISO 14001.....	31
Annexe 05 : Evaluation de la norme ISO 14001 au niveau de la STEP de Sidi Bel Abbés.....	32
Annexe 06 : Paramètres microbiologiques des eaux usées utilisées a des fins d'irrigation (JORA : N°41,2012).....	33
Annexe 07 : liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées (JORA : N°41,2012).....	34
Annexe 08 : Arrêté interministériels correspondant au 2 janvier 2012 fixant les spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation.....	46

Ministère des Ressources en Eau et de l'Environnement



الديوان الوطني لتطهير
Office National de l'Assainissement

POLITIQUE ENVIRONNEMENTALE

L'Office National de l'Assainissement (ONA), créé par Décret exécutif N°01-102 du 21 Avril 2001, est un Etablissement Public national, à caractère Industriel et Commercial (EPIC), exerçant son activité sous la tutelle du Ministère des Ressources en Eau.

A travers ses Zones et ses Directions, l'Office National de l'Assainissement est chargé de la protection de l'environnement hydrique et de la mise en œuvre de la politique d'assainissement en concertation avec les collectivités locales.

Dans ce cadre, l'ONA adhère aux grands principes de la gestion environnementale des aspects et impacts environnementaux générés par ses activités.

Ainsi, et dans le cadre de l'amélioration continue et de la généralisation de son système de management, la Direction Générale de l'ONA renouvelle la certification de son périmètre d'application du SME.

Aussi, et conformément à la norme ISO 14001, visant à atteindre les objectifs environnementaux fixés, l'ONA s'engage à :

- ▶ Se conformer la réglementation nationale en vigueur, et répondre aux autres exigences auxquelles l'ONA a souscrit.
- ▶ Prévenir et réduire toutes les formes de pollution générées par son activité.
- ▶ Assurer une gestion intégrée des déchets par :
 - La valorisation des sous-produits de l'épuration (boue et eau épurée) ;
 - La mise en place d'un système de tri sélectif des déchets afin de les valoriser ;
 - L'instauration d'une politique de compétitivité, relative à la valorisation des déchets, entre les différents systèmes d'assainissement certifiés.
- ▶ Assurer le suivi du dispositif d'optimisation de la consommation de l'énergie électrique.
- ▶ Assurer de manière continue la sensibilisation des employés ; sous-traitants et partenaires sur les bonnes pratiques environnementales.
- ▶ Suivre et évaluer périodiquement la performance du SME en l'inscrivant dans une optique de développement durable.
- ▶ Mettre en place un dispositif de communication de l'engagement environnemental de l'Office aux parties externes.
- ▶ Désigner systématiquement un correspondant local pour l'environnement et créer un comité de pilotage au niveau des nouveaux sites certifiés.

En ma qualité de Directeur Général de l'ONA, je fais de l'Environnement, l'une des actions prioritaires de notre entreprise, et m'engage à :

- ▶ Allouer les ressources indispensables à la mise en œuvre des programmes environnementaux ;
- ▶ Intégrer les formes de consommation propre dans les cahiers des charges des contrats de conception des nouvelles stations d'épuration ;
- ▶ Entretenir le dispositif de communication entre les différents niveaux et fonctions de l'Office ;
- ▶ Assurer la formation continue du personnel sur la gestion des aspects environnementaux de l'activité de l'ONA.
- ▶ Améliorer les mécanismes de préservation de la santé et de la sécurité des travailleurs.

Je demande à l'ensemble du personnel de contribuer activement pour la réussite de l'engagement, auquel j'ai souscrits.



الديوان الوطني لتطهير
خ. د. محمد المكي
المدير العام
الوزارة الموارد المائية

L'eau lave tout. l'ONA épure l'eau



Version 15

Annexe 02 : Exemple programme environnementale

 O.N.A Unité de Sidi Bel Abbès	PROGRAMME ENVIRONNEMENTAL	PROGRAMME ENVIRONNEMENTAL : 003
		PAGE :01
		REV : 03

Aspect Significatif	Politique environnementale	Objectif	Cible	Type Intervention / Activité	Responsable	Ressource	Calendrier	Etat d'avancement
Contamination du sol	Conformité aux exigences réglementaires applicables et aux autres exigences Gestion intégrée des déchets Prévention de pollution	Valorisation agricole des boues	Consécration de 85% de la boue à l'épandage agricole	Evacuation des boues suite à une caractérisation et après un engagement signé par la partie preneuse (Agriculteurs, forêts, pépinières)	- Chef de STEP - Correspondant SME - DEM Oran	- Moyens financier [Analyses de boues : 18000,00 Da]	A l'occasion	--
Eau épurée non-conforme	- Conformité aux exigences réglementaire et aux exigences applicables	Des eaux épurées conformes aux normes prédéfinies	Le nombre d'échantillons non conforme sur une période d'une année ne doit pas dépasser : *06échantillons/MES *05échantillons/DCO *01échantillons/DBO	- Maintenance préventive des équipements -acquisition un dispositif préleveur échantillonneur au niveau la STEP	Directrice de l'unité - Chef de STEP - Chef de laboratoire	- Moyens Humains -Moyens Financiers (2500000,00Da)	Quotidien 2012	En cours

Annexe 02 : Exemple programme environnementale

 O.N.A Unité de Sidi Bel Abbès	PROGRAMME ENVIRONNEMENTAL	PROGRAMME ENVIRONNEMENTAL : 003 <hr/> PAGE :02 <hr/> REV : 03
---	----------------------------------	--

Consommation d'énergie électrique	Mise en place d'un dispositif d'optimisation de la consommation de l'énergie	Optimisation de la consommation de l'énergie et le suivi de la consommation des hydrocarbures	Réduire le ratio énergétique de 0.1%	-Sensibilisations et formation des opérateurs et personnel de l'exploitation. - Suivi du programme de maîtrise des coûts de l'énergie. -Contrôle détaillé des factures -Etablir un état de consommation des hydrocarbures -avoir un stock des pièces de rechange	-chef de service maintenance -Chef de STEP - DEM/Zone	Moyen humains Moyen financier [700.000DA]	Mensuel Quotidien Mensuel Mai 2012	-- -- -- Encours
Incendie (eaux d'extinction)	Conformité aux exigences et réglementaire et aux exigences applicables	Préserver le patrimoine et environnement et la santé du personnel	Eviter la pollution du sol	-prospection pour une entreprise spécialisée dans le traitement des eaux d'extinction -contrôle régulier des extincteurs	-Chef de STEP -Responsable moyen généraux -HST	Moyen Humains Moyen financier [100.000DA]	semestrielle	En cours --

Annexe 02 : Exemple programme environnementale

 <p>O.N.A. Unité de Sidi Bel Abbès</p>	<p>PROGRAMME ENVIRONNEMENTAL</p>	PROGRAMME ENVIRONNEMENTAL : 003
		PAGE :03
		REV : 03



Arrivée massive de quantité de sables et déchets	Conformité aux exigences réglementaire et aux exigences applicables	Eliminer la contamination du milieu récepteur	Améliorer le temps de by-pass	<ul style="list-style-type: none"> - Entretien préventif des ouvrages selon un planning d'exploitation préétablie - Activer l'opération de curage et réduire le temps de ce dernier 	<ul style="list-style-type: none"> -Chef de STEP -HST Chef laboratoire 	Moyen humains	Mensuel	--
Arrivé effluent anormalement chargé	Conformité aux exigences réglementaire et aux exigences applicables	Eviter la contamination du milieu récepteur	By-pass ne dépasse 07heurs	<ul style="list-style-type: none"> -Augmenter la surveillance au niveau le déversoir d'orage par les agents d'exploitation et la sécurité - <u>enforcer</u> l'opération de curage par des agents d'exploitation pour que l'effluent ne stagne 	<ul style="list-style-type: none"> La directrice de l'unité Chef STEP HST RME local 	Moyen humain	Quotidien	--
							A l'occasion	-

Annexe 02 : Exemple programme environnementale

 <p>O.N.A. Unité de Sidi Bel Abbès</p>	<p>PROGRAMME ENVIRONNEMENTAL</p>	PROGRAMME ENVIRONNEMENTAL : 003
		PAGE : 04
		REV : 03

<p>Coupures électriques STEP</p>	<p>Conformité aux exigences réglementaire et aux exigences applicables</p>	<p>Eviter la contamination du milieu récepteur</p>	<p>Eliminer le de by-pass</p>	<p>-saisir la DHW pour mise en service le groupe électrogène</p> <p>-saisir les services publics pour le by-pass</p> <p>- procéder a la prospection pour une entreprise pour la mise en marche du groupe électrogène</p>	<p>directrice de l'unité</p> <p>-chef de STEP</p> <p>-HST -chef de service de maintenance -Moyen généraux</p>	<p>Moyen Humaine Moyen financier [1.000.000DA]</p>	<p>Avril 2012</p> <p>Al'accasion</p> <p>En cours</p>
--------------------------------------	--	--	-----------------------------------	--	---	--	--

Manuel environnemental: index

1. Objectif
2. Domaine d'application du système de management environnemental
3. Versions et révisions
- 4.1. Les exigences généraux
- 4.2. La politique environnementale
- 4.3.1. Les aspects environnementaux
- 4.3.2. Les exigences légales et autres exigences
- 4.3.3. Objectifs, cibles et programmes de management environnemental
- 4.4.1. Structure et responsabilités
- 4.4.2. Formation, sensibilisation et compétences
- 4.4.3. Communication
- 4.4.4. Documentation du système de management environnemental
- 4.4.5. Maîtrise de la documentation
- 4.4.6. Maîtrise opérationnelle
- 4.4.7. Prévention des situations d'urgence et capacité à réagir
- 4.5.1. Surveillance et mesurage
- 4.5.2. Evaluation de concordance
- 4.5.3. Non-conformité, action corrective et action préventive
- 4.5.4. Enregistrements
- 4.5.5. Audit du système de management environnemental
- 4.6. Revue de direction

Aperçu des changements			
Version	Description du changement	Auteur	Date
0	Edition initiale	-	03/06/11
1			
2			
3			
4			
5			

MANUEL ENVIRONNEMENTAL

1. Objectif:

Ce manuel définit le domaine d'application du système de management environnemental et lie les documents de système aux différents éléments de la norme ISO 14001.

Les éléments les plus importants, décrits dans ce manuel, sont:

- La politique environnementale
- Les aspects environnementaux
- Les exigences légales et les autres exigences
- Les objectifs environnementaux et les cibles
- Les programmes de management environnementaux
- La structure d'organisation et les responsabilités
- Formation, sensibilisation et compétences
- Communication
- Maîtrise des documents
- Maîtrise opérationnelle
- Prévention des situations d'urgence et capacité à réagir
- Surveillance et mesurage
- Non-conformités, actions correctives et actions préventives
- Enregistrements
- Audit du système de management environnemental
- Revue de direction

2. Domaine d'application:

Le système de management environnemental de *notre entreprise* décrit la méthode de management environnemental pour tous les départements. Le système de management environnemental implique les aspects environnementaux que notre entreprise maîtrise directement et ceux qu'elle influence.

3. Versions et révisions:

La gestion de ce manuel est conforme à la procédure MP-451 "Gestion documentaire". Toutes les copies de ce manuel qui n'ont pas l'indice "Document contrôlé" ne sont pas contrôlées et peuvent être utilisées seulement comme référence.

Des changements de ce manuel seront édités par le responsable environnemental après être approuvés par la direction.

4.1. Exigences générales:

Notre entreprise a développé un système de management environnemental et le tient à jour. Le système de management est décrit au moyen de la documentation qui renferme les exigences et qui contient de différents documents comme: des descriptions du système de management, des déclarations de politique, des descriptions de programme et des conventions d'utilisation de l'infrastructure. Les processus employés dans l'entreprise pour effectuer les exigences d'ISO 14001, sont décrits dans ces documents. Les sections suivantes indiquent les exigences ISO 14001, décrivent courtement les éléments du système de management

environnemental et réfèrent aux documents spécifiques qui donnent une description plus détaillée.

4.2. Politique environnementale:

La politique environnementale de l'entreprise est développée par la direction. La politique implique toutes les activités dans l'entreprise. La politique contient un engagement d'amélioration continue et de prévention de pollution, ainsi qu'un engagement pour satisfaire aux exigences légales et aux autres exigences. La politique est annuellement vérifiée par la direction. Voir FE 001, politique environnementale.

La politique environnementale est communiquée aux employés par différentes voies. Pendant une session de formation environnementale le directeur éclaircit l'engagement environnemental aux chefs de division et il charge ceux-ci d'effectuer la politique environnementale. En outre la politique environnementale est communiquée via des mailings, des programmes de formation, des publications et des brochures environnementales. Il existe des programmes de formation spéciaux pour des collaborateurs intérimaires concernant des exigences spécifiques, environnementales.

La politique environnementale de *notre entreprise* est annoncée au public en l'affichant dans le bâtiment principal de notre entreprise. Parfois des brochures concernant la politique environnementale sont distribuées lors des réunions ou des assemblées. Enfin la politique environnementale est publiée dans le rapport environnemental, annuel qui est distribué aux bibliothèques locales et aux différents stakeholders. Voir la procédure de communication environnementale, PE 431.

Référence:

La norme ISO 14001 (4.2.)

Procédure applicable:

PE-431 Communication environnementale

Annexe au certificat

Enregistré sous le n° 01 104 079716

Référentiel **ISO 14001:2004**

- Lieux d'implantation: **Site 1 - Laboratoire Central /Direction Générale**
Carrefour Sidi-Arcine, route de Baraki, BP 86. Kouba, Wilaya d'Alger
- Enregistré sous le n°: 16000 Algiers - Algeria
01 104 079716/01
- Lieux d'implantation: **Site 2 - Système d'assainissement Est de Tizi-Ouzou/Unité de Tizi Ouzou/Zone de Tizi Ouzou**
STEP EST de Tizi-Ouzou, pond de Boujje.wilaya de Tizi Ouzou
- Enregistré sous le n°: 01 104 079716/02
- Lieux d'implantation: **Site 3 - Système d'assainissement de Boumerdes/Unité Boumerdes/Zone d'Alger**
Rue MOHAMED BOUKEROUCHA, BP 03, wilaya de Boumerdes
- Enregistré sous le n°: 01 104 079716/03
- Lieux d'implantation: **Site 4 - Système d'assainissement de Zemmouri / Unité Boumerdes/Zone d'Alger**
STEP de Zemmouri, Rue BOUSAADIA, ZEMMOURI. Wilaya de Boumerdes.
- Enregistré sous le n°: 01 104 079716/04
- Lieux d'implantation: **Site 5 - Système d'assainissement de Bougaa et Hammam Guergour/Unité de Sétif/Zone de Sétif**
STEP de BOUGAA, commune de HAMMAM GUERGOUR, Wilaya de Sétif.
- Enregistré sous le n°: 01 104 079716/05
- Lieux d'implantation: **Site 6 - Système d'assainissement de Tlemcen/Unité de Tlemcen/Zone d'Oran**
Station d'épuration Ain EL HOUTZ Chetouane ,Wilaya de Tlemcen
- Enregistré sous le n° 01 104 079716/06

Annexe au certificat

Enregistré sous le n° 01 104 079716

Référentiel **ISO 14001:2004**

- Lieux d'implantation: **Site 7 - Station de Lagunage naturel de Oued Taria/Unité de Mascara/Zone d'Oran**
Route National de Saida N°6 Oued Taria ,Wilaya de Mascara.
Enregistré sous le n°: 01 104 079716/07
- Lieux d'implantation: **Site 8 - Système d'assainissement de Sidi Bel Abbès/Unité de Sidi Bel Abbès/ Zone d'Oran**
STEP de Sidi Bel Abbès, Cité rochet, Commune de Sidi Bel Abbès, Wilaya de Sidi Bel Abbès
Enregistré sous le n°: 01 104 079716/08
- Lieux d'implantation: **Site 9 - Système d'assainissement de Sidi Merouane/Unité Mila/Zone de Constantine**
STEP de Sidi Merouane,43010 Sidi Merouane,Wilaya de Mila
Enregistré sous le n°: 01 104 079716/09
- Lieux d'implantation: **Site 10 - Système d'assainissement de la ville d'El Oued / Direction d'assainissement d'El Oued**
STEP 01 d'El oued: Station d'épuration de kounine, commune de kounine, Wilaya d'El-Oued - Algeria
Enregistré sous le n°: 01 104 079716/10
- Lieux d'implantation: **Site 11 -Système d'assainissement de la ville de Médéa /Unité de Médéa/Zone d'Alger ;**
Station d'épuration des eaux usées de la ville de Médéa Oued Lahrech, Wilaya de Médéa - Algeria
Enregistré sous le n°: 01 104 079716/11
- Lieux d'implantation: **Site 12 -Système d'assainissement de la ville de Bouira /Unité Bouira /Zone de Tizi Ouzou**
Oued D'Hous quartier Remita STEP Bouira ,
Wilaya de Bouira - Algeria
Enregistré sous le n°: 01 104 079716/12

Annexe au certificat

Enregistré sous le n° 01 104 079716

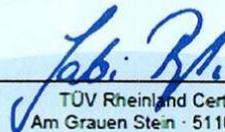
Référentiel **ISO 14001:2004**

Lieux d'implantation: **Site 13 -Système d'assainissement de Jijel/Unité Jijel/Zone de Constantine**
Station d'épuration des eaux usées Rabta-Jijel 18000,
Wilaya de Jijel - Algeria
Enregistré sous le n°: 01 104 079716/13

Lieux d'implantation: **Site 14 -Système d'assainissement d'El Eulma / Bazer Sakra/ Unité de Sétif/Zone de Sétif**
STEP d'El Eulma, Commune de Bazer Sakra ,Daïra d'El Eulma,
Wilaya de Sétif - Algeria
Enregistré sous le n°: 01 104 079716/14

Lieux d'implantation: **Site 15- Système d'assainissement de Timgad /Unité de Batna/Zone de Batna**
Station d'Épuration des eaux usées de Timgad ,05130
Timgad, Wilaya de Batna - Algeria
Enregistré sous le n°: 01 104 079716/15

14-08-2016


TÜV Rheinland Cert GmbH
Am Grauen Stein · 51105 Köln



Les points de la norme Iso 14001 version 2004	Les questions	A remplir suivant le niveau de satisfaction aux exigences		Taux %	Global %
		Evaluation	Observation		
Points 4.1 Exigences générales					
4.1 Exigences générales	Le domaine de certification de votre SME est-il défini et documenté ?	conforme	Oui et affiché.	100	66.5
	Avez-vous constitué une documentation répondant aux exigences de la norme ISO 14001: v2004 pour votre SME ?	Observé	Confidentielle	33	
Point 4.2: Politique environnementale					
4.2 Politique environnementale	Avez-vous une politique environnementale?	Conforme	oui elle est affichée et communiquée au personnel, aux stagiaires, aux prestataires et différents visiteurs.	100	
	Est-elle appropriée aux activités de votre entreprise (nature, dimension et impacts environnementaux liés, produits et services) ?	Acceptable	Oui	66	
	Comprend-elle un engagement d'amélioration continue et prévention de la pollution ?	Acceptable	Un engagement signé par agriculteur avant l'utilisation de la boue	66	

Annexe 05: Evaluation de la norme ISO14001 version 2004 au niveau de la STEP de
Sidi Bel Abbas

	Prend-t-elle en compte les exigences réglementaires, légales et celles définies par l'organisme	Conforme	présence de contrôle médicale pour les employées de l'exploitation périodiquement	100	91.5
	Donne-t-elle un cadre pour l'organisme et l'examen des objectifs et cibles environnementaux ?	Conforme	protection de Oued Mekkera de la pollution, et création de aires d'irrigation au niveau la STEP de Sidi Bel Abbas	100	
	Les domaines d'application du SME sont-ils spécifiés?	Conforme	Le périmètre d'application du SME au sein de l'organisme est spécifié dans la politique environnementale	100	
	Garantissez-vous que la politique et les objectifs environnementaux sont communiqués au sein de l'organisme?	Conforme	La politique est affichée et à chaque actualisation elle est jointe à la fiche de paie pour l'ensemble du personnel	100	
	Garantissez-vous que la politique environnementale soit disponible au public ?	Conforme	Site internet	100	

Point 4.3: Planification					
4.3.1 Aspects environnementaux	Existe-t-il une procédure décrivant le mode d'identification des aspects environnementaux des différentes activités ?	Conforme	Procédure identification et évaluation des aspects environnementaux significatifs (version 08 / Avril 2017), confidentiel	100	86.6
	Cette procédure est-elle mise en œuvre au sein de l'organisme ? Si oui, est-elle à jour	Observé	oui, mais elle n'est pas à jour (absence de procédure de diminution de la consommation d'énergie)	33	
	Existe-t-il des aspects environnementaux significatifs ? Si oui, sont-ils pris en compte par l'organisme ?	Conforme	Oui dans le cadre entre autres du programme environnemental	100	
	Existe-t-il un document qui comporte l'identification des aspects environnementaux ?	Conforme	oui c'est l'analyse environnementale	100	
	Ce document d'identification des aspects environnementaux est-il tenu à jour régulièrement ?	Conforme	Oui	100	

4.3.2 Exigences légales et autres exigences	L'organisme prend-il en compte les exigences légales et autres exigences applicables auxquelles elle a souscrit ?	Observé	Il existe un CD de la veille réglementaire regroupant toutes la réglementation en rapport avec l'activité de l'ONA	33	41.25
	Existe-t-il une procédure qui décrit le mode d'identification et d'accès aux exigences légales ?	Observé	Oui Procédure PR 4.3.2 / 4.5.2 Identification et évaluation de la conformité aux exigences légales et autres exigences applicables en matière d'environnement (version 09 / Septembre 2016)(confidentiel)	33	
	Cette procédure décrit-elle comment ces exigences s'appliquent aux aspects environnementaux?	Observé	Oui, adoptée selon les activités de l'entreprise.	33	
	Cette procédure est-elle tenue à jour?	Acceptable	Régulièrement	66	
4.3.3 Objectifs, cibles et programme (s)	Avez-vous des objectifs et cibles environnementaux pour les différents niveaux de votre activité?	Observé	Oui c'est le programme environnemental de la STEP	33	
	Ces objectifs et cibles environnementaux concordent-ils avec la politique environnementale de l'organisme?	Conforme	Oui, cité dans la politique environnemental	100	

	Ces objectifs et cibles environnementaux sont-ils mesurables ?	Acceptable	oui, mais dans certains cas	66	58.88
	Existe-t-il un plan de prévention de la pollution ?	Acceptable	oui, exemple le tri sélectif des déchets	66	
	Si oui, les objectifs et cibles environnementaux concordent-ils avec le plan de prévention de la pollution?	Observé	Existe des bacs pour le tri sélectif et pour les déchets spéciaux	66	
	Ces objectifs et cibles sont ils en adéquation avec les exigences légales et l'amélioration continue ?	Observé	Oui	33	
	Ces objectifs et cibles environnementaux sont-ils revus ?	Observé	oui chaque année est élaboré un programme environnemental avec mise à jour des objectifs et cibles	33	
	Existe-t-il un calendrier de réalisation de ces objectifs et cibles ? Si oui, ce calendrier est-il mis à jour ?	Observé	Oui	33	
	Des moyens sont-ils mis en place pour la réalisation des objectifs et cibles environnementaux?	Conforme	oui, la réalisation d'un local de stockage des déchets, les bacs des rétentions et la présence d'une armoire de stockages des réactifs de laboratoire et	100	

			climatiseur		
--	--	--	-------------	--	--

Point 4.4: Mise en œuvre et fonctionnement					
4.4.1 Ressources, rôles, responsabilité et autorité	Des compétences spécifiques, des infrastructures organisationnelles, des ressources humaines, technologiques et financières sont-elles mis à disposition pour l'établissement d'un SME ?	Observé	oui toutes les ressources nécessaires sont mises à disposition pour la réussite du système.	33	66.5
	Existe-t-il des documents qui définissent la responsabilité pour chaque niveau et fonction concerné dans l'entreprise ? Si oui, ces documents sont-ils documentés et mis à jour ?	Conforme	oui c'est la fiche de poste	100	
4.4.2 Compétence, formation et sensibilisation	Le personnel direct et indirect de l'entreprise est-il formé ou sensibilisé à la maîtrise des impacts environnementaux de l'organisme ? Si oui, existe t-il une traçabilité ?	Observé	Des périodes de formation sont organisés pour le personnel entre autres sur la maîtrise des aspects environnementaux (Attestation de formation) au niveau wilaya de Boumerdes	33	

Ces formations sont-elles enregistrées par les responsables en charges dans l'organisme ?	Observé	Oui(confidentielle)	33	79
L'organisme sensibilise-t-il le personnel travaillant pour ou à son compte ?	Conforme	Oui plan de sensibilisation	100	
Existe-t-il une procédure qui permet la sensibilisation du personnel travaillant ?	Conforme	Oui procédure formation et sensibilisation	100	
Cette procédure inclue-t-elle la conformité à la politique environnementale, aux procédures et aux exigences du SME ?	Acceptable	Oui	66	
Cette procédure fait-elle référence aux aspects et impacts environnementaux associés à leur travail ?	Conforme	Oui	100	
Cette procédure souligne-t elle leur rôle et responsabilité pour la réussite de la mise en œuvre du SME ?	Conforme	Oui	100	
Cette procédure spécifie elle les écarts par rapport aux procédures	Conforme	Oui	100	

Annexe 05: Evaluation de la norme ISO14001 version 2004 au niveau de la STEP de
Sidi Bel Abbas

	spécifiées ?				
--	--------------	--	--	--	--

4.4.3 Communication	Une procédure décrivant le mode de communication a été réalisée ?	Conforme	Oui (utilisation de mobile, boîte email)	100	93.2
	Cette procédure décrit la communication interne entre les différents niveaux et les différentes fonctions de l'organisme ?	Conforme	Oui	100	
	Cette procédure décrit la communication interne entre les différents niveaux et les différentes fonctions de l'organisme ?	Conforme	Oui	100	
	Existe-t-il une procédure qui décrit comment recevoir et documenter les demandes pertinentes des parties intéressées externes?	Acceptable	Oui	66	
	L'organisme communique t-il ses aspects environnementaux significatifs ? Si oui, existe t-il une procédure pour le faire ?	Conforme	Oui	100	

4.4.4 Documentation	Une documentation est-elle mise en œuvre ?	Observé	Oui procédures + enregistrements (confidentiel)	33	77.66
	Comprend-elle une politique environnementale, les objectifs et cibles ?	Conforme	Oui	100	
	Comprend-elle une description du domaine d'application du SME ?	Conforme	Manuel environnemental (communiqué)	100	
	Comprend-elle la description des principaux éléments du SME, leurs interactions et la référence aux documents concernés ?	Conforme	Manuel environnemental (communiqué)	100	
	Comprend-elle les documents et les enregistrements exigés par l'ISO 14001 : v2004	Observé	Oui (confidentielle)	33	
	Comprend-elle les documents et enregistrements considérés comme nécessaire pour la gestion des aspects environnementaux significatifs ?	Conforme	Oui, communiqué aux personnels	100	

4.4.5 Maîtrise de la documentation	Une procédure de maîtrise de la documentation a-t-elle été rédigée?	Conforme	Oui procédure maitrise de la documentation et des enregistrements	100	66.5
	Définit-elle le mode d'approbation des documents avant diffusion?	Conforme	Oui la griffe des responsables	100	
	Décrit-elle le mode de révision et de mise à jour de vos documents?	Observé	Oui, et confidentielle	33	
	Explique-t-elle la façon dont les modifications et le statut en vigueur de vos documents sont identifiés?	Observé	Oui, existe des griffes mentionnées : Document en vigueur ; et l'autre pour document périmé	33	
	Explicite-t-elle une méthodologie rendant les versions pertinentes de vos documents disponibles sur les lieux d'utilisation?	Conforme	Oui, pour la politique il existe des versions (V15) Et communiqué	100	
	Décrit-elle un mode d'action rendant vos documents lisibles et identifiables sur les lieux d'utilisation?	Conforme	Existe le document de la certificat et affiché au niveau la STEP	100	
	Précise-t-elle la méthode permettant de maîtriser la diffusion des documents d'origine externe?	Observé	Oui	33	

	Explicite-t-elle le mode d'archivage des documents obsolètes ?	Observé	Oui, document périmé sont classée au niveau de la cellule HSE	33	
--	--	---------	---	----	--

4.4.6 Maîtrise opérationnelle	Existe-t-il des procédures décrivant des actions à entreprendre en cas d'absence de procédures pouvant entrainer des écarts par rapport au SME ?	Conforme	PR 4.4.6 maîtrise opérationnelle (confidentielle)	100	100
	Les critères opératoires sont ils stipulés dans les procédures ?	Conforme	Oui les critères opératoires sont stipulés dans la procédure de vidange des équipements	100	
	Les procédures et exigences applicables sont-elles communiquées aux parties intéressées ?	Conforme	Oui par diffusion de la procédure et affichage d'extraits de la procédure	100	
4.4.7 Préparation et réponse aux situations d'urgence	Existe-t-il une procédure dérivant le mode d'identification et de maîtrise des situations d'urgence ?	Conforme	Oui il existe une procédure d'évacuation en cas d'incendie	100	86.6
	Existe-t-il un plan de prévention et d'action pour les situations d'urgence et accidents réels ?	Observé	Oui, approuvé par la protection civile et délégué de sécurité de la wilaya (confidentielle)	33	
	Après accidents ou situation d'urgence, la procédure est elle revue ?	Conforme	Oui	100	
	Existe-t-il des	Conforme	Oui, simulation	100	

	simulations périodiques des situations d'urgence?		et manœuvres se font en coordination avec les services de protection civile		
--	---	--	---	--	--

Point 4.5: Contrôle					
4.5.1 Surveillance et mesurage	Une procédure de surveillance et de mesurage des activités pouvant avoir un impact environnemental significatif est rédigée?	Observé	Oui	33	55.33
	Cette procédure comprend elle la documentation des informations permettant le suivi de la performance, des contrôles opérationnels applicables et la conformité aux objectifs et cibles environnementaux ?	Conforme	Oui	100	
	Existe-t-il des enregistrements prouvant que les équipements de surveillance et de mesure utilisés sont étalonnés ou vérifiés ?	Observé	Oui, confidentielle	33	
4.5.2 Evaluation de la conformité	Une procédure de surveillance et de mesurage des activités pouvant avoir un impact environnemental significatif est rédigée?	Conforme	Oui	100	66.5
	Existe-t-il des	Observé	Oui	33	

Annexe 05: Evaluation de la norme ISO14001 version 2004 au niveau de la STEP de
Sidi Bel Abbas

	enregistrements des résultats des évaluations périodiques?				
--	--	--	--	--	--

4.5.3 Non conformité, action corrective et action préventive	Une procédure de maîtrise des non-conformités réelles et potentielles est-elle rédigée ?	Conforme	Oui, Procédure non-conformité actions préventives et correctives (Confidentielle)	100	91.62
	Définit-elle le mode d'identification et de correction de ces non conformités ?	Conforme	Oui, fiche de non conformité	100	
	Spécifie-t-elle la méthodologie à prendre pour remédier aux impacts environnementaux liés?	Conforme	Oui, actions correctives	100	
	Définit-elle les exigences pour examiner et déterminer les causes et entreprendre des actions ?	Conforme	Oui, fiche de non conformité	100	
	Définit-elle le mode d'évaluation du besoin d'action(s) pour prévenir des non-conformités?	Conforme	Oui, actions préventives	100	
	Définit-elle le mode d'enregistrement des résultats des actions correctives et des actions préventives mises en œuvre?	Conforme	Oui (confidentielle)	100	
	Spécifie-t-elle les exigences pour passer en revue l'efficacité des actions correctives et préventives ?	Conforme	Oui, présence un suivi de correction de non-conformité	100	

Annexe 05: Evaluation de la norme ISO14001 version 2004 au niveau de la STEP de
Sidi Bel Abbas

	Tout changement apporté est-il reporté dans la documentation du SME ?	Observé	oui procédure maitrise de la documentation et des enregistrements (confidentielle)	33	
--	---	---------	--	----	--

4.5.4 Maîtrise des enregistrements	Etablissez-vous des enregistrements apportant la preuve du fonctionnement du SME et de sa conformité aux exigences?	Conforme	Oui	100	100
4.5.5 Audit interne	Réalisez-vous des audits internes à des intervalles planifiés au sein de l'organisme ?	Conforme	Oui, un audit interne global chaque année	100	100
	Vos audits permettent-ils de statuer sur la conformité du SME aux dispositions prévue y compris aux exigences légales ?	Conforme	Oui	100	
	Vos audits permettent-ils de vérifier la tenue à jour du SME ?	Conforme	Oui	100	
	Les résultats des audits sont ils transmis à la direction ?	Conforme	Oui	100	
	Les audits réalisés prennent ils en compte les résultats des audits précédents ?	Conforme	Oui	100	
	Avez-vous rédigé une procédure documentée formalisant vos audits internes	Conforme	Oui	100	

Annexe 05: Evaluation de la norme ISO14001 version 2004 au niveau de la STEP de
Sidi Bel Abbas

	(fréquence, responsabilité, méthode, critères, rapport d'audit, conservation des enregistrements...)?				
--	---	--	--	--	--

Point 4.6: Revue de Direction					
4.6 Revue de direction	Vos revues de direction sont-elles planifiées à des intervalles réguliers?	Conforme	Oui, chaque année	100	100
	Quels sont les éléments d'entrée de vos revues de direction?	Conforme	Oui, cibles et objectifs	100	
	Quels sont les éléments de sortie de vos revues de direction?	Conforme	Oui, résultats (qualité des eaux épurées, d'autre performance...)	100	
	Les enregistrements des revues de direction sont-ils conservés?	Conforme	Oui, rapport de revue de direction	100	

ANNEXE
SPECIFICATIONS DES EAUX USEES EPUREES
UTILISEES A DES FINS D'IRRIGATION

I. PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES

GROUPES DE CULTURES	PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES	
	Coliformes fécaux (CFU/100ml) (moyenne géométrique)	Nématodes intestinaux (œufs/l) (moyenne arithmétique)
Irrigation non restrictive. Culture de produits pouvant être consommés crus.	<100	Absence
Légumes qui ne sont consommés que cuits. Légumes destinés à la conserverie ou à la transformation non alimentaire.	<250	<0,1
Arbres fruitiers (1). Cultures et arbustes fourragers (2). Cultures céréalières. Cultures industrielles (3). Arbres forestiers. Plantes florales et ornementales (4).	Seuil recommandé <1000	<1
Cultures du groupe précédent (CFU/100ml) utilisant l'irrigation localisée (5) (6).	pas de norme recommandée	pas de norme recommandée

(1) L'irrigation doit s'arrêter deux semaines avant la cueillette. Aucun fruit tombé ne doit être ramassé sur le sol.

L'irrigation par aspersion est à éviter.

(2) Le pâturage direct est interdit et il est recommandé de cesser l'irrigation au moins une semaine avant la coupe.

(3) Pour les cultures industrielles et arbres forestiers, des paramètres plus permissifs peuvent être adoptés.

(4) Une directive plus stricte (<200 coliformes fécaux par 100 ml) est justifiée pour l'irrigation des parcs et des espaces verts avec lesquels le public peut avoir un contact direct, comme les pelouses d'hôtels.

(5) Exige une technique d'irrigation limitant le mouillage des fruits et légumes.

(6) A condition que les ouvriers agricoles et la population alentour maîtrisent la gestion de l'irrigation localisée et respectent les règles d'hygiène exigées. Aucune population alentour.

25 Chaâbane 1433 15 juillet 2012		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 41		21
<p>Arrêté interministériel du 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012 fixant la liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées.</p> <p>-----</p> <p>Le ministre des ressources en eau, Le ministre de l'agriculture et du développement rural, Le ministre de la santé, de la population et de la réforme hospitalière,</p> <p>Vu le décret présidentiel n° 10-149 du 14 Joumada Ethania 1431 correspondant au 28 mai 2010 portant nomination des membres du Gouvernement ; Vu le décret exécutif n° 05-464 du 4 Dhou El Kaada 1426 correspondant au 6 décembre 2005 relatif à l'organisation et au fonctionnement de la normalisation ; Vu le décret exécutif n° 07-149 du 3 Joumada El Oula 1428 correspondant au 20 mai 2007 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent ;</p>		<p>Arrêtent :</p> <p>Article 1er. — En application des dispositions de l'article 15 du décret exécutif n° 07-149 du 3 Joumada El Oula 1428 correspondant au 20 mai 2007, susvisé, le présent arrêté a pour objet de fixer la liste des cultures autorisées pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées conformément à l'annexe jointe.</p> <p>Art. 2. — Le présent arrêté sera publié au <i>Journal officiel</i> de la République algérienne démocratique et populaire.</p> <p>Fait à Alger, le 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012.</p> <p>Le ministre des ressources en eau Le ministre de l'agriculture et du développement rural Abdelmalek SELLAL Rachid BENAÏSSA</p> <p>Le ministre de la santé, de la population et de la réforme hospitalière Djamel OULD ABBES</p>		
ANNEXE				
LISTE DES CULTURES POUVANT ETRE IRRIGUEES AVEC DES EAUX USEES EPUREES				
Groupes de cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées		Liste des cultures		
Arbres fruitiers (1)		Dattiers, vigne, pomme, pêche, poire, abricot, nêfle, cerise, prune, nectarine, grenade, figue, rhubarbe, arachides, noix, olive.		
Agrumes		Pamplemousse, citron, orange, mandarine, tangerine, lime, clémentine.		
Cultures fourragères (2)		Bersim, maïs, sorgho fourragers, vesce et luzerne.		
Culture industrielles		Tomate industrielle, haricot à rames, petit pois à rames, betterave sucrière, coton, tabac, lin.		
Cultures céréalières		Blé, orge, triticales et avoine.		
Cultures de production de semences		Pomme de terre, haricot et petit pois.		
Arbustes fourragers		Acacia et atriplex.		
Plantes florales à sécher ou à usage industriel		Rosier, iris, jasmin, marjolaine et romarin.		
<p>(1) L'irrigation avec des eaux usées épurées est permise à condition que l'on cesse l'irrigation au moins deux (2) semaines avant la récolte. Les fruits tombés au sol ne sont pas ramassés et sont à détruire.</p> <p>(2) Le pâturage direct dans les parcelles irriguées par les eaux usées épurées est strictement interdit et, ce afin de prévenir toute contamination du cheptel et par conséquent des consommateurs.</p>				

18	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 41	25 Chaâbane 1433 15 juillet 2012			
<p style="text-align: center;">MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU</p> <p>Arrêté interministériel du 23 Chaâbane 1432 correspondant au 25 juillet 2011 portant déclaration d'utilité publique l'opération d'expropriation relative au renforcement en eau potable du centre de Sidi Khelifa, wilaya de Mila. -----</p> <p>Le ministre de l'intérieur et des collectivités locales, Le ministre des finances, Le ministre des ressources en eau,</p> <p>Vu le décret présidentiel n° 10-149 du 14 Jomada Ethania 1431 correspondant au 28 mai 2010 portant nomination des membres du Gouvernement ;</p> <p>Vu le décret exécutif n° 93-186 du 27 juillet 1993, complété, déterminant les modalités d'application de la loi n° 91-11 du 27 avril 1991, complétée, fixant les règles relatives à l'expropriation pour cause d'utilité publique notamment son article 10 ;</p> <p>Vu l'arrêté n° 1130 du 5 août 2007 du wali de la wilaya de Mila portant ouverture de l'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique ;</p> <p>Vu l'arrête n° 1566 du 24 septembre 2007 du wali de la wilaya de Constantine portant ouverture de l'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique ;</p> <p>Vu l'avis favorable de la commission d'enquête préalable de la wilaya de Mila ;</p> <p>Vu l'avis favorable de la commission d'enquête préalable de la wilaya de Constantine ;</p> <p style="text-align: center;">Arrêtent :</p> <p>Article 1er. — Est déclarée d'utilité publique l'opération d'expropriation relative à la réalisation du projet de renforcement en eau potable du centre de Sidi Khelifa, wilaya de Mila.</p> <p>Art. 2. — La superficie globale des biens à exproprier devant servir d'assiette à la réalisation de ce projet est de 28 266 m² répartis comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none">— commune de Ain Etine (wilaya de Mila) : 2681 m²,— commune de Sidi Khelifa (wilaya de Mila) : 6244 m²,— commune de Ibn Ziade (Wilaya de Constantine) : 19341 m². <p>Art. 3. — Le montant global de l'opération d'expropriation est évalué à trois millions de dinars (3.000.000,00 DA).</p> <p>Art. 4. — Au titre de la consistance des travaux, la réalisation du projet de renforcement en eau potable du centre de Sidi Khelifa comporte les ouvrages suivants :</p> <ul style="list-style-type: none">— réalisation de deux (2) stations de pompage,— pose de conduites sur un linéaire de 5 250 ml. <p>Art. 5. — Le délai maximal imparti pour l'expropriation est fixé à quatre (4) années.</p>	<p>Art. 6. — Le présent arrêté sera publié au <i>Journal officiel</i> de la République algérienne démocratique et populaire.</p> <p>Fait à Alger, le 23 Chaâbane 1432 correspondant au 25 juillet 2011.</p> <table border="0" style="width: 100%;"><tr><td style="width: 50%;">Le ministre de l'intérieur et des collectivités locales Daho OULD KABLIA</td><td style="width: 50%; text-align: right;">Le ministre des ressources en eau Abdelmalek SELLAL</td></tr></table> <p style="text-align: center;">Pour le ministre des finances <i>Le secrétaire général</i> Miloud BOUTEBBA -----★-----</p> <p>Arrêté interministériel du 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012 fixant les spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation. -----</p> <p>Le ministre des ressources en eau, Le ministre de l'agriculture et du développement rural, Le ministre de la santé, de la population et de la réforme hospitalière,</p> <p>Vu le décret présidentiel n° 10-149 du 14 Jomada Ethania 1431 correspondant au 28 mai 2010 portant nomination des membres du Gouvernement ;</p> <p>Vu le décret exécutif n° 05-464 du 4 Dhou El Kaada 1426 correspondant au 6 décembre 2005 relatif à l'organisation et au fonctionnement de la normalisation ;</p> <p>Vu le décret exécutif n° 07-149 du 3 Jomada El Oula 1428 correspondant au 20 mai 2007 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent ;</p> <p style="text-align: center;">Arrêtent :</p> <p>Article 1er. — En application des dispositions de l'article 2 du décret exécutif n° 07-149 du 3 Jomada El Oula 1428 correspondant au 20 mai 2007, susvisé, le présent arrêté a pour objet de fixer les spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation conformément à l'annexe jointe.</p> <p>Art. 2. — le présent arrêté sera publié au <i>Journal officiel</i> de la République algérienne démocratique et populaire.</p> <p>Fait à Alger, le 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012.</p> <table border="0" style="width: 100%;"><tr><td style="width: 50%;">Le ministre des ressources en eau Abdelmalek SELLAL</td><td style="width: 50%; text-align: right;">Le ministre de l'agriculture et du développement rural Rachid BENAÏSSA</td></tr></table> <p style="text-align: center;">Le ministre de la santé, de la population et de la réforme hospitalière Djamel OULD ABBES</p>	Le ministre de l'intérieur et des collectivités locales Daho OULD KABLIA	Le ministre des ressources en eau Abdelmalek SELLAL	Le ministre des ressources en eau Abdelmalek SELLAL	Le ministre de l'agriculture et du développement rural Rachid BENAÏSSA
Le ministre de l'intérieur et des collectivités locales Daho OULD KABLIA	Le ministre des ressources en eau Abdelmalek SELLAL				
Le ministre des ressources en eau Abdelmalek SELLAL	Le ministre de l'agriculture et du développement rural Rachid BENAÏSSA				