



N° d'ordre :

N° de série :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي
Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED
كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم البيولوجيا الجزيئية والخلوية
Département de biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences
biologiques
Spécialité : Biochimie Appliquée

THEME

Contribution à l'étude les caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et
microalgales des eaux usées dans une station de traitement des eaux polluées
(Cas de STEP 2 de HASSANI ABDELKIRIM dans la région d'EL-OUED)

Présentés par :

HAMOUGA Khadidja

MEDILA Samia

Devant le jury composé de:

Président: Mr ALIA Z

M.A.A Université d'El Oued

Examinatrice: Melle ZAIM S

M.A.A. Université d'El Oued

Promoteur : Mr KIRAM A

M.A.B Université d'El Oued

Année universitaire 2016/2017

Remerciements

Nous remercions **Dieu** tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la volonté, la patience et le courage pour réaliser ce travail à terme.

Nos parfondons gratitude et nos sincères remerciements vont particulièrement à encadreur notre travail, l'enseignant **KIRAME Abderrazak** pour nos avoir fait confiance, nos avoir guidé, encouragé et conseillé tout au long de notre travail . Ou jours disponible pour répondre à nos questions, il a su gérer nos travaux avec beaucoup de professionnalisme et de maîtrise.

Un grand merci

à madame **BAHA Laila** pour les informations qu' elle nous donne, aussi pour leurs conseils et l'encouragements.

à l'étudiant de Master **MARAH Ahmed** et l'étudiant **BEDDA ZEKERI Mabrouk** pour leur aide et leur encouragement

à l'enseignante **DRIDI Naima** et l'agent **HAMZA Belgacem** pour leur aide précieuse et leur conseils pertinents.

un chaleureux remerciement pour le directeur de STÉP2 **HAMIDI Abdesselam** qui ont accepté de notre recevoir et répondre honnêtement à notre questionne

Nous tenons à remercier vivement et très sincèrement, les membres de jury **ZAIDA** et **ZAIMS** d'avoir accepté de participer à la commission d'examinassions.

A tous nos enseignants et au personnel du Département Biologie, Université de EL OUED.

C'est avec un réel plaisir que nous réservons ces lignes en signe de gratitude et de profonde reconnaissance à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation et à l'aboutissement de ce travail.

Samia

Khadija

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A la lumière de mes jours, la flamme de mon cœur, La source de mes efforts, ma vie et bonheur; ma mère DJAMILA, Qui me donne toujours l'espoir de vivre et qui n'a jamais cessé de prier pour moi.

A mon très cher père ABDELRAZAG, pour ses encouragements et son Soutien.

A mes très chères frères SALAH, ALI et ISSA

A ma sœur AICHA et son mari ABDELHAMID

A mon neveu gâté ALI

A mon fiancé ABDELAZIZ

A tous qui porte la famille HAMOUGA et KHERKHECHE

A la fin je dédie très chaleureusement mes amis HIDI, MABROKA, SAMIA, AMEL, NASIRA, IMAN, AICHA, SOHAILA, DJEMAA, HINDA, SABAH, HALIMA, AMINA, SOMAIA et MEBARKA.

KHADIDJA

Dédicace

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance, c'est tous simplement que : Je dédie ce travail :

*A Mon très cher Père **Sebti**: Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail et le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années.*

A Ma tendre Mère: Tu représente pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études.

*A mon cher frère : **Abderazak "Rozki"**.*

*A mes soeurs : , **Lobna , Hala , Zahra , manel, Ritadj.***

*A filles des mes sœurs: **Nour Elyakin, Roudaina, Siouar***

*A mon fiancé: **MEDILA Mohammed**, et ton famille.*

*A mon gendre : **Rida.***

*A mes très chère amis : **Afef, Dalila, Nasira, Naima, Ghania, Hamida, Amani, Smiha, Somaia, Linda, Kholoud, Khadija, Sabrina et Khawla.***

A tous les membres de ma promotion.

A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.

A tous ceux qui me sens chers et que j'ai omis de citer.

Samia

Résumé

Résumé

La ville de Hassani Abdelkrim est exposée à la contrainte de rareté de l'eau par sa situation en milieu désertique à climat aride. Ceci pousse les autorités à penser au traitement des eaux usées, et ce pour son avantage de protection des ressources hydriques souterraines .

Le présent travail est consacré à l'étude de qualité physico-chimique, bactériologique. et microalgale de l'eau de STEP2, pour déterminer le fonctionnement de la station de traitement des eaux usées avec le but de vérifier son efficacité de traitement.

Les résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées et épurées ont montrés: une température moyenne de l'eau sont étroitement dépendantes de la température de l'air et des activités domestiques, un pH légèrement basique favorable à un traitement biologique, et une conductivité dégressif de l'entres vers le sortie car la réduction de tout rejet polluant s'accompagne d'un diminution de la conductivité, seuls les O₂ dissous présentent des teneurs très élevées dans eaux épurée .

Les paramètres de pollution des eaux usées traitées déterminés, MES, DCO et DBO5, et les paramètres chimiques sont diminuent de façon flagrante entre les eaux brutes et les eaux traitées, cette résultat Ces valeurs indiquent un bon abattement des bassins aérés vis-à-vis de la pollution carbonée, Grâce les aérateur l'oxygène jeu un rôle très important pour la dégradation chimique (utilisé O₂) et biologique (utilisé les bactéries) de toute la matière organique biodégradable ou non contenue dans les eaux usées.

Les analyses bactériologiques des eaux usées ont très chargées en germes témoins de contamination fécale tels que les Coliformes totaux, fécaux, Streptocoques fécaux...ect. Elles montrent que les eaux ont de fortes densités de bactéries fécales et pathogènes qui confirme que la présence de pollution, par contre les eaux épurées indiquent presque la moitié d'élimination des germes. A ce stade, nous pouvons déduction que ce procédé a montré une bonne efficacité sur l'épuration bactériologique des eaux usées.

En ce qui concerne l'étude phytoplanctonique, nos résultats montrent que les sites prospectés regroupent une flore microalgale composée de 4 espèces dans les eaux épurée, qui sont: *Synechocystis aquatilis*, *Lyngbia Sp*, *Chlorella Sp* et *Dunaliella dunarella*.

Mots clés : L'eau, Traitement des eaux usées, qualité physico-chimiques, qualité bactériologique, microalgue.

الملخص

تتعرض مدينة حساني عبد الكريم لخطر ندرة المياه وذلك راجع إلى تموقعها في منطقة صحراوية ذات مناخ جاف، من أجل ذلك تم إنشاء محطة لمعالجة المياه المستخدمة لحماية مصادر المياه الجوفية .

يتمثل هذا العمل في دراسة الجودة والنوعية الفيزيوكيميائية، البكتريولوجية و الطحالب الدقيقة لمياه STEP2 من أجل تحديد وظيفة محطة معالجة المياه المستخدمة وأيضاً بهدف التحقق من فعالية هذه المعالجة.

نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية للمياه المستخدمة والمعالجة أظهرت : درجة حرارة متوسطة للمياه حيث تتعلق بدرجة حرارة الجو والنشاطات المنزلية ، درجة حموضة عموماً قاعدية ملائمة للمعالجة البيولوجية ، ناقلياً متناقصة بالتدرج من الماء الداخل للمحطة حتى الماء الخارج منها ، وذلك راجع لتناقص الملوثات المتواجدة في المياه المستخدمة، كما تم الحصول على نتائج جد مرتفعة للأكسجين الذائب في المياه المعالجة وهو المعيار الوحيد الذي أعطى نتائج مرتفعة جداً.

معايير التلوث للمياه المستخدمة والمعالجة (MES, DCO, DBO5) والمعايير الكيميائية كانت منخفضة بصورة واضحة في المياه المعالجة على عكس المياه المستخدمة كانت مرتفعة جداً، هذه النتائج تظهر فعالية عمل أحواض التهوية لنزع الملوثات الكربونية بفضل مضخات التهوية التي تلعب دور مهم جداً في إزالة المواد العضوية العالقة في المياه المستخدمة.

أظهرت التحاليل البكتريولوجية للمياه المستخدمة مدى تكاثر الجراثيم الملوثة مثل les Coliformes, Streptocoques fécaux, fécaux, totaux....(الخ) حيث سجلت كثافة كبيرة للبكتيريا الممرضة التي تؤكد على وجود الملوثات في المياه المستخدمة، على عكس المياه المعالجة أظهرت انخفاض كبير في هذه نسبة ، ومنه نستنتج أنه للمحطة فعالية جيدة في تنقية المياه المستخدمة من البكتيريا.

وفيما يتعلق بالطحالب الدقيقة تم الحصول على 4 أنواع موجودة في المياه المعالجة وهي كالتالي :

Synechocystis aquatilis, Lyngbia Sp, Chlorella Sp et Dunaliella dunarella.

الكلمات المفتاحية : الماء, معالجة المياه المستخدمة, الجودة والنوعية الفيزيوكيميائية, الجودة البكتريولوجية, الطحالب الدقيقة.

Sommaire

Introduction générale	
PREMIÈRE PARTIE : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	
Chapitre I : Eau et eaux usées	
1. Eau	01
1.1. Définition de l'eau	01
1.2. Cycle de l'eau	01
1.3. Etapes de cycle de l'eau (cycle naturel)	02
1.3.1. Evaporation.....	02
1.3.2. Précipitations	02
1.3.3. Ruissellement	02
1.3.4. Infiltration	02
1.4. États de l'eau	03
1.4.1. État solide	03
1.4.2. État liquide	03
1.4.3. État de gaz	03
1.5. Formes de l'eau	04
1.6. Répartition de L'eau dans la nature	04
1.7. Importance de l'eau	04
2. Eaux usées	05
2.1. Définition	05
2.2. Origine des eaux usées	05
2.2.1. Eaux domestiques	05
2.2.2. Eaux industrielles.....	06
2.2.3. Eaux pluviales.....	06
2.2.4. Eaux agricoles	06
2.3. Pollution de l'eau	07
2.3.1. Pollution physique.....	07
2.3.2. Pollution chimique.....	07
2.3.3. Pollution biologique	08
2.4. Indices de pollution physicochimiques et biologique de l'eau.....	08
2.4.1. Les paramètres physicochimiques	08

Sommaire

2.4.1.1. Température.....	08
2.4.1.2. Odeur.....	08
2. 4.1.3. Couleur.....	08
2.4.1.4. Turbidité.....	09
2.4.1.5. PH.....	09
2.4.1.6. Conductivité.....	09
2.4.1.7. Oxygène dissous.....	09
2.4.2. Matières en mesures.....	09
2.4.2.1. Matière en suspension (MES).....	09
2.4.2.2. Les matières Volatiles en Suspension (MVS).....	10
2.4.2.3. Les Matières Minérales en Suspension (MMS).....	10
2.4.2.2. Matière organique.....	10
2.4.2.2.A. Demande Biochimique en Oxygène (DBO).....	10
2.4.2.2.B. Demande Chimique en Oxygène (DCO).....	10
2.4.2.2.C. Carbone organique total (COT).....	11
2.4.2.3. Matière phosphorée.....	11
2.4.2.4. Matière azotées.....	11
2.4.2.5. Métaux lourds.....	12
2.5. Normes de la qualité des eaux.....	12
2.6. Réutilisation des eaux usées épurées.....	13
2.6.1. Dans le monde.....	13
2.6.2. En Algérie.....	13
Chapitre II: Traitement des eaux usées	
1. Procédés de traitements des eaux usées.....	15
1.1. Prétraitements.....	15
1.1.1. Dégrillage.....	15
1.1.2. Dessablage.....	15
1.1.3. Dégraissage (désuilage).....	15
1.2. Traitements primaires.....	16
1.2.1. Décantation physique naturelle.....	16
1.2.2. Traitements de décantation physico-chimiques.....	17
1.2.3. Filtration.....	17

Sommaire

1.3. Traitements secondaires (traitements biologiques).....	17
1.3.1. Traitements anaérobies.....	18
1.3.2. Traitements aérobies.....	18
1.3.2.1. Cultures fixes (lits bactériens).....	18
1.3.2.2. Cultures libres (boues activées).....	19
1.3.2.3. Lagunage.....	29
1.4. Traitements tertiaires.....	20
1.4.1. Elimination biologique de l'azote et du phosphore.....	20
1.4.1.1. Elimination de l'azote.....	20
1.4.1.2. Elimination du phosphore.....	21
1.4.2. Elimination et traitement des odeurs.....	21
1.4.3. Procédés de désinfections.....	22
1.4.3.1. Traitements chimiques de désinfection.....	22
1.4.3.2. Traitements physiques de désinfection par les ultraviolets.....	22
1.4.4. Traitement et élimination des boues.....	22
2. Importance des micro-algues dans le traitement des eaux usées	23
3. Espèces des micro-algue utilisée pour traitement des eaux usées.....	24
4. Les avantages et les inconvénients de réutilisation des eaux usées épurées.	24
DEUXIEME PARTIE : PARTIE PRATIQUE	
Chapitre I : Matériels et Méthodes	
1. Présentation de site d'étude.....	27
1.1. Situation géographique de site d'étude.....	27
1.2. Station d'épuration des eaux usées urbaines(STEP2).....	28
1.2.1. Description générale de la station	28
1.3. Principe de traitement.....	29
3.1. Arrivée des eaux brutes.....	30
1.3.2. Prétraitement	30
1.3.2.1. Equipement de dégrillage	30
1.3.2.2. Le dessablage-déshuilage.....	30
1.3.3. Traitement secondaire ou traitement biologique.....	31
1.4. Lits de séchage.....	32
2. Matériels et Méthodes de travail.....	32

Sommaire

2.1. Méthodes de prélèvement	32
2.2. Analyse physicochimique d l'eau.....	33
2.2.1. Température.....	33
2.2.2. Mesure du conductivité	33
2.2.3. Mesure du PH	33
2.2.4. Mesure du concentration O ₂ dissous.....	33
2.2.5. Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO).....	34
2.2.6. Mesure de la demande biologique en oxygène après 5 jour(DBO ₅).....	34
2.2.7. Mesure des matières en suspension MES.....	35
2.2.8. Mesure de L'azote Total (NT).....	36
2.2.9. Mesure du Phosphate Total (PT).....	37
2.2.10. Mesure du Ortho Phosphate PO ₄ -P.....	38
2.2.11. Mesure du NH ₄ -N.....	39
2.2.12. Mesure du NO ₃ -N.....	39
2.3. Méthodes de détermination des caractéristiques microbiologiques.....	41
2.3.1. Transport et conservation	41
2.3.2. Principe général.....	41
2.3.3. Les méthodes de dénombrement.....	41
2.3.3.1. Dénombrement des streptocoques.....	41
2.3.3.2. Dénombrement des coliformes.....	42
2.3.3.3. Dénombrement des bactéries Anaérobies Sulfuro-réducteurs (ASR) et des bactéries Anaérobies Sulfuro-réducteurs y comprise les spores (Spore ASR).....	43
2.3.3.4. Dénombrement des germes aérobies.....	43
2.3.3.5. Dénombrement de <i>pseudomonase aeruginosa</i>	44
2.3.3.6. Comptage des colonies.....	44
2.3.4. Observation microscopique	45
2.4. Identification des planctons (micro-algues).....	47
Chapitre II: Résultats et discussion	
1. Résultats	48
1.1. Les variations des paramètres physico-chimiques.....	48
1.1.1. Température	48

Sommaire

1.1.2. Potentiel d'hydrogène (PH).....	48
1.1.3. Conductivité électrique.....	49
1.1.4. Oxygène dissous.....	50
1.2. Paramètres de pollution particulaire et organique.....	50
1.2.1. La matière en suspension (MES).....	50
1.2.2. Demande chimique en oxygène (DCO).....	51
1.2.3. Demande biologique en oxygène après 5 jour (DBO ₅).....	52
1.3. Variation des paramètres chimiques.....	52
1.4. Variation des paramètres bactériologiques.....	53
1.4.1. Germes aérobies	53
1.4.2. Bactérie aérobie sulfo-reductrice (ASR et ASR spore).....	54
1.4.3. Coliformes totaux et les coliformes fécaux.....	54
1.4.4. Pseudomonas aeruginosa et Entérocoque, D.....	55
1.5. Coloration de Gram.....	55
1.5.1. Coliformes totaux (CT)	55
1.5.2. Coliformes fécaux (CF)	55
1.5.3. Streptocoques fécaux (SF)	56
1.6. Identification phénotypique des micro-algue.....	57
1.6.1. Taxonomie des genres de Synechocystis	57
1.6.2. Taxonomie de genre de Lyngbya.....	57
1.6.3. Taxonomie des genres de Chlorella.....	58
1.6.4. Taxonomie des genres de Dunaliella.....	58
2. discussion.....	59
Conclusion générale.....	65
Références bibliographiques.....	68
Annexe.....	79
Résumé et mots clés	

Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	Molécule d'eau et quelques propriétés de l'eau	01
02	Cycle de l'eau dans la nature	03
03	Répartition des expériences mondiales les plus importantes en réutilisation des eaux résiduaires urbaines	13
04	Les étapes de prétraitements des eaux usées	16
05	Décanteurs à lamelles	17
06	Schéma réactionnel de la minéralisation de l'azote	20
07	Type d'une station de traitement de l'eau	23
08	Localisation de la commune dans la wilaya d'El Oued	26
09	Localisation de la station d'épuration	27
10	Stations de lagunage aéré de Hassani Abdelkrim	27
11	Dégrillage	29
12	Dessableur	30
13	Déshuileur	30
14	Bassins d'aération	30
15	Lits de séchage	31
16	Prélèvement d'eau par le tasse de prélèvement (A- L'eau brute, B- L'eau épurée)	31
17	Mesure la température et la conductivité par la conductimètre	32
18	Mesure la température et la conductivité par le PH mètre	33
19	Mesure l'oxygène dissous par l'oxymétrie	33
20	Les étapes de détermination le DCO	34
21	Etapes de détermination la DBO ₅	35
22	Etapes de détermination la teneur en MES d'une eau brute ou une eau traitée	36
23	Etapes de mesure l'azote totale	37
24	Les étapes de mesure du PT et PO ₄ -P	38
25	Mesure du NO ₃ -N et NH ₄ -N	40
26	Etapes de réalisation de la manipulation de confirmation des streptocoques	42

Liste de figures

27	Etapes de réalisation de la manipulation de dénombrement des coliformes(Test présomptif)	42
28	Etapes de dénombrement des coliformes (Test confirmatif)	43
29	Etapes de réalisation de la manipulation de confirmation des ASR et Spore ASR	43
30	Etapes de réalisation de la manipulation de confirmation des germes aérobies	44
31	Etapes de réalisation de la manipulation de confirmation de <i>pseudomonase aeruginosa</i>	44
32	Le comptage des colonies par le compteur	45
33	Les étapes de coloration du gram pour l'observation microscopique	46
34	Préparation les lame et lamelle pour l'observation microscopique	47
35	Variations de la température des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM	48
36	Variations hebdomadaires du PH des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM	48
37	Variations du conductivité des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM	49
38	Variations de l'O ₂ dissous des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM	50
39	Variations de MES des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM	50
40	Variations de DCO des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM	51
41	Variations de DBO ₅ des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM	52
42	Variations des paramètres chimique des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM	52
43	Variation des Germes aérobies à 37°C/ml et Germes aérobies à 22°C/ml des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM	53
44	Variation des ASR 46°C/20ml et Spore ASR 46°C/ml des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM	54
45	Variation des Coliformes totaux, Coliformes fécaux et Escherichia	54

Liste de figures

	coli des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM	
46	Observation au microscope optique (grossissement x100) d'une coloration de Gram sur des colonies des coliformes totaux et fécaux	56
47	Observation au microscope optique (grossissement x100) d'une coloration de Gram sur des colonies des streptocoques	56
48	L'observation microscopique de genre <i>Synechocystis aquatilis</i> dans l'eau épurée (grossissement x100)	57
49	Observation microscopique de genre <i>Lyngbia</i> dans l'eau épurée (grossissement x100)	57
50	Observation microscopique de <i>Chlorella Sp</i> dans l'eau épurée (grossissement x100)	58
51	Observation microscopique de <i>Dunaliella dunarella</i> dans l'eau épurée (grossissement x100)	58

Liste de tableaux

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
01	Qualité de l'eau de boisson selon l'Organisation Mondiale de Santé.	12
02	Genres et nombres d'espèces nitrifiantes.	21
03	Les avantages et les inconvénients de réutilisation des eaux usées épurées.	25
04	Données générales de la station.	28
05	Résultat de détermination des Pseudomonase aeruginosa et Entérocoque, D des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM.	55

Liste des abréviations

Liste des abréviations

ASR: Bactérie Anaérobie Sulfito-Réductrices.

BLBVB : Bouillon Lactosé Bilié au Vert Brillant.

CE: Conductivité électrique.

CF: Coliformes Fécaux.

CQE: Contrôle de la Qualité et l'Emballage

CT: Coliformes Totaux.

DBO5: Demande Biologique en Oxygène.

DCO: Demande Chimique en Oxygène.

E.D.T.A: Acide Ethylène Diamine Tétracétique.

Fig.: Figure

J.O.R.A: Journal Officiel de la République Algérienne

LST: LaurylSulfate tryptosé .

MES: Matières En Suspension.

NH₄⁺: Ion d'ammonium.

NO₂⁻: Nitrites.

NO₃⁻: Nitrates.

NT: Azote Totale.

ONA: Office National d'Assainissement.

PH: Potentiel d'hydrogène.

PO₄³⁻: Orthophosphates.

PT: Phosphate Totale.

Liste des abréviations

SF: Streptocoques Fécaux.

STEP: Station de Traitement d'Eaux Pollués.

UFC: Unité Formant Colonies.

UTN: Unité Néphelométrique de Turbidité.

Introduction

Introduction générale

L'eau est une ressource naturelle très limitée dans les régions arides et semi-arides. Elle est très demandée et possède une importance dans la gestion des activités économiques, industrielles, environnementales ...etc. (**Tamrabet, 2011**).

L'expansion des villes et les accroissements démographiques et économiques ont causé l'augmentation inévitable des volumes des eaux utilisés ainsi que ceux des eaux usées rejetées d'une manière anarchique et sans traitement, ce qui contribue considérablement à la contamination de la nappe phréatique (**Chenini et al., 2005**).

Avec le passage du temps, l'augmentation des niveaux de pollution de l'eau est devenue un facteur déplacé maladies hydriques elles sont provoquées par l'ingestion ou le contact avec des eaux insalubres. Ces eaux non potables sont le vecteur de micro-organismes (bactéries, eucaryotes, etc.), de virus et de contaminants chimiques (plomb, pesticides...) qui engendrent des troubles et des pathologies pouvant être mortelles (**Vazel, Jupsin, 2007**).

Dans le monde, chaque minute, 3 enfants meurent en raison de diarrhées provoquées par de l'eau insalubre. Diarrhée, choléra, fièvre typhoïde, dysenterie...etc. Cette situation est le quotidien de 2,4 milliards de personnes dans le monde (**Darley, 2002; Souabi, 2007**).

On doit obligatoirement pensé à une épuration de ces eaux. C'est pour cela que, depuis l'antiquité, les hommes ont mis en place, dans les villes des systèmes d'assainissement. Le traitement ou l'épuration des eaux usées a donc pour objectif de réduire la charge polluant qu'elles véhiculent par conséquent elles devraient être dirigées vers des stations d'épuration dont le rôle est de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous la forme d'un petite volume de résidu, les boues et de rejeter un eau épurer répondent à des normes bien précises (**Chenini et al., 2005**).

Selon (**Tamrabet, 2011**), l'utilisation des eaux usées est une pratique très répandue dans la plupart des pays du monde et les pays méditerranéens, dont les principaux projets d'utilisation sont consacrés à l'irrigation agricole et la recharge des aquifères.

La réutilisation peut être considérée comme une partie intégrante de la lutte contre la pollution de l'environnement et de la stratégie de gestion de l'eau. Ces eaux récupérées peuvent être considérées comme une source précieuse d'eau. Elle peut présenter des avantages pour la santé publique, l'environnement, le développement économique et agricole (**P.N.U.E, 2005**).

Introduction générale

L'Algérie rejette chaque année 600 millions de m³ d'eaux usées qui sont non seulement perdues mais qui accentuent la dégradation de l'environnement déjà bien fragile. En revanche, à l'instar d'un grand nombre de pays du bassin méditerranéen, elle accuse un déficit hydrique très inquiétant, et se situe parmi les pays les plus pauvres en matière de potentialités hydriques (**Ouanouki et al., 2009**). En effet, pour un taux de couverture du réseau d'assainissement de l'ordre de 85 %, seuls 20% des eaux usées collectées en Algérie sont traitées. De plus, les ouvrages de traitement et d'épuration des eaux comprennent essentiellement une station d'épuration et des lagunes sont exclusivement destinées aux rejets dans le milieu sans objectif de réutilisation (**Hartani, 2004**).

Et face à tous les problèmes que connaît notre pays en matière d'assainissement et de gestion des stations d'épuration, le recours à d'autres techniques d'épuration, moins coûteuses et plus simples à gérer est devenu incontournable, si l'on veut protéger les ressources en eau, la santé publique et sauvegarder les milieux récepteurs (**Tamrabet, 2011**).

Notre travail consiste à effectuer des analyses physico-chimiques, bactériologiques et microalgales des eaux usées de El-oued (Hassani Abdelkrim).

Cette étude est répartie en deux parties, la première c'est une partie théorique qui contient 2 chapitres, chapitre 1 c'est des généralités sur l'eau et les eaux usées et chapitre 2 c'est le traitement des eaux usées.

Et la deuxième partie il est contenue 2 chapitres, Chapitre 1 c'est les matériels et les méthodes, Chapitre 2 c'est les résultats et discussion. En fin une conclusion générale.

Première partie

Synthèse bibliographiques

Chapitre I

Eau et l'eau usée

1. Eau

1.1. Définition de l'eau

L'eau ou oxyde dihydrogène est définie comme étant un liquide incolore, inodore, sans saveur et de pH neutre. L'eau s'allie avec certains sels pour former des hydrates et réagit avec des oxydes des métaux pour former des acides. Elle est utilisée comme catalyseur dans des nombreuses réactions chimiques importantes (Pyerr, 1984).

La structure d'eau liquide est encore controversée, le collage d'hydrogène de type HO-H impose un degré élevé de structure. Dans sa phase gazeuse l'eau se compose des molécules libres H₂O dont l'angle H-O-H est de 105° (Sidiki, 2005).

La molécule d'eau est constituée d'un édifice électronique stable, qualitativement semblable au néon Le mot "eau" vient du latin aqua, c'est un composé chimique ubiquitaire sur la terre, essentiel pour tous les organismes vivants connus. Il se trouve en général dans son état liquide. L'eau est quelque fois désignée sous le nom de : solvant universel. Près de 70 % de la surface de la terre est recouverte d'eau (97 % d'eau salée et 3 % d'eau douce), essentiellement sous forme d'océans (Lounnas, 2009).

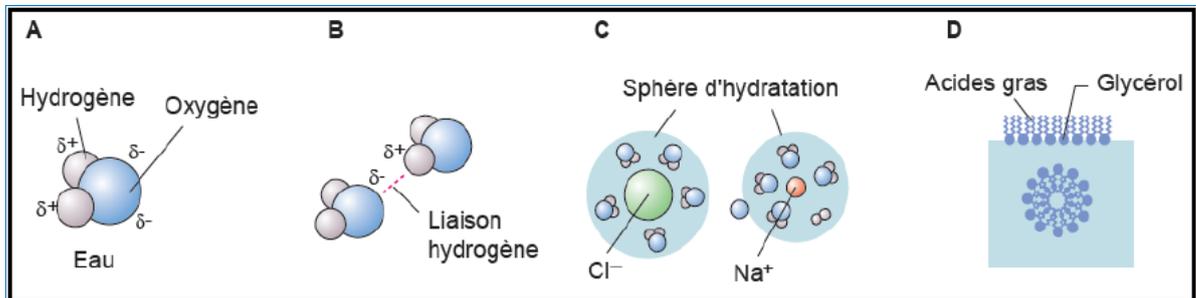


Fig.01: Molécule d'eau et quelques propriétés de l'eau (Danie, 2012).

A: Molécule d'eau.

B: Formation de liaisons hydrogène entre éléments chargés.

C: Formation de sphères d'hydratation autour d'ions.

D: Disposition des lipides apolaires (glycérides) à la surface ou dans l'eau.

1.2. Cycle de l'eau

L'eau est la seule molécule à être présente sous trois états sur la terre : solide, liquide et gazeuse. L'eau peut changer d'état sans intervention humaine (Mercier, 2000). Ces changements d'états dépendent essentiellement de la température et de la pression mais aussi des composés chimiques présents dans l'atmosphère. La circulation de l'eau au

sein des différents compartiments terrestres est décrite par son cycle biogéochimique (Hugonin, 2011).

1.3. Etapes de cycle de l'eau (cycle naturel)

Selon (Boeglin, 1991; Vilagines, 2003) , le cycle de l'eau se fait par les étapes suivant:

1.3.1. Evaporation

L'action du soleil, une partie de l'eau de mer s'évapore pour former des nuages. Avec les vents, ces nuages arrivent au-dessus des continents où ils s'ajoutent à ceux déjà formés.

1.3.2. Précipitation

Lorsqu'il pleut, qu'il neige ou qu'il grêle sur ces mêmes continents, une partie de l'eau de ces précipitations repart plus ou moins rapidement dans l'atmosphère, soit en s'évaporant directement, soit du fait de la transpiration des végétaux et des animaux.

1.3.3. Ruissellement

Une deuxième partie, en ruisselant sur le sol, rejoint assez vite les rivières et les fleuves puis la mer.

1.3.4. Infiltration

Quant au reste, il s'infiltré dans le sol et est stocké en partie dans des nappes. Cette eau finira aussi par retourner à la mer, à beaucoup plus longue, voire très longue, échéance, par le biais des cours d'eau que ces nappes alimentent. C'est ce mouvement perpétuel de l'eau sous tous ses états qu'on appelle le grand cycle de l'eau.

$\text{Précipitations} = \text{Ruissellement} + \text{Évaporation} + \text{Infiltration}$

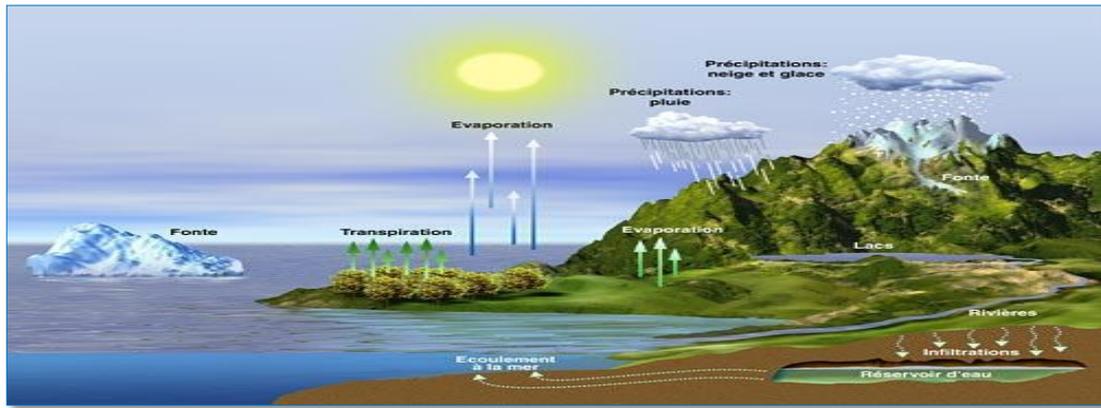


Fig.02: Cycle de l'eau dans la nature (Ghedadbia, 2012)

1.4. États de l'eau

L'eau est un constituant fondamental de notre environnement. Elle se présente sous différents états sous forme solide, liquide et gazeuse (Musy, Higy, 2004).

1.4.1. État solide

L'eau est solide quand la température est inférieure à 0 °C. C'est la glace de la banquise au niveau des pôles, (Les calottes glaciaires des pôles Nord et Sud sont les plus grands réservoirs d'eau douce de la planète), le givre qui se forme par temps froid sur les arbres en hiver. Les calottes glaciaires et les glaciers représentent 2,1 % de l'eau présente sur la Terre (Musy, Higy, 2004).

1.4.2. État liquide

Les plus grands réservoirs d'eau liquide sont les océans et les mers constitués d'eau salée ; ils représentent 97,2 % de l'eau de la Terre. Les autres réservoirs d'eau liquide sont les lacs, les rivières et les eaux souterraines. Ils sont constitués d'eau douce. Les lacs et les rivières correspondent à 0,01 % de l'eau présente sur Terre et les eaux souterraines à 0,06 % de cette eau (Rodier, 1984).

1.4.3. État de gaz

Dans l'atmosphère, l'eau existe sous forme de gaz. C'est la vapeur d'eau présente dans l'air humide. Elle ne correspond qu'à 0,001 % de l'eau de la Terre (Paul, 2010).

1.5. Formes de l'eau

L'eau recouvre 72 % de la surface du globe. Elle est un des éléments fondamentaux de notre planète. Liquide, solide ou gazeuse, selon (**Grosclaude, 1999**) elle est présente partout sous des formes très variées :

- Les océans et les mers.
- Les fleuves et les rivières qui s'enrichissent des eaux de pluie venant ruisseler sur la terre.
- Les lacs et les plans d'eau, étendues d'eau douce immobiles.
- Les nuages.
- Les glaciers et la neige.
- Les zones humides, comme les tourbières, les marécages et les landes humides.
- Les eaux souterraines qui sont alimentées par les infiltrations d'eau de pluie et d'eau des rivières.
- La vapeur d'eau présente en permanence dans l'atmosphère.

1.6. Répartition de L'eau dans la nature

La majorité d'eau est salée, elle se trouve dans les océans et les mers (97,2 %). L'eau douce est répartie entre les glaciers, les nappes souterraines, les lacs, les cours d'eau et l'atmosphère, sous forme de vapeur (**Sadowski, 2002**). Bien que seulement 2% d'eau douce est disponible pour la boisson, l'irrigation et presque la moitié des humains manquent d'accès à un approvisionnement suffisant d'eau potable (**Mddefp, 2013**).

Le volume approximatif de l'eau de la Terre (toutes les réserves d'eau du monde) est de 1 360 000 000 km³. Dans ce volume :

- ✓ 1 320 000 000 km³ (97,2 %) se trouvent dans les océans.
- ✓ 25 000 000 km³ (1,8 %) se trouvent dans les glaciers et les calottes glaciaires.
- ✓ 13 000 000 km³ (0,9 %) sont des eaux souterraines.
- ✓ 250 000 km³ (0,02 %) sous forme d'eau douce dans les lacs, les mers intérieures et les fleuves.
- ✓ 13 000 km³ (0,001 %) sous forme de vapeur d'eau atmosphérique à un moment donné.

1.7. Importance de l'eau

L'eau est essentielle à la vie: il s'agit d'une ressource vitale pour l'humanité et le reste du monde vivant. Nos rivières, lacs, eaux côtières et marines, ainsi que nos eaux souterraines, sont de précieuses ressources que nous devons protéger (**Ciffq, 2011**).

La pollution et la rareté de l'eau menacent la santé et la qualité de vie de l'homme. Or, des préoccupations écologiques plus larges entrent également en ligne de compte. Le libre écoulement des eaux, inaltéré par la pollution, est important pour soutenir les écosystèmes dépendant de l'eau (**Brasilia, 2013**). Une pénurie d'eau de qualité nuit aux environnements aquatiques, terrestres et à ceux des zones humides en exerçant une pression supplémentaire sur la faune et la flore, qui subissent déjà les conséquences de l'urbanisation et du changement climatique (**Ce, 2011**).

2. Eaux usées

2.1. Définition

Une eau usée, appelée encore eau résiduaire ou effluent est une eau qui a subi une détérioration après usage. La pollution des eaux dans son sens le plus large est définie comme « Tout changement défavorable des caractéristiques naturelles (biologiques ou physico-chimiques) dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines » (**Der hoek, 2007**).

L'aspect des eaux résiduaires fraîches est celui d'un liquide brun gris avec une odeur typique, mais faible. Durant leur transport, ces eaux se modifient d'autant plus vite que la température est élevée ; Environ un tiers des matières contenues est en suspension, le reste est en solution (matières minérales dissoutes et produits minéraux) (**Bouziati, 2000**).

2.2. Origine des eaux usées

Les eaux usées regroupent en différents types sont: les eaux usées domestiques (les eaux vannes et les eaux Ménagères), les eaux de pluviales (ruissellement), les eaux agricoles et les effluents industriels (eaux usées des usines) (**Baumont et al., 2005**).

2.2.1. Eaux domestiques

Sont essentiellement porteuses de pollutions organiques (**Fazio, 2001**). Elles se répartissent en deux catégories : les eaux ménagères des salles de bain et des cuisines qui sont généralement chargées de substances biodégradables, de détergents, de produits nettoyants, désinfectants, et détartrants ainsi que de pesticides pour usage domestique et de solvants pour le bricolage ; ces eaux peuvent aussi contenir des polluants cosmétiques et médicamenteux. La deuxième catégorie d'eaux usées domestiques sont les eaux vannes

comprenant les rejets de toilettes. Ces dernières sont chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux (**Picard, 2011**).

2.2.2. Eaux industrielles

Les établissements industriels utilisent une quantité importante d'eau qui tout en restant nécessaire à leur bonne marche, n'est réellement consommée qu'en très faible partie le reste est rejeté (**Faby, Brissaud, 1997**).

Selon (**Lazarova, 1998**) le classement des principaux rejets industriels suivant la nature des inconvénients qu'ils déversent :

- Pollution due aux matières en suspension minérales (Lavage de charbon, carrière, tamisage du sable et gravier, industries productrices d'engrais phosphatés....).
- Pollution due aux matières en solution minérales (usine de décapage, galvanisation...).
- Pollution due aux matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, équarrissages, pâte à papier...).
- Pollution due aux rejets hydrocarbonés et chimiques divers (raffineries de pétrole, porcherie, produits pharmaceutiques.....).
- Pollution due aux rejets toxiques (déchets radioactifs non traités, effluents radioactifs des industrie nucléaires....).

2.2.3.Eaux pluviales

Les eaux pluviales peuvent, elles aussi, constituer une source de pollution importante des cours d'eau . L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, elle entraîne des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...) (**Bontoux, 1993**). Les eaux de pluie qui ruissellent sur les surfaces imperméabilisées, en général en zone urbaine, sont collectées par un réseau qui peut-être le même que celui qui collecte les eaux usées, ou non (**Baumont et al., 2005**).

2.2.4. Eaux agricoles

Il s'agit de rejets liquides et agricoles issus du ruissellement d'eaux d'irrigation qui entraîne des engrais et des pesticides, des herbicides ou des rejets organiques dus à un élevage important(**Junger, 2000**) . Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- Apport aux eaux de surface de nitrates et de phosphates utilisés comme engrais, par suite de lessivage de terres perméables. Ces composés minéraux favorisent la prolifération des algues (phénomène d'eutrophisation) qui en abaissant la teneur en oxygène des eaux courantes, compromettent la vie des poissons et des animaux aquatiques (**Richard, 1996**).
- Apport des pesticides chlorés ou phosphorés, de désherbants et d'insecticides (**Kolpin, 1998**).

En région viticole, apport de sulfates de cuivre, de composés arsenicaux destinés à la protection des vignes (**Richard, 1996**).

2.3. Pollution de l'eau

La pollution est due à toute substance physique, chimique ou biologique rejetée dans une eau naturelle qui perturbe l'équilibre de cette eau, induit d'importantes nuisances (mauvaise odeur, fermentation, risques sanitaires, etc.) (**Ladjet, 2006**).

2.3.1. Pollution physique

IL s'agit d'une pollution qui se traduit par la présence des particules de taille et de matière très variés dans l'eau, qui lui confèrent un caractère trouble. On distingue aussi les matières décantées (plus lourdes que l'eau), les matières flottables (plus légères que l'eau) et les matières non séparables (de même densité que l'eau) (**Bouziati, 2000**). La pollution physique désigne l'autres types de pollution, telle que la pollution thermique due aux températures élevées qui cause une diminution de la teneur en oxygène dissous ainsi qu'une réduction de la solubilité des gaz et la pollution radioactive (**Boudjeal, Djoudi, 2003**).

2.3.2. Pollution chimique

La pollution chimique de l'eau est due essentiellement aux déversements de polluants organiques et des sels de métaux lourds par les unités industrielles. L'enrichissement des sols pour intensifier l'agriculture par diverses catégories d'engrais et de pesticides est également à l'origine de la pollution chimique des sources et des nappes souterraines (**Aroua, 1994**). Ces substances exercent un effet toxique sur les matières organiques et les rendent plus dangereuse. Les polluants chimiques sont classés en cinq catégories (**Boudeal, Djouid, 2003**):

- Les polluants chimiques dits indésirables (nitrate, les composés phosphorés et les sels ammoniacaux).
- Les polluants chimiques toxiques.
- Les pesticides et produits apparentés.
- Les hydrocarbures.
- Les détergents.

2.3.3. Pollution biologique

Un grand nombre de microorganismes peut proliférer dans l'eau qui sert d'habitat naturel ou comme un simple moyen de transport pour ces microorganismes. Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient ou qui sont transportés dans l'eau sont : les bactéries, les virus, les parasites et les champignons. On parle ainsi de pollution bactérienne, virale ou parasitaire (**Thomas, 1995**).

2.4. Indices de pollution physicochimiques et biologique de l'eau

2.4.1. Les paramètres physicochimiques

2.4.1.1. Température

La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). (**Gaujous, 1995**). Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc (**Rodier et al., 2005**).

2.4.1.2. Odeur

L'eau d'égout fraîche a une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde (**Ladjel, 2006**).

2.4.1.3. Couleur

La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle, soit associée à sa pollution. La coloration d'une eau est donc très souvent synonyme de la présence de composés dissous et corrélativement la présence de solutés induit une coloration qui ne se limite pas au seul domaine du visible (**Thomas, 1955**).

2.4.1.4. Turbidité

La turbidité est liée à la présence plus ou moins importante de matières en suspension d'origine minérale ou organique (**Slimani, 2003**).

2.4.1.5. Potentiel d'hydrogène

Le PH d'une eau représente son acidité ou alcalinité. Les eaux usées domestiques sont généralement neutres ou basiques, de (6 à 9), donc elle n'influe pas sur le pH de milieu récepteur mais les affluents industriels constituent un facteur très important dans la modification de la valeur de pH (**Rodier, 1996**).

2.4.1.6. Conductivité

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations (**Rejsek, 2002**).

2.4.1.7. Oxygène dissous

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau ne dépasse rarement 10 mg/l. Elle est fonction de l'origine de l'eau ; l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l (**Ladjel, 2006**).

2.4.2. Matières en mesures

2.4.2.1. Matière en suspension (MES)

C'est la quantité de pollution organique (MVS) et minérale (MMS) non dissoute dans l'eau. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Les MES s'expriment par la relation suivante:

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS}$$

Les matières en suspension (MES) exprimées en mg par litre. Le diamètre supérieur à 1µm contenues dans l'eau (**Duguet et al., 2006**).

2.4.2.2. Les matières Volatiles en Suspension (MVS)

Elles représentent la fraction organique des MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 525°C pendant 2 heures. La différence de poids entre les MES à 105°C et les MES à 525°C donne la {perte au feu} et correspond à la teneur en MVS en (mg/l) d'une eau (**Duguet et al., 2006**).

2.4.2.3. Les Matières Minérales en Suspension (MMS)

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son (extrait sec) constitué à la fois par les matières en suspension et les matières solubles telles que les chlorures, les phosphates, etc.

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

2.4.2.2. Matière organique

2.4.2.2.A. Demande Biochimique en Oxygène (DBO)

La demande biochimique en oxygène (DBO5) qui est la quantité d'oxygène consommée (en mg O₂/L) pour assurer la dégradation (par voie bactérienne) des matières organiques contenues dans un litre d'échantillon d'eau sous analyse, à l'obscurité et à température de 20 °C. La quantité d'oxygène consommée dans les conditions de l'essai est mesurée après un laps de temps de 5 jours d'où son nom de DBO5. La détermination en laboratoire de DBO5, qui évalue la quantité de matières organiques biodégradables.

C'est la DBO5. Elle se résume à la réaction chimique suivante (**Afnor, 1975**):



2.4.2.2.B. Demande Chimique en Oxygène (DCO)

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non, contenue dans les eaux à l'aide du bichromate de potassium $\text{k}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ à 150°C. Elle est exprimée en mg O₂/l. La valeur du rapport DCO/DBO indique le coefficient de

biodégradabilité d'un effluent, il permet aussi de définir son origine (**Radoux, 1986**). Généralement la valeur de la DCO est :

- DCO = 1.5 à 2 fois DBO Pour les eaux usées urbaines.
- DCO = 1 à 10 fois DBO Pour tout l'ensemble des eaux résiduaires.
- DCO > 2.5 fois DBO Pour les eaux usées industrielles.

2.4.2.2.C. Carbone organique total (COT)

COT exprimé en mg O₂/L, dont le dosage est réalisé en utilisant une technique instrumentale dont le principe réside dans l'oxydation catalytique à 950 °C des éléments carbonés qui donnent de l'anhydride carbonique CO₂, dosé par un analyseur infrarouge (**Boeglin, 1991**).

2.4.2.3. Matière phosphorée

Le phosphore est d'origine industriel ou biologique. Il se trouve dans l'eau usée sous deux formes:

- De sels minéraux (Orthophosphates , polyphosphates).
- De composés organiques(organophosphates).

La présence des Orthophosphates dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés, à la décomposition de la matière organique, aux engrais phosphatés industriels entraînés par lessivage ou par infiltration (**Ladjel, 2006**).

Les poly phosphates peuvent être toxiques pour l'homme et sont considérés responsables des accidents neuromusculaires cardiaques et vasculaires (**Chambers, 2001**).

2.4.2.4. Matière azotées

L'azote se présente sous diverses formes dans les eaux usées (**Bechak et al., 1983**).

- Forme oxydée: azoté nitreux (NO₂⁻) et nitrique (NO₃⁻), qui sont des produits de l'oxydation de l'ammoniaque, avec le phosphore, favorise la prolifération d'algues.
- Forme moléculaire: azote dissous N₂
- Forme réduite: azote organique, NH₄⁺.

Un taux d'azote total (N.T.K) différent de 15 à 20% de celui de la DBO₅ est le signe de la présence des eaux résiduaires industrielles (**Picard, 2011**).

2.4.2.5. Métaux lourds

Les métaux lourds se trouvent dans les eaux usées urbaines à l'état de trace. Des concentrations élevées sont en général révélatrices d'un rejet industriel. Leur présence est nuisible pour l'activité des micro-organismes donc elle perturbe le processus d'épuration biologique (Tchiomogo, 2001).

2.5. Normes de la qualité des eaux

Le tableau suivant indique les normes de la qualité physico-chimique des eaux potable (Recommandation OMS).

Tableau 01: Qualité de l'eau de boisson selon l'Organisation Mondiale de Santé (OMS, 1994).

Eléments	Valeurs indicatives en mg/l
Sulfate(SO ₄)	250
Chlore	5
PH optimum	6.5–8
Chlorures(Cl ⁻)	200
Sodium(Na ⁺)	150
Magnésium(Mg ²⁺)	0.1
Phosphate(P ₂ O ₅)	5
Nitrites (NO ₂)	3
Nitrates (NO ₃)	50
Ammoniac (NH ₄)	15
Plomb (pb)	0,01
Sélénium (Se)	0,01
Potassium (K ⁺)	12
Fer(Fe ²⁺)	0.3
Calcium(Ca ²⁺)	NIL
Cuivre(Cu ²⁺)	1
Cyanures	0.07
Zinc (Zn)	3
Aluminium	0,2

2.6. Réutilisation des eaux usées épurées

2.6.1. Dans le monde

La réutilisation des eaux usées est une pratique très répandue dans les régions du monde affectées par des pénuries de ressources en eau (**Elhalouani, 1995**). Elle est, par exemple, très développée aux Etats-Unis, au Mexique et plusieurs pays d'Amérique du Sud, l'Australie, l'Afrique du Sud, le Japon, la Chine et les pays du Golfe Persique,...Le bassin méditerranéen est l'une des régions du Monde où la réutilisation agricole des effluents urbains est la plus pratiquée la Tunisie constitue aussi un autre exemple d'une politique nationale de réutilisation. (**Bdour et al., 2009**).

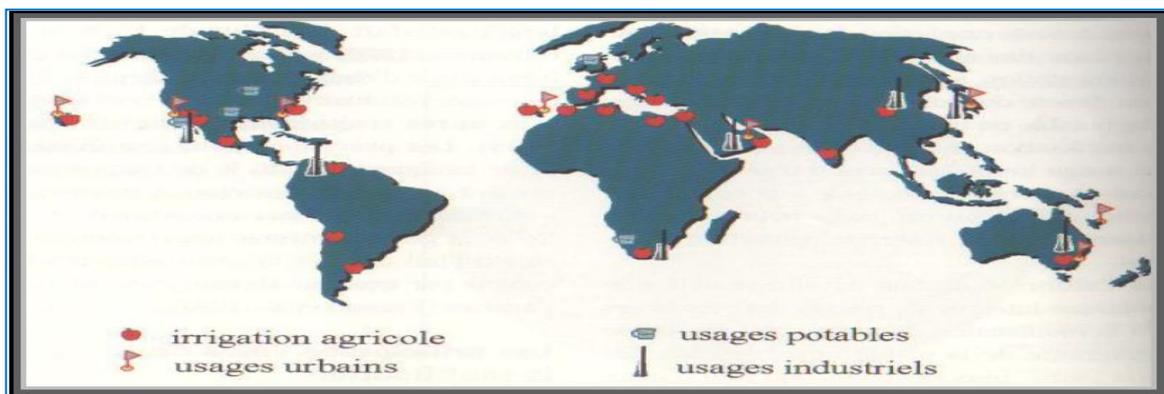


Fig.03: Répartition des expériences mondiales les plus importantes en réutilisation des eaux résiduaires urbaines (**Lazarova, 1998**).

2.6.2. En Algérie

En Algérie, peu d'importance est accordée à la couverture des services d'assainissement, comparée à la couverture des services d'approvisionnement en eau et encore moins d'importance est accordée à l'épuration. En effet, pour un taux de couverture du réseau d'assainissement de l'ordre de 85 %, seules 20 % des eaux usées collectées en Algérie sont traitées. Le volume annuel des eaux usées est estimé à 600 millions de m³, dont quelques 550 millions de m³ correspondent aux agglomérations de taille supérieure à 50 000 habitants (**Hartani, 2004**).

Selon (**Tamrabet, 2011**), le nombre de stations d'épuration des eaux domestiques réalisées en Algérie est 29 STEP en exploitation dont 22 à boues activées et 07 par lagunage avec 22 STEP en réalisation, 11 STEP en cours d'étude de diagnostic pour la réhabilitation et 08 STEP en projet (Programme 2006-2009). Concernant, la réutilisation des eaux usées en Algérie, selon (**Hartani, 2004**), 60 % des eaux usées traitées sont

rejetées soit loin des périmètres d'irrigation et des barrages soit en mer, ce qui rend leur réutilisation en irrigation peu rentable. Ainsi, seulement 240 millions m³ sont potentiellement utilisables en irrigation en raison de la localisation des points de rejet.

Chapitre II

Traitement des eaux usées

1. Procédés de traitements des eaux usées

Selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés mise en œuvre, plusieurs niveaux de traitements sont définis :les prétraitements, le traitement primaire et le traitement secondaire. Dans certains cas, des traitements tertiaires sont nécessaires, notamment lorsque l'eau épurée doit être rejetée en milieu particulièrement sensible (**Kettab, 1992**).

1.1. Prétraitements

Les eaux brutes doivent généralement subir, avant leur traitement proprement dit, un prétraitement qui comporte un certain nombre d'opérations, uniquement physiques ou mécaniques, peut comprendre les opérations: (le dégrillage), principalement pour les déchets volumineux, (le dessablage) pour les sables et graviers et (le dégraissage- déshuilage ou d'écumage-flottation) pour les huiles et les graisses (**Jarde, 2002**).

1.1.1. 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. Le dégrillage permet aussi de protéger la station contre l'arrivée intempestive des gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation. Les éléments retenus sont, en suite, éliminés avec les ordures ménagères.(**Karoune, 2008**).

1.1.2. Dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, les sables et les particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduites, ainsi pour protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion et à éviter de surcharger les stades de traitement ultérieurs en particulier les réacteurs biologiques. L'écoulement de l'eau, à une vitesse réduite, dans un bassin appelé "dessableur" entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage (**Cardot, 2010**).

1.1.3. Dégraissage (déshuilage)

Les graisses et les l'huiles étant des produits de densité légèrement inférieure à l'eau issues non seulement des habitations, mais aussi des restaurants, des garages, des chaussées, des usines, des abattoirs,...etc. (**Faby, 1997**).

Le déshuilage est une opération de séparation liquide-liquide, alors que le dégraissage est une opération de séparation solide-liquide (à la condition que la température de l'eau soit suffisamment basse, pour permettre le figeage des graisses). Ces deux procédés visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique qui intervient ensuite (**Bassompierre, 2007**).

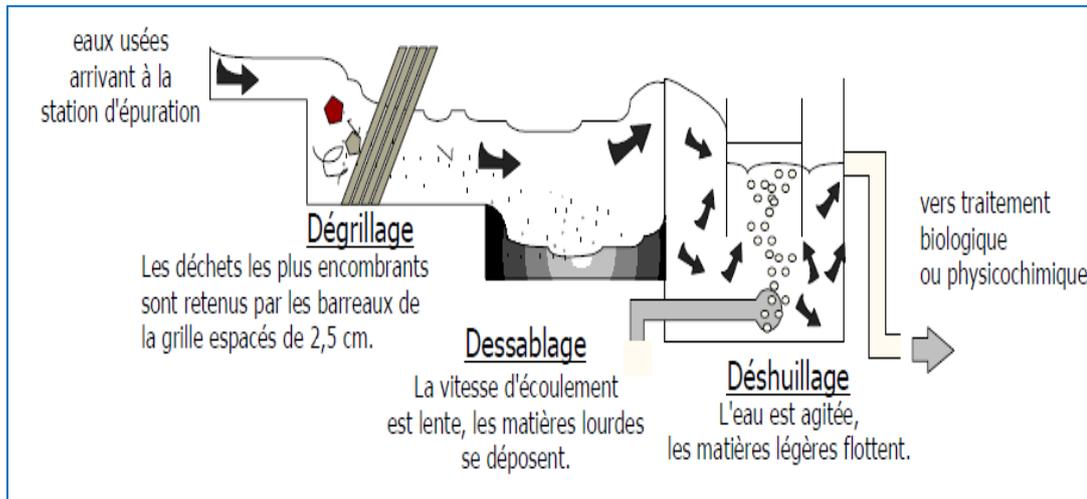


Fig.04: Les étapes de prétraitements des eaux usées (**Bessedik, nd**).

1.2. Traitements primaires

Le traitement "primaire" fait appel à des procédés physiques naturels, filtration et décantation plus ou moins aboutie, éventuellement as sortie de procédés physicochimiques, tels que la coagulation-floculation (**Faby, 1997**).

1.2.1. Décantation physique naturelle

Son objectif est d'éliminer les particules dont la densité est supérieure à celle de l'eau par gravité. La vitesse de décantation est en fonction de la vitesse de chute des particules, qui elle-même est en fonction de divers autres paramètres par miles quels: grosseur et densité des particules (**Cardot, 2010**).

Les matières solides se déposent au fond d'un ouvrage appelé "décanteur" pour former les boues "primaires". Ces dernières sont récupérées au moyen de systèmes de raclage. L'utilisation d'un décanteur lamellaire permet d'accroître le rendement de la décantation. Ce type d'ouvrage comporte des lamelles parallèles inclinées, ce qui multiplie la surface de décantation et accélère donc le processus de dépôt des particules (**Ouali, 2001**).

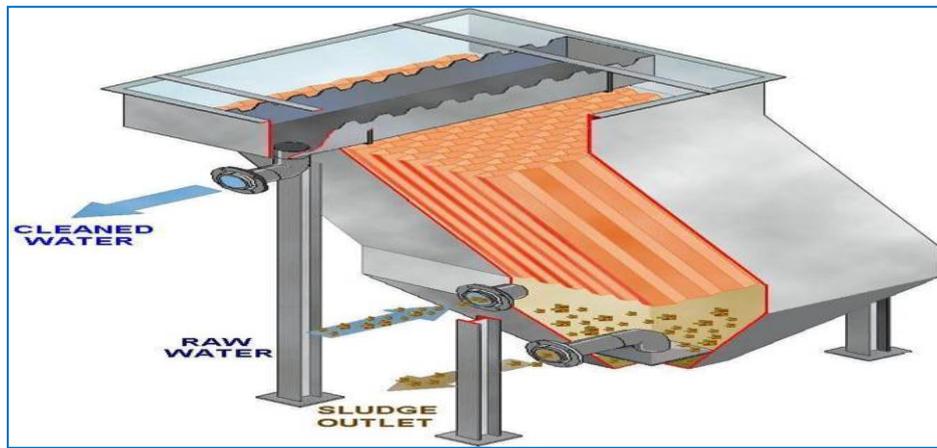


Fig.05: Décanteurs à lamelles (Bessedik, nd).

1.2.2. Traitements de décantation physico-chimiques

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites, dites particules colloïdales. Ces particules, qui peuvent rester en suspension dans l'eau durant de très longues périodes, peuvent même traverser un filtre très fin. Pour les éliminer, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation (Moulin *et al.*, 2013).

- **La coagulation:** a pour but principale de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. En pratique, ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion rapide de produits chimiques: sels minéraux cationiques (sels de fer ou d'aluminium) (Lazarova *et al.*, 2003).
- **La floculation:** a pour objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un floc qu'on peut facilement éliminer par les procédés de décantation et de filtration (Moulin *et al.*, 2013).

1.2.3. Filtration

La filtration est un procédé physique destiné à clarifier un liquide, qui contient des matières solides en suspension en le faisant passer à travers un milieu poreux. Les solides en suspension, ainsi retenus par le milieu poreux, s'y accumulent; il faut donc nettoyer ce milieu de façon continue ou de façon intermittente (Cardot, 1999).

1.3. Traitements secondaires (traitements biologiques)

Les traitements secondaires également appelés traitements biologiques vise à dégrader la matière organique biodégradable contenue dans l'eau à traiter. Des micro-organismes mis en contact avec l'eau polluée assimilent la matière organique qui, leur sert de

substrat de croissance. L'ensemble de la pollution avec les microorganismes vivants forme la liqueur mixte ou boue biologique contenue dans des bassins de traitement biologique (**Baudot , Perera, 1991**).

En règle générale, l'élimination complète de la pollution organique de ces bassins se déroule en conditions aérées par des souches aérobies strictes ou facultatives. Plusieurs procédés existent à ce stade du traitement biologique (**Asano, 1998**). 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 (**Camille, 2005**).

1.3.1. Traitements anaérobies

Les traitements anaérobies font appel à des bactéries n'utilisant pas de l'oxygène, en particulier, aux bactéries méthanogènes qui conduisent, comme leur nom l'indique, à la formation du méthane à partir de la matière organique, et à un degré moindre de CO₂ (**Gembloux, 1998**).

Ce type de fermentation est appelé digestion en hydrologie. En effet, la température doit être maintenue à un niveau très stable et suffisamment élevé. Il faut aussi éviter les écarts brutaux de pH et les substances inhibitrices du développement bactérien, à titre d'exemple: les cyanures, les sels de métaux lourds et les phénols (**Kalogo, Verstraete, 1999**).

1.3.2. Traitements aérobies

Les micro-organismes utilisés exigent un apport permanent d'oxygène. On distingue trois méthodes essentielles (**Who, 1989**).

1.3.2.1. Cultures fixes (lits bactériens)

Leur principe de fonctionnement, quelques fois appelé filtre bactérien ou filtre percolateur, qui consiste à faire ruisseler l'eau à traiter, préalablement décantée, sur une masse de matériau de grande surface spécifique servant de support aux microorganismes épurateurs, qui y forment un feutrage ou un film plus ou moins épais, sous le quel une couche anaérobie peut se développer sous la couche aérobie, dont l'épaisseur est importante (**Bassompierre, 2007**).

1.3.2.2. Cultures libres (boues activées)

Les boues activées constituent le traitement biologique aérobie le plus répandu (Who, 1989). Le procédé consiste à provoquer le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocons (boues activées), dans un bassin brassé et aéré (bassin d'aération) et alimentée ne au à épurer. (Madigan , Martinko, 2007). Dans ce bassin, le brassage a pour but d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange des flocons bactériens et de l'eau usée (liqueur mixte); l'aération peut se faire à partir de l'oxygène de l'eau, du gaz enrichi en oxygène par (le brassage, l'injection d'air comprimé, voire même d'oxygène pur), a pour but de dissoudre ce gaz dans la liqueur mixte, afin de répondre aux besoins des bactéries épuratrices aérobies (Faby, 1997).

Après un temps de contact suffisant, la liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur appelé parfois décanteur secondaire, destiné à séparer l'eau épurée des boues. Une partie de ces dernières sont recyclées dans le bassin d'aération pour y maintenir une concentration suffisante en bactéries épuratrices (Vilagines, 2003). L'excédent (boues secondaires en excès) est extrait du système et évacué vers le traitement des boues. Le temps de séjour des organismes actifs dans le système est plus élevé que celui de l'eau, ce qui facilite le contrôle de la minéralisation de la matière organique (Radoux, 1989).

1.3.2.3. Lagunage

Le lagunage est un système biologique d'épuration extensive, qui consiste à déverser les eaux usées dans plusieurs bassins successifs de faible profondeur, où des phénomènes naturels de dégradation font intervenir la biomasse qui transforme la matière organique (Effebi, 2009). La matière polluante, sous traite aux eaux usées, se retrouve en grande partie dans la végétation et les sédiments accumulés, et en faible partie dans l'atmosphères ou sous forme de méthane et d'azote gazeux (Guilloteau, 1992).

Les mécanismes de l'épuration et le fonctionnement d'un lagunage simple peuvent être décrits par l'équation suivante (Altmeyer et al, 1990):

Eau usée + oxygène [(en présence de bactérie) donne] boues + effluent traité + CO₂ + H₂O

Il consiste, à retenir les effluents dans des bassins pendant une période plus ou moins longue au cours de la quelle les organismes présents permettent d'éliminés 20 à 60Kg de DBO5/hectare j (Ghoualem-Saouli, 2007).

1.4. Traitements tertiaires

Appelés aussi les traitements complémentaires qui visent l'élimination de la pollution l'azotée et phosphatée ainsi que la pollution biologique des eaux usées.

Les traitements tertiaires souvent considérés comme facultatif ou complémentaire permettent d'affiner ou d'améliorer le traitement secondaire (Assobhei, 2009). De telles opérations sont nécessaires pour assurer une protection complémentaire de l'environnement récepteur ou une réutilisation de l'effluent en agriculture ou en industrie (Franck, 2002).

1.4.1. Elimination biologique de l'azote et du phosphore

1.4.1.1. Elimination de l'azote

L'élimination de l'azote est le plus souvent, obtenue grâce à des traitements biologiques, de "nitrification-dénitrification" ou par échange d'ions.

L'azote est présent dans les eaux usées sous les différentes formes chimiques suivantes: ion ammonium $N-NH_4^+$, ion nitrite $N-NO_2^-$ et ion nitrate $N-NO_3^-$.

$$\text{Azote global} = \text{Azote Kjeldahl} + \text{Nitrites} + \text{Nitrates}$$

Dans la plupart des eaux usées, l'azote est sous forme organique ou ammoniacale (NH_4^+). Une correcte oxygénation dans le bassin d'aération permet aux bactéries de transformer l'azote organique en ammoniacque puis d'oxyder l'ammoniacque en nitrate (NO_3^-). Cette oxydation est une nitrification (Franck, 2002).

Les nitrates sont alors transformés en azote gazeux en condition anoxie :

- Absence d'oxygène dissous
- Présence d'oxygène combiné aux nitrates il faut stopper l'aération pour réaliser cette étape appelée dénitrification (Vasel, 2007).

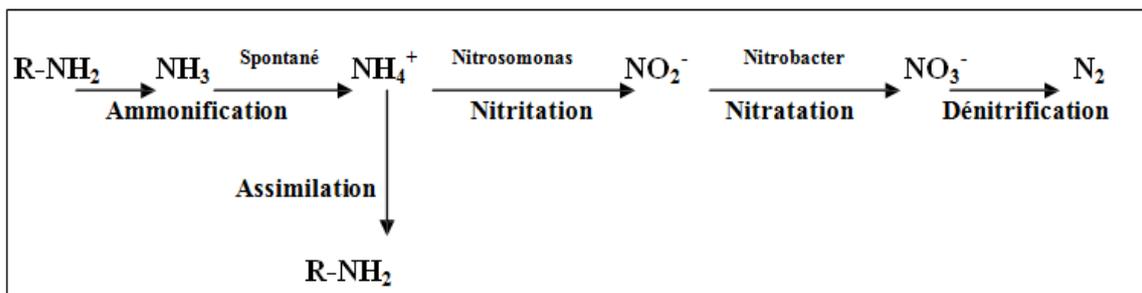


Fig.06:Schéma réactionnel de la minéralisation de l'azote (Vasel, 2007).

Le tableau suivant montre les genres des bactéries responsable à la nitrification des eaux usées:

Tableau 02: Genres et nombres d'espèces nitrifiantes (Feray,2000).

Bactéries nitrifiantes		Bactéries nitrifiantes	
Noms des genres	Nombre d'espèces	Noms des genres	Nombre d'espèces
<i>Nitrobacter</i>	4	<i>Nitrosomonas</i>	10
<i>Nitrospina</i>	1	<i>Nitrospira</i>	5
<i>Nitrococcus</i>	1	<i>Nitrosococcus</i>	3
<i>Nitrospira</i>	1	<i>Nitrosolobus</i>	2

1.4.1.2. Elimination du phosphore

La déphosphoration biologique consiste à provoquer l'accumulation du phosphore dans les cultures bactériennes des boues. Les mécanismes de la déphosphoration biologique sont relativement complexes, et leur rendement variable (en fonction notamment de la pollution carbonée et des nitrates présents dans les eaux usées) (Garzón, González, 1996). Dans les grosses installations d'épuration, ce procédé est souvent couplé à une déphosphatation physico-chimique, pour atteindre les niveaux de rejets requis (Prescott et al, 2007).

1.4.2. Elimination et traitement des odeurs

La dépollution des eaux usées produit des odeurs, qui sont parfois perçues comme une gêne par les riverains des stations d'épuration. Les principales sources de mauvaises odeurs sont les boues et leur traitement, ainsi que les installations de prétraitement (Rose et al., 1999).

Des installations de désodorisation chimique ou biologique sont également mises en place, au sein des stations d'épuration. La désodorisation chimique est la technique la plus utilisée. Les gaz mal odorants sont captés puis envoyés dans des tours de lavage, où un liquide désodorisant est pulvérisé. Ces lavages peuvent comporter de la soude, de l'acide et/ou de l'hypochlorite de sodium (eau de javel), réactifs qui captent ou neutralisent les mauvaises odeurs (Asano, 1998).

1.4.3. Procédés de désinfections

A l'issue des procédés décrits précédemment, les eaux sont normalement rejetées dans le milieu naturel. Dans le cadre d'une réutilisation, les eaux usées nécessitent des traitements supplémentaires, essentiellement pour éliminer les micro-organismes qui pourraient poser des problèmes sanitaires. Ils sont fréquemment utilisés dans les usines de production d'eau potable (Cauchi, 1996).

1.4.3.1. Traitements chimiques de désinfection

A) Le chlore: est un oxydant puissant qui réagit à la fois avec des molécules réduites et organiques, et avec les micro-organismes. Les traitements de purification et de clarification en amont ont une très grande importance pour permettre une bonne efficacité du traitement, et éviter d'avoir à utiliser trop de chlore (Perry, 1984).

B) L'ozone: est un procédé de désinfection. Il permet l'élimination des bactéries, des virus et des protozoaires. C'est le seul procédé vraiment efficace contre les virus. Les tests de toxicité effectués sur des poissons, des crustacés et des algues (Lazarova et al., 2003).

1.4.3.2. Traitements physiques de désinfection par les ultraviolets

Le traitement par rayons ultraviolets utilise des lampes à mercure disposées parallèlement ou perpendiculairement au flux d'eau. Leur rayonnement s'attaque directement aux microorganismes. Ce traitement est très simple à mettre en œuvre, car il n'y a ni stockage, ni manipulation des substances chimiques et les caractéristiques chimiques de l'effluent ne sont pas modifiées (Cauchi et al., 1996).

1.4.4. Traitement et élimination des boues

Selon (Karoune, 2008), Le traitement des boues a pour objectif de:

- Réduire la fraction organique de diminuer le pouvoir fermentescible des boues et les risques de contamination, ce par la «stabilisation».
- Diminuer le volume total des boues afin de réduire le coût d'évacuation, ce par «déshydratation».
- Élimination finale des boues par:
 - ✓ Valorisation agricole.
 - ✓ Incinération.
 - ✓ Mise en décharge.

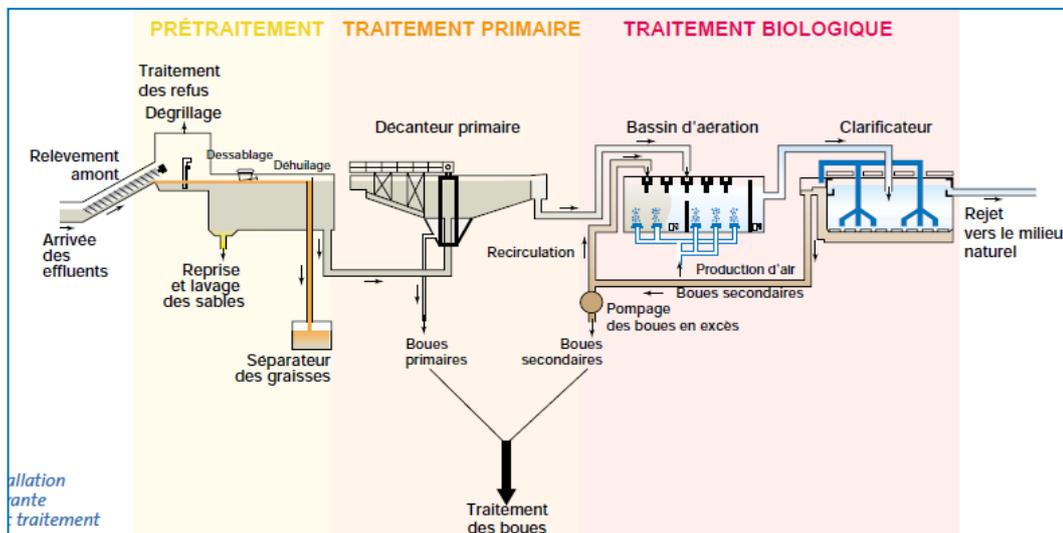


Fig.07: Type d'une station de traitement de l'eau (Inrs, 2004).

2. Importance des micro-algues dans le traitement des eaux usées

Les micro-algues jouent des rôles clés dans le traitement biologique des eaux usées par lagunage (Humenik , Hanna, 1971).

- Les micro-algues se nourrissent essentiellement d'azote et de phosphore, contenus en grande quantité dans les eaux usées.
- Elles opèrent comme pourvoyeur d'oxygène par le biais du processus photosynthétique. Ainsi, elles favorisent l'oxydation de la matière organique en s'associant sous forme symbiotique aux bactéries .
- Les micro-algues ont une grande capacité d'accumulation des métaux lourds, elles sont donc très utilisées dans le traitement des eaux usées (Sirois, 2013).
- Elles peuvent même contribuer directement à l'élimination de certains dérivés organiques (Pearson et al., 1987).
- Elles assurent l'élimination, en partie, des sels nutritifs excédentaires dans les eaux résiduaires (Pouliot, Delanoüe, 1985).
- Elles agissent comme bio-absorbants contribuant à l'élimination des métaux lourds et autres produits toxiques véhiculés par ces eaux (Beker, 1983).
- Par leur activité biologique, elles influencent négativement les conditions de vie de certaines bactéries pathogènes, conduisant ainsi à leur réduction en nombre et même leur disparition (Parhad, Rao, 1974).

3. Espèces des micro-algue utilisée pour traitement des eaux usées

Plusieurs auteurs rapportent des résultats concluants quant à l'efficacité des micro-algues vertes pour le traitement des eaux usées chargées en nutriments. Par exemple, (**Wang et al., 2010**) ont vérifié en laboratoire la capacité de retrait des nutriments par *Chlorella sp.* en eaux usées municipales. Les résultats obtenus ont permis de conclure que ces micro-algues peuvent facilement croître en utilisant les eaux usées comme substrat dans un volume de 100 mL. Elles sont de plus en mesure de retirer des quantités non négligeables de métaux, de phosphore et de nitrates et de diminuer la demande chimique en oxygène (DCO) (**Pearson et al., 1987**).

C'est donc huit souches de micro-algues vertes d'eau douce qui ont été retenues pour débiter ce projet. Le premier objectif était donc de sélectionner la souche la plus résistante à ces eaux usées et de déterminer la concentration maximale d'eau usée qu'il était possible d'ajouter dans le milieu tout en maintenant une croissance cellulaire intéressante, à savoir une croissance comparable à ce qui se retrouve dans la littérature pour l'espèce dans les conditions d'éclairage (**Parhad, Rao, 1974**).

Puisque les souches de micro-algues n'étaient pas pré-acclimatées à l'eau usée industrielle de l'étude, la première hypothèse était qu'il serait probablement impossible de travailler avec 100 % d'eau usée. Pour ce qui était de la sélection, il était difficile de prévoir quelles souches performeraient le mieux. En effet, les souches étaient toutes soit de l'espèce *Chlorella* ou *Scenedesmus*, deux espèces qui apparaissent régulièrement dans la littérature concernant le traitement d'eaux usées (**Boileau, 2015**).

4. Les avantages et les inconvénients de réutilisation des eaux usées épurées

Les inconvénients et les avantages des eaux usées sont indiqués dans le tableau suivant:

Tableau 03: Les avantages et les inconvénients de réutilisation des eaux usées épurées (Salgot , Huertas, 2006).

Les avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration de l'efficacité économique des investissements en matière d'élimination des eaux usées, de réutilisation en irrigation et autres usages. • Conserver les ressources hydriques. • Recharger les nappes. • Utilisation des nutriments des eaux usées (Azote et Phosphore). • Réduction de l'utilisation des fertilisants synthétiques. • Amélioration des propriétés fertilisantes du sol. • Réduction du cout de traitement : traitement par le sol lors de l'irrigation (traitement tertiaire non nécessaire). • Atténuation de l'impact sur le cycle naturel de l'eau. • Réduction de l'impact du rejet sur l'environnement (exp : eutrophisation). • Economie d'eau claire. • Economie de fertilisants. • Accroissement de rendements. • Protection de l'environnement. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les eaux usées sont produites en continu tout au long de l'année, leur réutilisation en irrigation est limitée à la période de croissance des cultures. • Nuisance potentielle sur les eaux naturelles à cause des pathogènes, métaux lourds, azote, matière organique et autres substances chimiques qui pourraient rendre l'eau non utilisable comme dans les conditions initiales. • Présence de certaines substances dans les eaux usées à des concentrations qui pourraient s'avérer toxiques pour les plantes. • Nuisance potentielle sur la santé humaine par la dispersion de germes pathogènes et de substances chimiques. • Augmentation des couts de traitement . • Impact du traitement sur l'environnement par la production de boues. • Certaines substances présentes dans les eaux usées à des concentrations pouvant causer des dommages environnementaux. • Nuisance potentielle sur les matrices environnementales par dispersion de pathogènes et de substances chimiques.

Deuxième partie

Partie expérimentale

Chapitre I

Matériels et méthodes

1. Présentation de site d'étude

1.1. Situation géographique de site d'étude

Hassani Abdelkrim est une commune de la wilaya d'El Oued située au Sud-Est de l'Algérie, elle a une superficie de 58Km². Elle est limitée :

- Au Nord est par Sidi Aoun.
- Au Nord-Ouest par Guemar.
- A l'Ouest par Taghzout.
- Au sud - ouest par Kouinine.
- Au sud par la Wilaya d'El Oued.
- Au sud- Est et Est par Trifaoui.

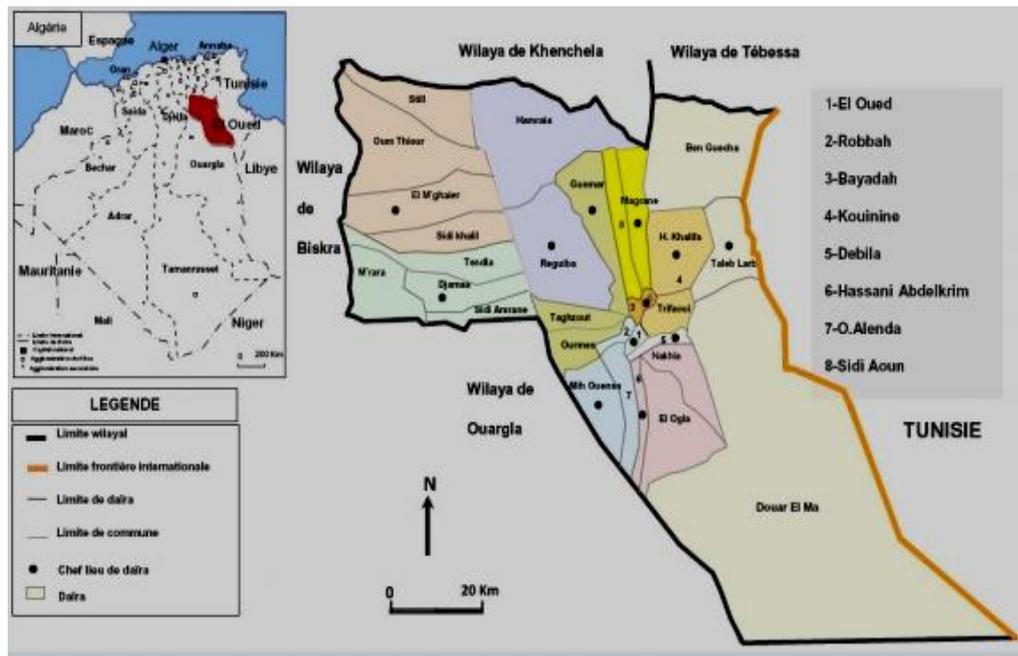


Fig.08: Localisation de la commune dans la wilaya d'El Oued (Google maps, 2017) .

1.2. Station d'épuration des eaux usées urbaines (STEP2)

Nous nous focaliserons sur la STEP 2 qui sert à traiter les eaux usées des communes Hassani Abdelkrim, Guémar, Taghzout, Débila. Elle est située au Nord de la commune de Hassani Abdelkrim (Fig.08). Elle a été mise en service en 2011.



Fig.09: Localisation de la station d'épuration(Google maps, consulté 15/03/2017).

1.2.1. Description générale de la station



Fig.10:Stations de lagunage aéré de Hassani Abdelkrim (ONA, 2017).

1-Regard de dégazage

2-Dégrillage

3-Comptage des eaux brutes (type venturi)

4-Dessablage

5-Première étage (3 Bassins d'aération A1, A2, A3), (24 aérateurs de surface)Volume de bassins :28574 m³, longueur : 142 m, largeur :66 m, profondeur :3.6 m

6-Deuxième étage (3 Bassins d'aération B1, B2, B3) , (09 aérateurs de surface)Volume de bassins :19091 m³, longueur : 115 m, largeur :66 m, profondeur :2.9 m

7-Bassin de finition (3 Bassins F1, F2, F3) Volume de bassins :14272 m³, longueur : 154 m, largeur :66 m, profondeur :1.5 m

8- Filière boues : [Déshydratation naturelle (10 lits de séchage)]

Tableau 04: Données générales de la station (ONA, 2017)

Nom de la station de lagunage		STEP 02 Hassani Abdelkrim	
Commune	Hassani Abdelkrim		
Wilaya	El Oued		
Localités concernées par le traitement	Commune de Guemmar, commune de Taghzout, commune de Hassani abdelKrim et commune de Debila		
Superficie de l'assiette	40 hectares		
Milieu récepteur	Chott Haloufa		
Procédé de traitement	Lagunage aéré		
Capacité de la station	79 620 EQH	14 332 m ³ /j	
Nature des eaux brutes	Domestique		
Alimentation en eau usée	Pompage		
Impact de réalisation de la station	Protection de la nappe		
Groupement de réalisation	-TEIXEIRA DUARTE (Portugale)		
- Génie civil	- Efacec (Portugale)		
- Equipements			
Date de mise en service de la station	2011		

1.3. Principe de traitement

La station d'épuration de Hassani Abdelkrim se compose de laligne de traitement biologique suivante :

- Arrivée des eaux brutes.
- Dégrillage des eaux brutes.
- Dessablage- déshuilage.
- Aération des eaux et formation des boues activées.
- Clarification des eaux (décantation secondaire).
- Désinfection des eaux traitées.
- Recirculation des boues.
- Evacuation des boues fraîches vers les lits de séchage.
- Déshydratation des boues sur les lits de séchage.
- Rejet des eaux traitées vers CHOTT HALLOFA (rejet final).

1.3.1. Arrivée des eaux brutes

Les eaux brutes sont acheminées vers les ouvrages de la station par deux postes de pompage Sp1 en Guemar et Sp2 en Hassani Abdelkrim.

1.3.2. Prétraitement

L'objectif principal de cette étape est de séparer de la phase liquide les matières solides grossières, parmi les étapes de prétraitements on peut citer : le dégrillage, le dessablage, déshuilage et le dégraissage (ONA, 2017).

1.3.2.1. Equipement de dégrillage

Comprend un ensemble de 2 dégrilleurs automatiques disposés en parallèle. L'ouvrage de prétraitement compte l'aval de la zone de dégazage et conformément aux plans joints, deux canaux d'alimentation en eaux usées, équipés chacun d'une grille inclinée de 90^0 sur l'horizontale, de 1 m de largeur chacune, dont les barreaux d'une épaisseur de 10mm sont écartés de 25mm (ONA, 2017).

Permet de protéger les équipements électromécaniques. Réalisé de trois canaux en parallèle de 1m de large et de 5m de long (ONA, 2017).



Fig.11: Dégrilleur (Photo originale, 2017).

1.3.2.2. Le dessablage-déshuilage

L'eau est aérée par des insufflations d'air, permettant d'une part, la séparation du sable de l'eau, et d'autre part, favorisant l'accumulation des graisses et des huiles en surface (ONA, 2017).

A- Le dessablage

Permet la décantation des résidus les plus denses (sable). L'élimination du sable évite l'ensablement des bassins. Une pompe assure leur extraction vers un classificateur qui permet l'égouttage avant stockage dans une benne



Fig.12: Dessableur (Photo originale, 2017).

B- Déshuilage (dégraissage)

Des séparateurs d'huiles spéciaux ont été réalisés pour séparer l'huile minérale cette étape se fait par flottation.



Fig.13: Déshuileur (Photo originale, 2017).

1.3.3. Traitement secondaire ou traitement biologique

Le procédé de traitement est dit « à boues activées » car l'ensemble des conditions favorables à une activité maximale des bactéries est mis en œuvre. Il consiste à utiliser les bactéries pour éliminer les polluants restants (ONA, 2017). Cette étape est accomplie en forçant le mélange entre les eaux usées, les bactéries et l'oxygène (dans les bassins d'aérations A et B), le traitement secondaire élimine entre 60 - 75% des polluants.



Fig.14: Bassins d'aération (Photo originale, 2017).

1.3.4. Lits de séchage

Les boues épaisses sont épandues sur 10 lits de séchage (Fig.15) pour y être déshydratées naturellement. Les lits sont formés d'aires délimitées par des murettes en béton armé et d'une couche de sable disposée sur une couche support de gravier. Des conduites de drainage disposées sous la couche support recueillent les eaux d'égouttage.



Fig.15: Lits de séchage (Photo originale, 2017).

2. Matériels et Méthodes de travail

2.1. Méthodes de prélèvement

On prend 0.5 litre d'eau brute (a l'entrée de la station dépuratoire) et 0.5 litre d'eau épurée (a la sortie de la station d'épuration) par un tasse de prélèvement et ajoute chaque volume dans un flacon de plastique spéciale stérile; et déplacée directement vers le laboratoire pour les analyse physico-chimique. Les échantillonnages hebdomadaires se sont déroulés du mois Janvier et Février de l'année 2017 et pour un échantillon se divise en trois:

- Le premier: pour l'analyse physico-chimique .
- La deuxième: pour l'analyse de paramètres de pollution particulaire et organique (DBO₅, DCO et MES).
- La troisième: pour l'analyse bactériologique et microalgale.



Fig.16: Prélèvement d'eau par le tasse de prélèvement (A- L'eau brute, B- L'eau épurée)
(Photo originale, 2017).

2.2. Analyse physicochimique de l'eau

Les analyses des paramètres physicochimiques se fait a chaque jour pendant 2mois, Janvier et Février 2017 de station Hassani Abdelkrim (ONA, 2017); concernée les paramètres suivant:

2.2.1. Température

La température est déterminée en même temps que la conductivité électrique par le conductimètre.

2.2.2.Mesure du Conductivité

A- Objectif: La conductivité électrique mesurée par la conductimètre pour déterminer la conductivité de l'eau.

B- Matériels nécessaires

- ✓ Un Conductimètre et accessoires.
- ✓ Solution étalons NaCl.
- ✓ pissette eau distillée.

C- Méthodes d'analyse :On Plonge l'électrode dans la solution à analyser. On lit la conductivité, dès stabilité de celle-ci (ONA, 2017).



Fig.17: Mesure la température et la conductivité par la conductimètre (Photo originale, 2017).

2.2.3. Mesure du PH

A- Objectif : Détermine l'acidité, neutralité, ou la basicité de l'eau.

B- Matériels nécessaires

- ✓ PH mètre et accessoires.
- ✓ Solution étalons 4, 7, 10.
- ✓ Pissette eau distillée.

C- Méthodes d'analyse : On Plonge l'électrode dans la solution à analyser. On lit le PH et la température dès stabilité de celle-ci (ONA, 2017).



Fig.18: Mesure la température et la conductivité par le PH mètre (Photo originale, 2017).

2.2.4. Mesure du Concentration O₂ dissous

A- Objectif : Déterminer la concentration et Saturation d'Oxygène de l'eau.

B- Matériels nécessaires

- ✓ Un Oxymétrie et accessoires.
- ✓ Pissette eau distillée.

C- Méthodes d'analyse : On Plonge l'électrode dans la solution à analyser.

On lit la concentration et la température dès stabilité de celle-ci (ONA, 2017).



Fig.19: Mesure l'oxygène dissous par l'oxymétrie (Photo originale, 2017).

2.2.5. Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO)

A- Objectif : La mesure de la demande chimique en oxygène des eaux épurées nous renseignant sur la bonne marche des bassins biologiques et nous permettant d'estimer la DBO (demande biologique en oxygène).

B- Matériels utilisés

- ✓ Spectrophotomètre.
- ✓ Thermo réacteur 148°C.
- ✓ 2 bécher.
- ✓ Micropipette de 5ml.
- ✓ Kits de réactif LCK 114et LCK 314.

C- Mode opératoire

- ✓ Mélanger le contenu pour avoir une solution homogène ; Pipeter 2.0 ml d'échantillon avec précaution.
- ✓ Fermer la cuve et nettoyer l'extérieur de celle-ci et Mélanger.
- ✓ Chauffer dans le thermo réacteur 2h à 148 ° C ; HT 15 mn.

- ✓ Sortir la cuve chaude, retourner 2x avec précaution et Laisser refroidir à température ambiante et nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer par Spectrophotomètre(ONA, 2017).



Fig.20: Les étapes de détermination le DCO(Photo originale, 2017).

2.2.6. Mesure de la demande biologique en oxygène après 5 jour (DBO₅)

A- Objectif :Déterminer l'oxydation biologique de l'eau brute nous permettant d'estimer la quantité d'oxygène dans le bassin d'aération et la qualité de l'eau traitée. La mesure de la DBO₅ dépendra de l'activité des micro-organismes présents dans l'eau à analyser. La présence d'une pastille de soude dans l'éprouvette permettra d'absorber le CO₂ produit pendant les réactions d'oxydation des matières organiques par les bactéries.

B- Matériels utilisés

- ✓ Incubateur à une température de 20°C ; Un agitateur magnétique par bouteille.
- ✓ Bouteille pour DBO₅ ; Oxitop et Pastilles d'hydroxyde de potassium.
- ✓ Un nécessaire de dosage (fioles jaugées, cylindres gradués).
- ✓ Cupule; Pince et Agitateur magnétique.

C- Mode opératoire

- ✓ On détermine la DCO pour connaître les volumes à analyser pour la DBO₅.
- ✓ On compare la valeur dans le tableau pour sélectionner le volume adéquat de l'eau à analysé et on note le facteur correspondant X.
- ✓ On rince la bouteille et le barreau magnétique avec la solution à analyser et introduit ce volume dans la bouteille. ferme avec la cupule et on introduit deux pastilles de KOH à l'intérieur et on ferme hermétiquement la bouteille avec l'oxitop.
- ✓ On Appuyé au même temps sur les deux boutons (M et S) de l'oxitop jusqu'à apparition des deux zéro et introduit la bouteille dans un incubateur DBO₅ à 20°C.
- ✓ On vérifie les résultats chaque jour pendant une période de 5jours en appuyant sur le bouton S et la valeur final sera obtenue dans le 5^{ème} jour (la valeur lue).

- ✓ On multiplie la valeur du 5^{ème} jour par le facteur X pour obtenir la valeur final de la DBO₅(ONA, 2017).



Fig.21: Etapes de détermination la DBO₅ (Photo originale, 2017).

2.2.7. Mesure des matières en suspension MES

A- Objectif :Déterminer la teneur en matière en suspension d'une eau brute ou une eau traitée.

B- Matériels nécessaires

- ✓ Filtration sous vide compose d'un pompe et 3 dispositif de filtrations et une fiole 1L.
- ✓ Une balance analytique et Une étuve à 105°C; Capsules et Pince.
- ✓ Eprouvette de 100ml et nécessaire de filtration soue vide (papier filtres).

C- Méthode d'analyse

- ✓ Rincer un papier filtre vide avec l'eau distillée le poser dans une capsule à l'étuve de 105°C. Après séchage sortir la capsule contenant le filtre de l'étuve et le mettre dans un dessiccateur. On vérifie que la bille de la balance est au milieu.
- ✓ On Pèse la capsule contenant le filtre et on note tare vide par g. On met le papier filtre vide dans dispositif du filtre sous vide et passer un volume V de l'échantillon à analyser à travers ce filtre ; V=200 ml pour l' eau épurée, V=180 ml pour l' eau brute.
- ✓ Placer le filtre dans sa capsule à l'aide d'une pince, mettre la capsule à l'étuve à 105°C pendant 2 heures, après fait sortir la capsule de l'étuve et la mettre dans un dessiccateur.
- ✓ On Pèse la capsule contenant le filtre et on note tare séché par g. On calcule le MES par l'équation suivante (ONA, 2017):

$$MES = \frac{\text{tare séché} - \text{tare vide}}{\text{Volume}}$$



Fig.22: Etapes de détermination la teneur en MES d'une eau brute ou une eau traitée (**Photo originale, 2017**).

***Remarque:** Les paramètres suivants sont mesurées 1 fois pendant chaque mois; Janvier et Février 2017.

2.2.8. Mesure de L'azote Total (NT)

A- Objectif :Détermination de la teneur en Azote Total d'une eau brute ou traitée.

B- Matériels utilisés

- ✓ Spectrophotomètre; Thermo réacteur 100°C.
- ✓ Micropipette de 5 ml et 1 ml ;Eprouvette de réaction sèche.
- ✓ Kit de NT LCK 338 .

C- Mode opératoire

- ✓ Doser dans une éprouvette de réaction sèche.
- ✓ 0.2 ml d'échantillon, 2.3ml de solution A(LCK 338 A), 1 tablette B(LCK 138/238/338B),fermer immédiatement. Ne pas mélanger.
- ✓ Chauffer directement à Thermo réacteur 60 mn à 100° C ; HT 15 mn.
- ✓ Refroidir et ajouter 1MicroCap C(LCK 138/238/338 C) et Fermer l'éprouvette de réaction et mélanger jusqu'à ce que le lyophilisat se soit complètement dissous du MicroCap C(aucune particule restante).
- ✓ Pipetter lentement dans le test en cuve 0.5 ml d'échantillon désagrégé.
- ✓ Pipetter lentement 0.2 ml de solution D (LCK 138/238/338 D), fermer immédiatement la cuve et mélanger le contenu jusqu'à qu'aucun dépôt ou agrégat ne soit observable.
- ✓ Attendre 15 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer par Spectrophotomètre.



Fig.23: Etapes de mesure l'azote totale (Photo originale, 2017).

2.2.9. Mesure du Phosphate Total (PT)

A- Objectif : Détermination de la teneur en Phosphate Total d'une eau brute ou traitée.

B- Matériels utilisés

- ✓ Spectrophotomètre ; Thermo réacteur 100 °C .
- ✓ Kits de réactif LCK 348 ; réactif B (LCK 348 B).
- ✓ Micropipette de 1ml ; 2 bécher.
- ✓ DoziCap C (LCK 348 C) gris.

Mode opératoire

- ✓ Enlever délicatement la feuille de protection du DoziCap Zip détachable.
- ✓ Déviser le DoziCapZip ; Pipette 0.5 ml d'échantillon.
- ✓ Secouer énergiquement ; HT 15 min .
- ✓ Chauffer dans le Thermo réacteur 60 min à 100 ° C.
- ✓ Laisser refroidir à température ambiante ; Secouer énergiquement.
- ✓ Pipetter dans la cuve une fois refroidie : 0.2 ml de réactif B (LCK 348 B). Fermer immédiatement le réactif B après emploi.
- ✓ Viser un DoziCap C (LCK 348 C) gris sur la cuve.
- ✓ Mélanger le contenu de la cuve en la retourna plusieurs fois .
- ✓ Attendre 10 min, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.

2.2.10. Mesure du Ortho Phosphate $PO_4\text{-P}$

A- Objectif : Détermination de la teneur en Ortho- Phosphate d'une eau brute ou traitée.

B- Matériels utilisés

- ✓ Spectrophotomètre.
- ✓ 2 bécher.
- ✓ Micropipette de 1ml.
- ✓ Cuves de réactif LCK 348; réactif B (LCK 348 B).
- ✓ DoziCap C (LCK 348 C) gris.

C- Mode opératoire

- ✓ Pipeter dans la cuve 0.5 ml d'échantillon.
- ✓ Pipeter dans la cuve 0.2 ml de réactif B (LCK 348 B), Fermer immédiatement le réactif B après emploi et Viser un DoziCap C (LCK 348 C) gris sur la cuve.
- ✓ Mélanger le contenu de la cuve en la retourna plusieurs fois et Attendre 10 min,
- ✓ Mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer par Spectrophotomètre.

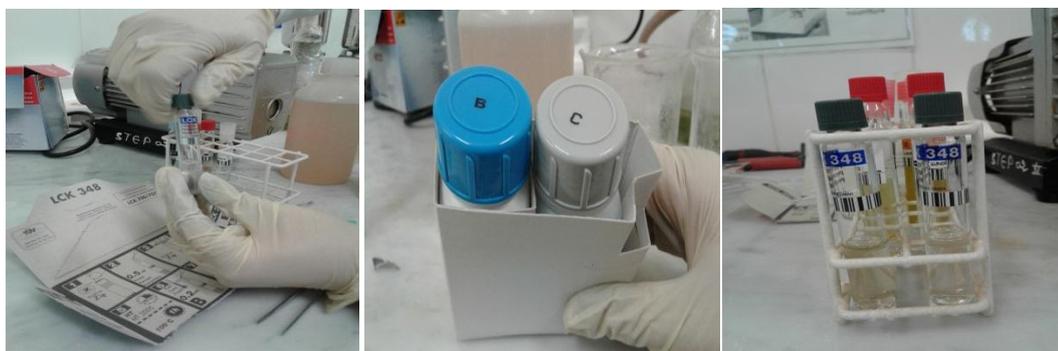


Fig.24: Les étapes de mesure du PT et PO₄-P (Photo originale, 2017).

2.2.11. Mesure du NH₄-N

A- Objectif : Détermination de la teneur en Azote Ammoniacal d'une l'eau brute et traitée.

B- Matériels utilisés

- ✓ Spectrophotomètre.
- ✓ 2 bécher et Micropipette de 1ml.
- ✓ Kits de réactif LCK 303.

Mode opératoire

- ✓ Enlever délicatement la feuille de protection du DoziCap Zip détachable.

- ✓ Dévisser le DoziCapZip et Pipeter dans le Kit 0.2 ml d'échantillon.
- ✓ Viser immédiatement le DoziCap Zip et Secouer énergiquement 2-3 fois.
- ✓ Attendre 15 min, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer par Spectrophotomètre.

2.2.12. Mesure du NO₃-N

A- Objectif

- ✓ Détermination de la teneur en Nitrate d'une l'eau brute et traitée.
- ✓ Cette analyse nous renseigne sur l'oxygénation des bassins.

B- Matériels utilisés

- ✓ Spectrophotomètre ,
- ✓ 2 bécher et Micropipette de 1ml.
- ✓ Kits de réactif LCK 339.

C- Mode opératoire

- ✓ Pipeter lentement dans la cuve 1.0 ml d'échantillon et Pipetter lentement 0.2 mL de la solution LCK 339 A et Fermer la cuve et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois jusqu'à ce que le mélange soit complet.
- ✓ Attendre 15 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer par Spectrophotomètre.



Fig.25: Mesure du NH₄-N et NO₃-N (Photo originale, 2017).

* **Remarque:** Les dosages du NO₃-N, NH₄-N, PO₄-P, PT et NT sont faits par méthode de Kit (voir l'annexe 01).

2.3. Méthodes de détermination des caractéristiques microbiologiques

2.3.1. Transport et conservation

Le transport d'échantillons s'effectue de telle sorte que la composition de l'eau ne soit pas modifiée à son arrivée au laboratoire CACQE, donc il est important d'une part que la durée de transport soit courte (2h) et d'autre part l'eau ne subisse pas de variation de température susceptible de modifier sa population bactérienne, donc placer les flacons dans de la glace (4 – 6 °C) (Rodier *et al.*, 2005).

2.3.2. Principe général

Le principe général des techniques des analyses bactériologiques des eaux brutes et traitées consiste à ensemencer une quantité connue d'eau à analyser sur un milieu de culture adapté, solide ou liquide. On suppose que, pendant l'incubation, chaque microorganisme présent se développe pour donner soit une colonie visible sur un milieu solide, soit des changements d'apparence dans un milieu liquide essentiellement un trouble de celui-ci. Le choix d'une technique d'ensemencement dépend de la nature des microorganismes recherchés, de celle de l'eau et des raisons qui ont conduit à l'analyse. Les microorganismes que nous avons recherchés dans notre étude sont les streptocoques (entérocoque D), Les coliformes, les coliformes fécaux (thermotolérants), *Escherichia coli*, germes aérobies, *Pseudomonas aeruginosa*, ASR (bactérie Anaérobie Sulfite-Réductrices) et Spore ASR (bactérie Anaérobie Sulfite-Réductrices y compris les spores) (J. O. R. A, 2013).

2.3.3. Les méthodes de dénombrement

Au moyen de tables statistiques, calcul du nombre le plus probable (NPP) d'organismes coliformes, d'organismes coliformes thermotolérants et de *Escherichia coli* présumés, susceptibles d'être présents dans 100 ml de l'échantillon, à partir du nombre de tubes donnant des résultats de confirmation positifs (J. O. R. A, 2013).

2.3.3.1. Dénombrement des streptocoques

La technique de recherche des Streptocoques fécaux nécessite deux tests :

* **Test présomptif** : on ajoute 50 ml d'échantillon dans milieu de Rothe, 37°C / 48h.

* **Test confirmatif** : se fait par repiquage sur un milieu solide BEA à 44°C / 24 h.



Fig.26: Etapes de réalisation de la manipulation de confirmation des streptocoques (**Photo originale, 2017**).

2.3.3.2. Dénombrement des coliformes

Le dénombrement des coliformes a été effectuée par la méthode de NPP (**Rodier et al., 2005**). Il fait appel à deux tests consécutifs à savoir:

* **Test présomptif** : réservé la recherche des coliformes totaux. se fait par ensemencement d'une série de tubes à essai contenant un milieu de culture Sélectif LST(lauryl sulfate truptosé) (**composition en l'annexe 02**), sa fermentation se traduit par un dégagement de gaz dans la cloche de Durham et un trouble après une incubation à 37°C / 48 h (**J. O. R. A, 2013**).



Fig.27: Etapes de réalisation de la manipulation de dénombrement des coliformes(**Test présomptif**) (**Photo originale, 2017**).

***Test confirmatif** : repiquage à partir de chaque tube à essai montrant une turbidité avec une production de gaz dans un milieu de confirmation plus sélectif (BLBVB) (**composition en l'annexe 02**), à partir des 3 tubes positifs du test présomptif pour les coliformes. et, si l'on recherche l'*Escherichia coli* présumés, sur un milieu (EPEI) sur lequel peut être prouvée la formation d'indole (**J. O. R. A, 2013**).

Incubation de ces milieux de confirmation pendant 48 h à 37 °C pour la recherche d'organismes coliformes, et 24 h à 44 °C pour les coliformes thermotolérants et les *Escherichia coli* présumés par l'ajoute de réactif de Kovacs pour l'indole.



Fig.28: Etapes de dénombrement des coliformes (Test confirmatif) (Photo originale, 2017).

2.3.3.3. Dénombrement des bactéries Anaérobies Sulfuro-réducteurs (ASR) et des bactéries Anaérobies Sulfuro-réducteurs y comprise les spores (Spore ASR)

Le dénombrement des ASR (bactérie Anaérobies Sulfuro-réductrices) et Spore ASR (bactérie sulfuro-réductrices y comprise les spores) a été effectuée par la méthode de NPP (Rodier et al., 2005). Il fait appel à des étapes consécutives à savoir :

- ✓ On ajoute 5 ml d'échantillon dans une série de 4 tube de milieu sélective et 5 ml dans tube de spore cet dernière est incubé dans un bain marie 80°C pendant 10 mn
- ✓ On ajoute un milieu sélectif TSC (tryptosesulfitocyclosérine) dans chaque tube
- ✓ Incubé tout les tube dans un autoclave 46°C/48h dans des conditions anaérobies.



Fig.29: Etapes de réalisation de la manipulation de confirmation des ASR et Spore ASR (Photo originale, 2017).

2.3.3.4. Dénombrement des germes aérobies

A- Principe

Placer un volume de la prise d'essai n'excédant pas 1 ml d'échantillon dans la boîte de pétri, ajouter 15 ml à 20 ml de milieu fondu PED et mélanger avec précaution par rotation lente. Laisser le milieu se solidifier. Le temps entre l'addition de la prise d'essai (ou ses dilutions) et l'addition du milieu fondu ne doit pas excéder 15 min. Incubation d'un jeu les boîtes à 37 °C pendant 24- 48 h et d'un autre jeu à 22 °C pendant 68- 72 h (J. O. R. A, 2013).

Calcul du nombre d'unités formant des colonies par millilitre (UFC/ml) d'échantillon à partir du nombre de colonies formées dans le milieu.



Fig. 30: Etapes de réalisation de la manipulation de confirmation des germes aérobies
(Photo originale, 2017).

2.3.3.5. Dénombrement de *pseudomonase aeruginosa*

A- Principe

Ensemence 1 ml d'échantillon par un raton dans un milieu solide spécifié Gélose CN (gélose cétrimide Acide nalidixique) (**composition en l'annexe 02**) coulé dans des boîtes de pétri. Incubation d'un jeu de boîtes à 37 °C pendant 48 h (**J. O. R. A, 2013**).

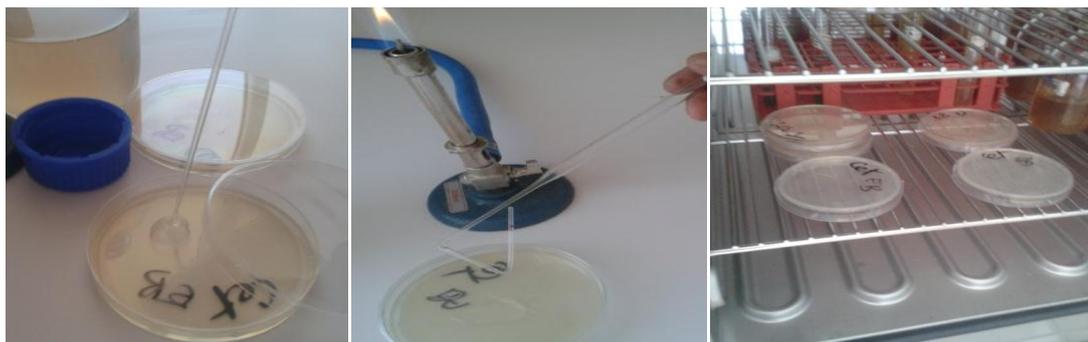


Fig.31: Etapes de réalisation de la manipulation de confirmation de *pseudomonase aeruginosa* (Photo originale, 2017).

2.3.3.6. Comptage des colonies

Pour chaque température d'incubation, et selon les procédures décrites dans la méthode de dénombrement des micro-organismes sur milieu de culture, lignes directrices générales, compter les colonies présentes dans chaque boîte et calculer le nombre estimé d'unités formant les colonies présentes dans 1 ml d'échantillon (**J. O. R. A, 2013**).



Fig.32: Le comptage des colonies par le compteur (Photo originale, 2017).

2.3.4. Observation microscopique

A- Objectif : Distinguer et classifier les bactéries à partir des propriétés de leur paroi bactérienne. Le violet de gentiane se fixe sur des composants cytoplasmiques et après ce temps de coloration, toutes les bactéries sont violettes. Chez les bactéries à Gram négatif, la paroi, riche en peptidoglycane, laisse passer l'acétone qui décolore le cytoplasme alors que, chez les bactéries à Gram positif, la paroi constitue une barrière imperméable et le cytoplasme demeure coloré en violet (Merlet, Billonet *al.*, 2012).

B- Matériels utilisés

- ✓ Microscope optique et Appareille photo
- ✓ Une lame et lamelles.
- ✓ Pipete et L'anse de platine.
- ✓ Lugol , Fuchsine ,Violet de gentiane , Alcool et huile à immersion.

C- Mode opératoire

- ✓ Préparer un frottis fixé : déposer une goutte d'eau stérile sur une lame puis ajouter à l'anse de platine stérilisée une colonie isolée. Etaler et fixer à l'alcool jusqu'à obtenir une lame sèche par Bec bunsen.
- ✓ Recouvrir la lame de violet de gentiane et laisser agir pendant 2 minute. Rejeter le colorant et rincer à l'eau distillé.
- ✓ Mordançage au lugol : recouvrir la lame de lugol et laisser agir pendant 1 minute. Rincer à l'eau distillé.
- ✓ Décoloration: recouvrir la lame l'alcool . Rincer rapidement à l'eau distillé.
- ✓ Recoloration: recouvrir la lame de Fuchsine et laisser agir pendant 1 minute. Rejeter le colorant et rincer légèrement à l'eau distillé.

✓ Sécher délicatement la lame de la flamme d'un Bec bunsen. Place la lamelle dans le lame et Observe l'échantillon par microscope optique (Merlet, Billonet *al*, 2012).



Fig.33: Les étapes de coloration du gram pour l'observation microscopique (Photo originale, 2017).

2.4. Identification des planctons (micro-algues)

A- Principe

Cette opération consiste à filtrer l'eau de surface (à 20 cm en dessous de la surface de l'eau) puis à transférer le contenu du collecteur dans un flacon en verre ombré contenant 3ml de formole à 10%. Dans un premier temps, les échantillons destinés à la détermination des espèces ont été analysés comme suit : après le dépôt des espèces planctoniques au fond du flacon, une goutte d'eau précise (20 μ l) est prélevée au fond à l'aide d'une micropipette après homogénéisation et ajouter une goutte du lugol et le déposer entre la lame et la lamelle; puis observée au microscope photonique(x10 et x 40).05 lames ont été dénombrées pour chaque échantillon (Person, 2011).



Fig.34: Préparation les lame et lamelle pour l'observation microscopique (Photo originale, 2017).

Chapitre II

Résultats et discussion

1. Résultats

1.1. Les variations des paramètres physico-chimiques

1.1.1. Température

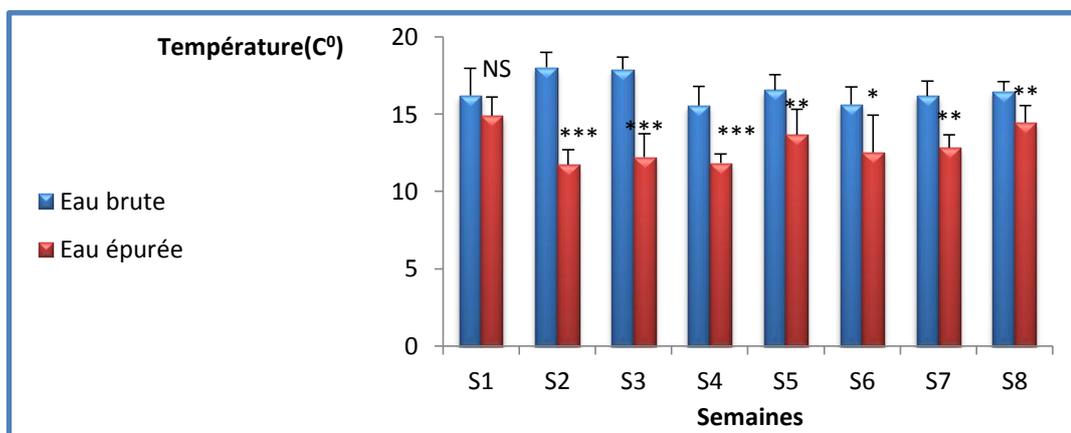


Fig.35: Variations de la température des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM

La figure (35) indique que les valeurs de la température enregistrées pendant la période de prélèvement varient entre une valeur minimale 13.4 °C et une valeur maximale 19.4 °C de l'eau brute , et une valeur minimale de 9.4°C et une valeur maximale de 17.4°C de l'eau épurée (voir l'annexe 01).

$P = 0 < 0.001$ il ya un différent hautement significative entre les températures de l'eau brute et l'eau épurée.

Au niveau de la station d'épuration, les moyennes de la température indiquent une diminution de l'entrée (16.40 °C) vers la sortie (13.12°C).

1.1.2. Potentiel d'hydrogène (PH)

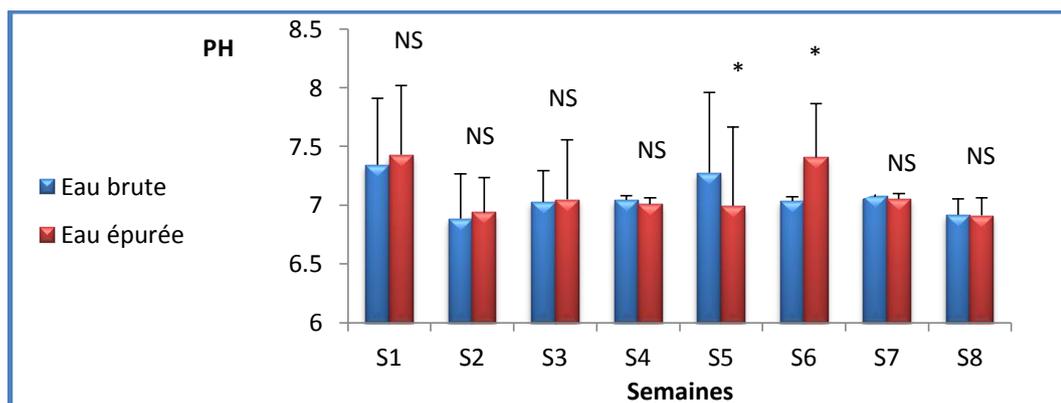


Fig.36: Variations hebdomadaires du PH des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM

La figure (36) indique que les valeurs du pH enregistrées pendant la période de prélèvement varient entre une valeur minimale 6.14 et une valeur maximale 8.22 de l'eau brute , et une valeur minimale 6.2 et une valeur maximale 8.5 de l'eau épurée (**voir l'annexe 01**).

$P = 0.603 > 0.05$ pas différent significative entre les PH de l'eau brute et l'eau épurée

Au niveau de la station d'épuration, les moyennes du pH presque reste constante de l'entrée (7.093) vers la sortie (7.073).

1.1.3. Conductivité électrique

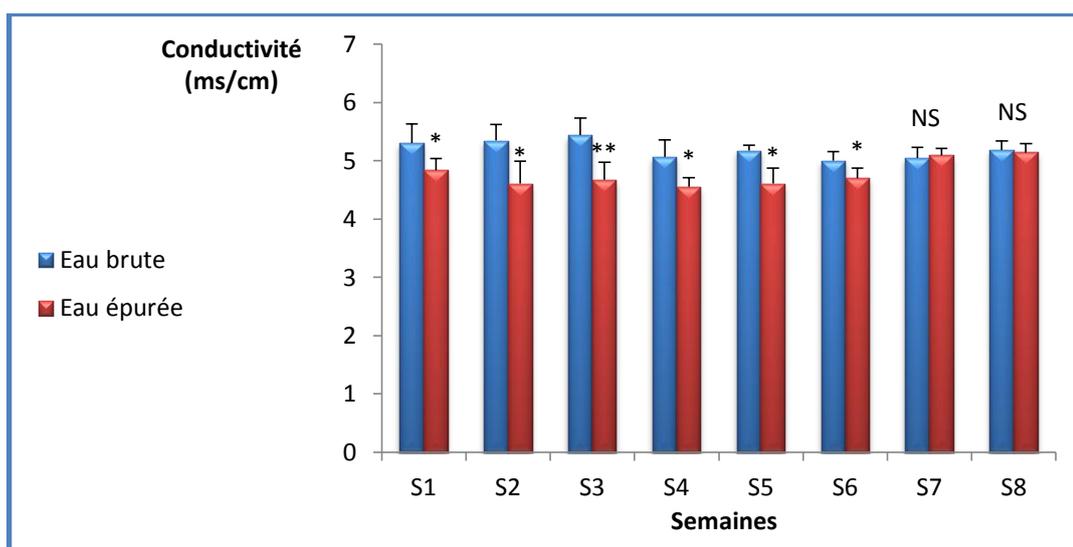


Fig.37: Variations du Conductivité des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM

La figure (36) indique que les valeurs du conductivité électrique enregistrées pendant la période de prélèvement varient entre une valeur minimale 4.61 ms/cm et une valeur maximale 5.77 ms/cm de l'eau brute , et une valeur minimale 4.71 ms/cm et une valeur maximale 5.3 ms/cm de l'eau épurée (**voir l'annexe 01**).

$P = 0 < 0.001$ il ya un différent hautement significative entre les conductivité électrique de l'eau brute et l'eau épurée.

Au niveau de la station d'épuration, les moyennes du conductivité électrique est diminuée de l'entrée (5.21) vers la sortie (4.74).

1.1.4. Oxygène dissous

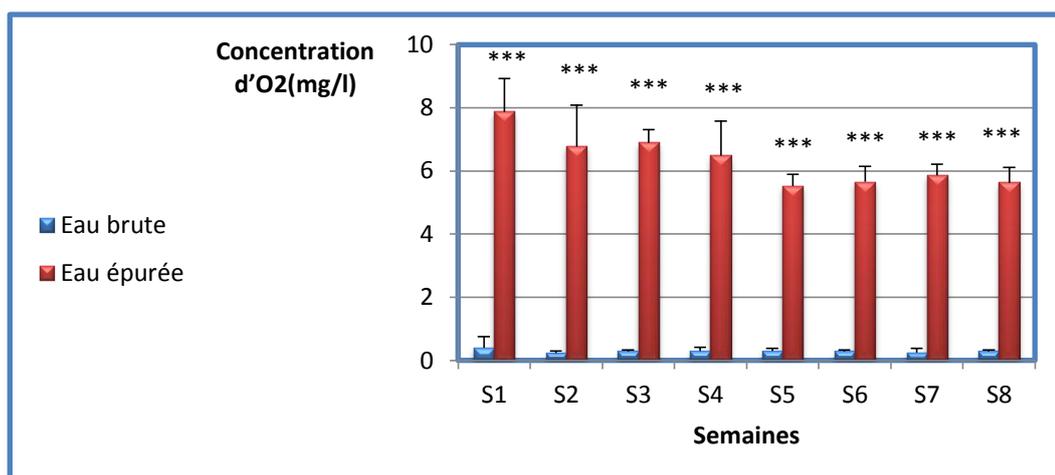


Fig.38: Variations de l’O₂ dissous des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM

La figure (38) indique que les valeurs de l’O₂ dissous enregistrées pendant la période de prélèvement varient entre une valeur minimale 0.08 mg/l et une valeur maximale 0.82 mg/l de l'eau brute , et une valeur minimale 5.06 mg/l et une valeur maximale 8.57 mg/l de l'eau épurée (voir l'annexe 01).

P =0 < 0.001 il ya un différent hautement significative entre l’O₂ dissous de l'eau brute et l'eau épurée.

Au niveau de la station d’épuration, les moyennes du O₂ dissous est très augmenté de l’entrée (0.29) vers la sortie (6.35).

1.2. Paramètres de pollution particulaire et organique

1.2.1. La matière en suspension (MES)

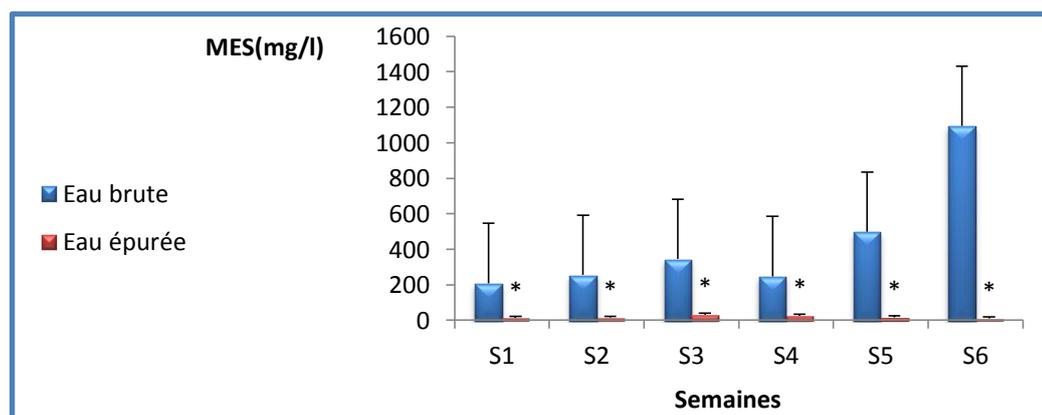


Fig.39: Variations de MES des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM.

La figure (39) indique que les valeurs des matières en suspension (MES) enregistrées pendant la période de prélèvement varient entre une valeur minimale 208.33 mg/l et une valeur maximale 1095.56 mg/l de l'eau brute , et une valeur minimale 10 mg/l et une valeur maximale 31 mg/l de l'eau épurée (voir l'annexe 01).

$P = 0.029 < 0.05$ il ya un différent significative entre MES de l'eau brute et MES de l'eau épurée.

Au niveau de la station d'épuration, les moyennes du matières en suspension (MES) est diminuée de l'entrée (442) vers la sortie (19).

1.2.2. Demande chimique en oxygène (DCO)

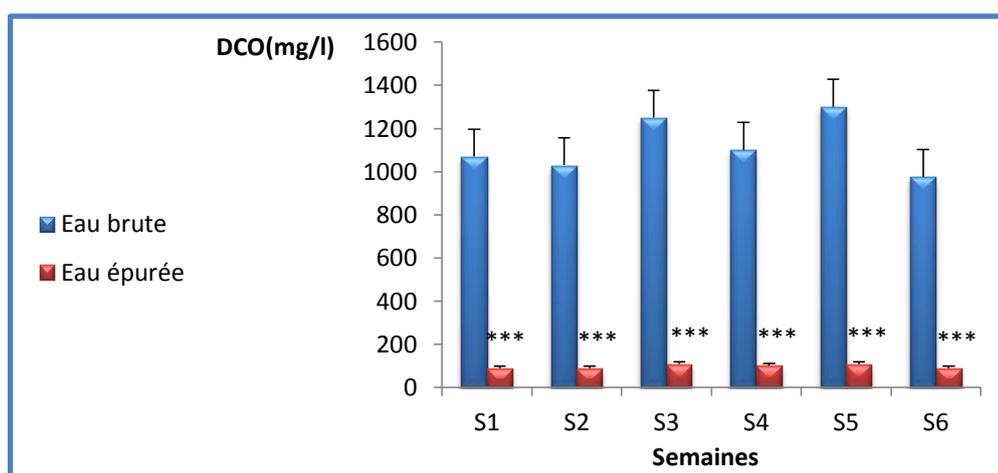


Fig.40: Variations de DCO des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM

La figure 40 indique que les valeurs des demande chimique en oxygène (DCO) enregistrées pendant la période de prélèvement varient entre une valeur minimale 975mg/l et une valeur maximale 1300 mg/l de l'eau brute , et une valeur minimale 89 mg/l et une valeur maximale 109 mg/l de l'eau épurée (voir l'annexe 01).

$P = 0 < 0.001$ il ya un différent hautement significative entre DCO de l'eau brute et DCO de l'eau épurée.

Au niveau de la station d'épuration, les moyennes du Demande Chimique en Oxygène (DCO) est très diminuée de l'entrée (1120.8) vers la sortie (98).

1.2.3. Demande biologique en oxygène après 5 jour(DBO₅)

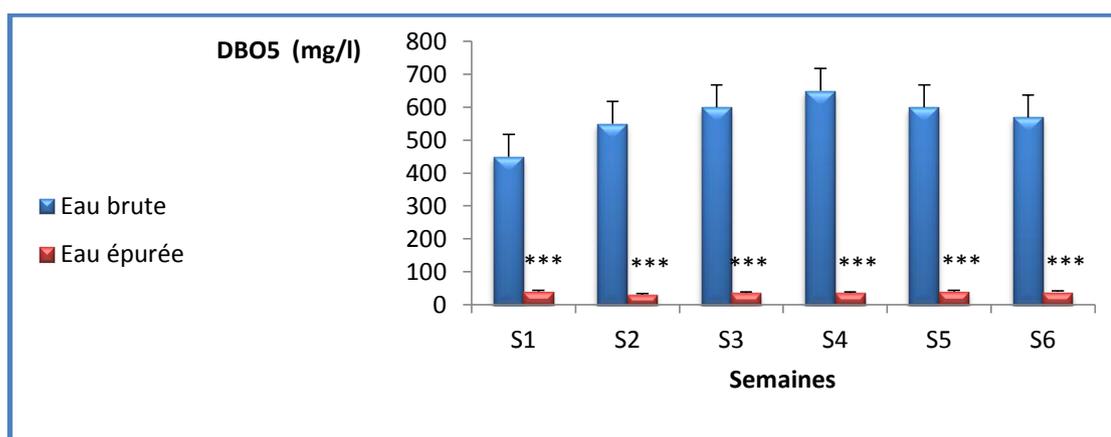


Fig.41: Variations de DBO₅ des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM

La figure (41) indique que les valeurs de demande biochimique en oxygène (DBO₅) enregistrées pendant la période de prélèvement varient entre une valeur minimale 450mg/l et une valeur maximale 650 mg/l de l'eau brute , et une valeur minimale 30 mg/l et une valeur maximale 40 mg/l de l'eau épurée (voir l'annexe 01).

$P = 0 < 0.001$ il ya un différent hautement significative entre DBO₅ de l'eau brute et DBO₅ de l'eau épurée.

Au niveau de la station d'épuration, les moyennes du demande biochimique en oxygène (DBO₅) est très diminuée de l'entrée (570) vers la sortie (36.33).

1.3. Variation des paramètres chimiques

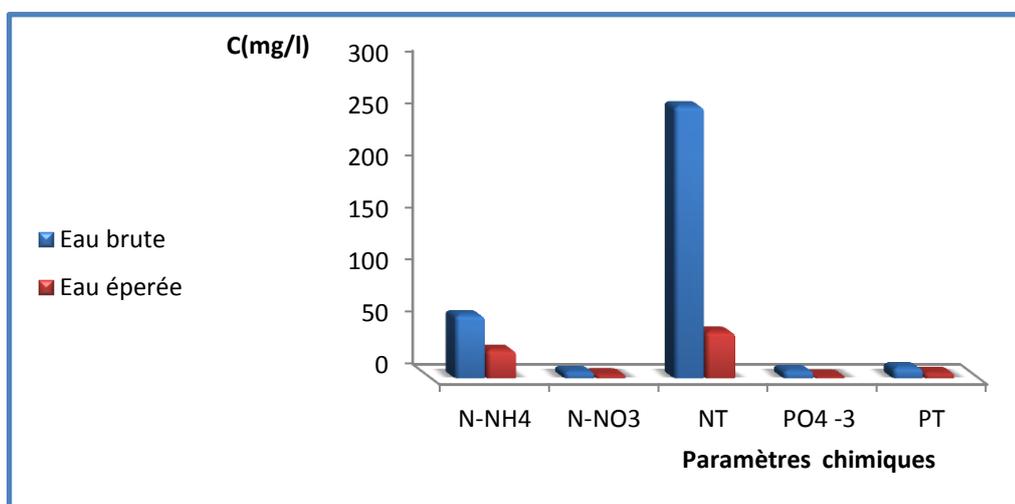


Fig.42: Variations des paramètres chimique des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM

A- Azote ammoniacal (NH_4^+), Nitrate et L'azote Totale

La figure (42) qui montre que les moyenne de l'ammonium (NH_4^+) est très diminuée de l'entrée (60mg/l) vers la sortie (27 mg/l) et aussi les valeurs de Nitrate (NO_3^-) est très diminuée de l'entrée (6.15mg/l) vers la sortie (3.37 mg/l) et ensuite les valeurs de l'azote totale (NT) est très diminuée de l'entrée (260 mg/l) vers la sortie (44 mg/l) du la station .

B- Orthophosphates (PO_4^{3-}) et Phosphate Totale

La figure (42) qui montre que les moyenne de l'orthophosphates (PO_4^{3-}) est très diminuée de l'entrée (7.20 mg/l) vers la sortie (1.76 mg/l) et aussi les valeurs phosphate totale (PT) de est très diminuée de l'entrée (10.01mg/l) vers la sortie (5.10mg/l) du la station (**voir l'annexe 01**).

1.4. Variation des paramètres bactériologiques

Les eaux usées contiennent tous les micro-organismes (champignons, helminthes, protozoaires, bactéries et virus) dont certains sont pathogènes .La présence de coliformes et de streptocoques témoigne d'une contamination fécale de ces eaux qu'il est impératif d'épurer pour préserver le milieu naturel (**Attab, 2011**). L'analyse microbiologique des eaux usées brutes et traitées permet de contrôler l'efficacité d'une filière d'un traitement donné (**Boutin et al., 2009**).

1.4.1. Germes aérobies

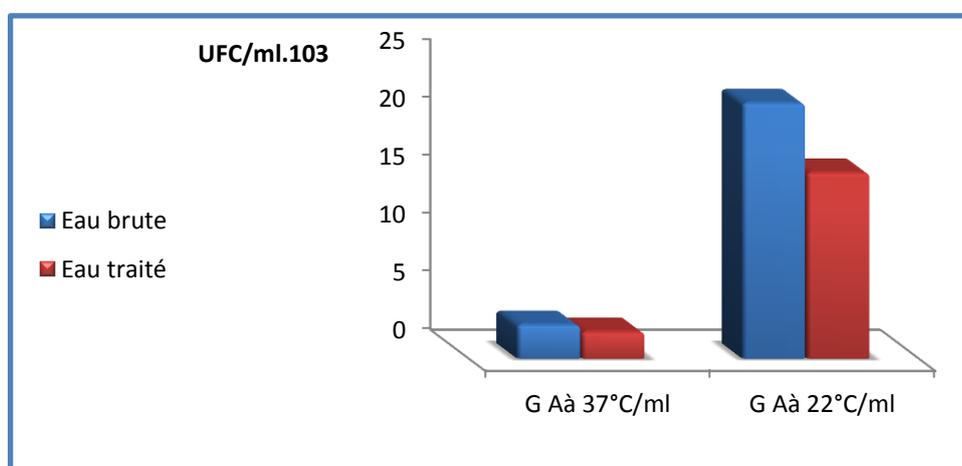


Fig.43: Variation des Germes aérobies à 37°C/ml et Germes aérobies à 22°C/ml des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM (à 27-02-2017).

La charge des germes aérobies dans les eaux épurées est moins importante par rapport les eaux usées.

Les nombres des germes aérobies à 37°C/ml sont diminué de l'entrée ($2,9 \cdot 10^3$ UFC/ml) vers la sortie ($2,3 \cdot 10^3$ UFC/ml) et la meme chose pour les teneurs des germes aérobies à 22°C/ml sont diminué de l'entrée ($2,2 \cdot 10^4$ UFC/ml) vers la sortie ($1,6 \cdot 10^4$ UFC/ml).

1.4.2. Bactérie aérobie sulfo-reductrice (ASR et ASR spore)

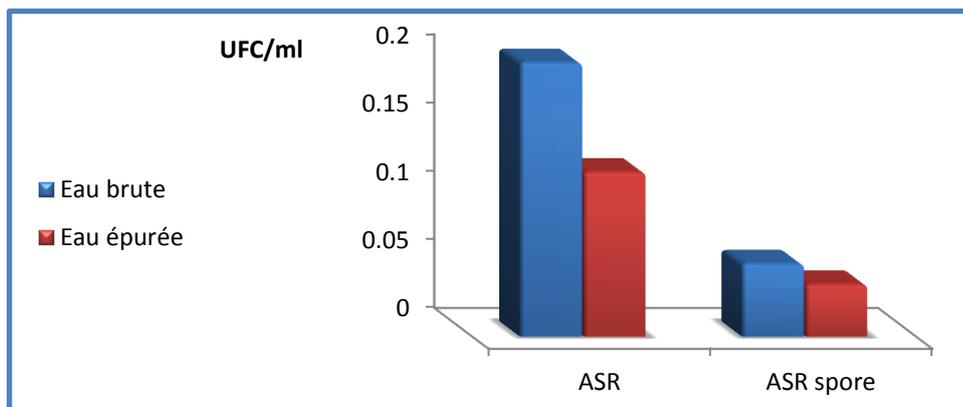


Fig.44: Variation des ASR 46°C/20ml et Spore ASR 46°C/ml des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM (à 27-02-2017).

La charge ASR et ASR spore dans les eaux épurées est moins importante par rapport les eaux usées.

Les nombres des ASR sont diminué de l'entrée ($2 \cdot 10^2$ UFC/ml) vers la sortie ($1,2 \cdot 10^2$ UFC/ml) et la même chose pour les teneurs ASR spore sont diminué de l'entrée (53 UFC/ml) vers la sortie (38 UFC/ml).

1.1.4.3. Coliformes totaux et les coliformes fécaux

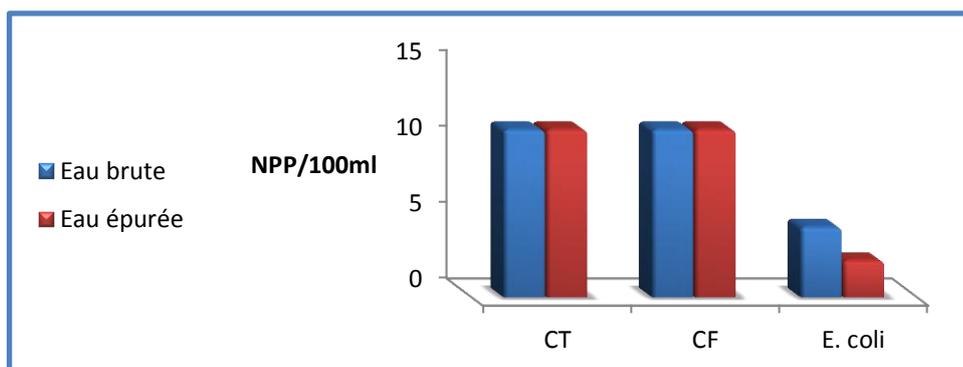


Fig.45: Variation des Coliformes totaux, Coliformes fécaux et Escherichia coli des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM (à 27-02-2017).

Nos résultats mentionnés ci-dessous illustrent bien les variations de la charge microbiologique des eaux usées brutes et traitées. Les teneurs en coliformes totaux et les coliformes fécaux des eaux usées brutes et épurée sont $1,1.10^4$ NPP/100ml pas variée entre eaux usées et épurée .

Les charges de l'*Escherichia coli* dans les eaux épurée sont moins présents par rapport les eaux usées brutes, les teneurs varient entre $4,6.10^3$ NPP/100ml germes en eaux usées et $2,4.10^3$ NPP/100ml germes en eaux épurée .

1.4.4. *Pseudomonas aeruginosa* et Entérocoque, D

Tableau 05: Résultat de détermination des *Pseudomonase aeruginosa* et Entérocoque, D des eaux de la STEP-HASSANI ABDELKRIM (à 27-02-2017).

	Eau traité	Eau brute
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Absence	Présence
Entérocoque, D	Présence	Présence

L'Entérocoque, D sont présent dans l'eau usée brute et l'eau épurée. Par contre, les *Pseudomonase aeruginosa* sont présent seulement dans l'eau usée brute et absents complètement dans l'eau épurée (**voir l'annexe 02**).

1.5. Coloration de Gram

On présente les germes indicateurs principaux, à savoir, les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux:

1.5.1. Coliformes totaux (CT)

Ces coliformes sont des bâtonnets, anaérobie facultatif, gram(-) non sporulant. Ils sont capables de croitre en présence de sels biliaires et fermentent le lactose en produisant de l'acide et du gaz en 48 heures à des températures de 35 à 37°C (**Rodier, 1996**). Ils regroupent les germes *Echirichia*, *Citrbacter* , *Klébsiella*, *Yersinia*, *Serratia*, *Rahnella*, et *Buttiauxella* (**Joly, Reynaud, 2003**) .

1.5.2. Coliformes fécaux (CF)

Ce sont des bactéries , aérobies et facultativement anaérobies, non sporulants, capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz à 36 et 44°C en moins de

24 heures. Ceux qui produisent de l'indole dans l'eau peptonée contenant du tryptophane à 44°C, sont souvent désignés sous le nom d'Escherichia Coli bien que le groupe comporte plusieurs souches différentes (*Citrobacter freundii*, *Entérobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae*...etc.), (Rodier, 1996; Joly, Reynaud, 2003). Après coloration de Gram Nous avons pu observer des bactéries Gram négatif couleur roses (donc avec une paroi plutôt pauvre en peptidoglycanes) en forme de petits bâtonnets (bacilles) s'agrégeant en chaîne (les coliformes) (Merlet, Billon et al., 2012).



Fig.46: Observation au microscope optique (grossissement x100) d'une coloration de Gram sur des colonies des coliformes totaux et fécaux (Photo originale, 2017).

1.5.3. Streptocoques fécaux (SF)

Ces bactéries appartiennent à la famille de stréptococcaceae au genre streptococcus. Après coloration de Gram Nous avons pu observer des bactéries Gram positifs en couleur violet (donc avec une paroi riche en peptidoglycanes) en forme des cocci sphériques légèrement ovales,. Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chainettes, se développent le mieux à 37°C et ils possèdent le caractère homoférmementaire avec production de l'acide lactique sans gaz (Bergey, 1984).



Fig.47: Observation au microscope optique (grossissement x100) d'une coloration de Gram sur des colonies des streptocoques (Photo originale, 2017).

1.6. Identification phénotypique des micro-algue

L'identification phénotypique des microalgues qui se trouve dans l'eau épurée dans le STEP Hassani Abdelkrim nous avons révélés une seule espèce de genre *Synechocystis*, une espèce de genre *Lyngbya*, une espèce de genre *Chlorella*, une espèce de genre *Chlamydomonas*, une espèce de genre *Oscillatoria*, une espèce de genre *Scenedesmus* et deux espèces de genre *Dunaliella*, ainsi la présence d'autre genre c'est *Gomphosphaeria*.

1.6.1. Taxonomie des genres de *Synechocystis*

Les cellules sphérique sont solitaires libres et dépourvues de gaine gélatineuse. Une membrane gélatineuse peu marquée (Bouamra, Hajd, 2004).

Embranchement : Cyanobacteria

Classe: Coccogonophyceae

Famille: Chroococcaceae

Ordre: Chroococcales

Genre: *Synechocystis*

Espèce : *Synechocystis aquatilis*



Fig.48: L'observation microscopique de genre *Synechocystis aquatilis* dans l'eau épurée (grossissement x100) (photo originale, 2017).

1.6.2. Taxonomie de genre de *Lyngbya*

Les trichomes droits ou irrégulièrement contournés, parfois hélicoïdaux, sont simples, entourés d'une gaine ferme ou diffuse, incolore ou colorée. Les filaments sont solitaires, libres ou fixés, ou réunis en masse (Thomazeau, 2006).

Embranchement: Cyanobacteria

Classe: Cyanophyceae

Ordre : Nostocales

Famille: Oscillatoriaceae

Genre: *Lyngbya*

Espèce: *Lyngbya Sp*

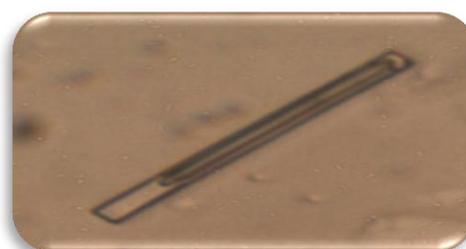


Fig.49: Observation microscopique de genre *Lyngbya* dans l'eau épurée (grossissement x100) (photo originale, 2017).

1.6.3. Taxonomie des genres de *Chlorella*

D'après (Person, 2011) cette espèce appartient.

Embranchement: Chlorophyta

Classe: chlorophyceae

Ordre: Chlorococcales

Famille: Oocustaceae

Genre: *Chlorella*

Espèce: *Chlorella Sp*

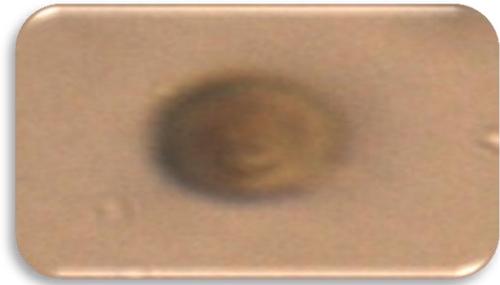


Fig.50: Observation microscopique de *Chlorella Sp* dans l'eau épurée (grossissement x100) (Photo originale, 2017).

1.6.4. Taxonomie des genres de *Dunaliella*

D'après (Belanger, 2007; Delaux, 2011) cette espèce appartient.

Embranchement: chlorophytes

Classe: chlorophyceae

Ordre: Chlamydomonadales

Famille : Dunaliellaceae

Genre : *Dunaliella*

Espèce: *Dunaliella dunarella*

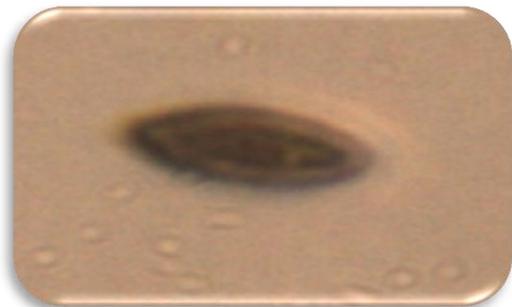


Fig.51: Observation microscopique de *Dunaliella dunarella* dans l'eau épurée (grossissement x100) (photo originale, 2017).

2. Discussion

Ce paramètre climatique est un facteur très important car selon (**Beupoil et al., 2010**), les pathogènes ont tendances à s'inactiver avec l'augmentation des températures et leurs survie est plus faibles à hautes températures.

La température des eaux de la station d'épuration a dépendant non seulement des conditions atmosphérique (la température à diminuer en hiver) mais aussi des activités domestiques.

Les valeurs de la température indiquent un peu fluctuations thermiques de l'eau pendant la période de prélèvement (mois Janvier et Février) , car le prélèvement se fait a période hivernale. Les températures de l'eau sont étroitement dépendantes de la température de l'air.

La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Sa mesure est nécessaire, étant donné le rôle qu'elle joue dans la solubilité des gaz, dans la dissociation des sels dissous et dans la détermination du pH (**Gaujous, 1995**). La température comme facteur physiologique sur la vitesse des réactions biologiques, l'activité biologique du milieu, il agit sur le métabolisme et la croissance de la plupart des organismes vivant dans l'eau, notamment ceux microscopiques (**Who, 1987**) et est, de ce fait, directement liée à la vitesse de dégradation de la matière organique (**Mara et al., 1979**).

Il est important de noter que, comme pour l'oxygène dissous, les températures peuvent présenter une variation selon le profil vertical des couches d'eau des bassins. La période de stratification thermique est généralement attribuée à la période hivernale (**Oudra, 1990**) .En conséquence, les variations thermiques ont toujours une influence significative sur la performance épuratrice des bassins de stabilisation (**Shelef, Azov, 1987**).

Les valeurs de PH des eaux usées avant traitement sont comprises entre 6.14 et 8.22 avec une moyenne de 7.093 qui est une caractéristique des eaux résiduaires, dont le pH est souvent le plus favorable a l'action bactérienne, pour les processus d'épuration aérobie et anaérobie. (**Franck, 2002**).

En ce qui concerne les eaux traitées, les valeurs gravitent autour de la neutralité avec une tendance vers l'alcalinité, elles varient entre 6.2 et 8.5 avec une moyenne de 7.073 (fig.

36) , respectant la norme de rejet délimitée entre 6,5 et 8,5 (**Gaujous, 1995**). D'après (**Sevrin, Reyssac et al ., 1995**) le pH alcalin et la température modérée constituent des conditions de milieu idéales pour la prolifération des microorganismes qui établissent un parfait équilibre biologique, permettant la dégradation de la matière organique ce qui conduit à la décontamination de l'eau. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien.

Le PH des eaux a l'entrée est souvent inférieure à celui enregistré à la sortie, due en fonction de qualité de l'eau usée qui rentre à la STEP.

Les moyennes de la conductivité électrique est diminuée de l'entrée (5.21) vers la sortie (4.74) . La variation de ce paramètre entre l'eau brute et l'eau traitée permettent de conclure sur une variation de charge polluante. Tout rejet polluant s'accompagne d'un accroissement de la conductivité. Il faut noter également que les traitements physiques ou biologiques n'ont qu'une faible incidence sur ce paramètre et que sa valeur varie entre l'eau brute et l'eau traitée (**Franck, 2002**).

La conductivité électrique d'une eau est un indicateur direct de sa salinité. C'est un facteur vital à suivre lorsqu'on est intéressé par une réutilisation des eaux usées en agriculture (**Shilton et al., 2005**).

La conductivité électrique des eaux à traiter tend à diminué lors de son passage dans les bassins de la station. Cette diminution est plus marquée en période froide, à partir du mois Janvier et Février .Les résultats obtenus dans cette étude sont similaires à ceux de (**Bahlaoui , 2000**) qui note également des valeurs plus faibles pendant la période Janvier et février , et qui est caractérisée par des températures plus basses.

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques.

Pour l'oxygène dissous les valeurs obtenues montrent une fluctuation allant de 0.08 mg/l à 0.82 mg/l pour les eaux brutes et de 5.06 mg/l à 8.57 mg/l pour les eaux traités avec une moyenne de 6,35 mg/l (figure). D'après le graphe les teneurs en O₂ dissous enregistrées a la sortie sont nettement supérieures a celles de l'entrée, ce ci est du a bonne aération des eaux au niveau du bassin d'aération, nécessaire pour le développent des microorganismes aérobies assurant l'oxydation des matières organiques, ce qui conduit a une bonne épuration biologique des eaux usées. Le faible taux d'O₂ dissous enregistre a l'entrée, caractérise une arrivée d'eau

usée riche en matières organiques et inorganiques dissoutes ainsi que la perturbation des échanges atmosphériques à l'interface due à la présence des graisses, des détergents...etc.) (**Hazourli et al., 2007**).

Au cours de notre expérimentation, la teneur en oxygène dissous au niveau des eaux traitées a une tendance à diminuer. Ceci est lié à la solubilité de l'O₂, qui est fonction de la température, de la pression partielle dans l'atmosphère de la salinité. Et de la variation de la matière teneur en oxygène pouvant être fonction de la présence d'organismes qui consomment l'O₂ (protozoaires, métazoaires, algues,...), de matières organiques oxydables, et de germes aérobies et les bactéries qui se multiplient (**Meinck et al., 1977**).

Les matières en suspension (MES) sont, en majeure partie, de nature biodégradable (**Fao, 2003**). Les valeurs enregistrées au cours de notre étude révèlent une réduction

importante des MES entre les eaux brutes et traitées. Elles se situent entre 208.33mg/l et 1095.56 mg/l avec une moyenne de 442 mg/l (fig.39) pour les eaux brutes, ces valeurs sont en fonction de la nature du rejet. Les remontées brusques de la concentration en MES observées sont probablement liées à un arrivage d'eau chargée en matière minérale à savoir le sable, limon, argile...etc. Cela est dû au fait que ces prélèvements coïncidaient avec des tempêtes de sable. En ce qui concerne les eaux épurées, le taux des MES varie entre 10 mg/l et 31 mg/l, ces faibles valeurs sont dues à la décantation des matières décantables, avec une moyenne de 19 mg/l. Cette valeur reste inférieure à la norme de rejet de l'OMS (30 mg/l) et à celle du journal officiel algérien limitée à 40 mg/l (**J.O.R.A, 1993**).

Selon (**Rodier, 2005**), les matières interviennent dans la composition de l'eau par leurs effets d'échanges d'ions ou d'adsorption, aussi bien sur les éléments chimiques à l'état de traces que sur les micro-organismes.

La présence de matière en suspension dans les eaux usées ne constitue pas, sauf cas très particulier, un obstacle à la réutilisation de ces eaux. Bien au contraire, elle contribue à la fertilité des sols. Cependant, l'expérience montre que le maintien d'une concentration importante en matière en suspension dans les eaux usées gêne considérablement l'efficacité des traitements destinés à éliminer les germes pathogènes (**Fao, 2003**). Enfin, une présence excessive de matières en suspension peut entraîner des difficultés de transport et de distribution des effluents ainsi que l'obturation des systèmes d'irrigation (**Belaid, 2010**).

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

On remarque que les valeurs de la DCO de l'eau brute est variable selon les semaines, elles oscillent entre 975 mg et 1300 mg avec une moyenne de 1120.8 mg.

Concernant l'effluent traité, les valeurs enregistrées de la DCO sont largement inférieure à celle de l'eau brute pour moyenne de 98 mg, elles varient entre 89 mg et 109 mg il ya une diminution très significative de la DCO durant les mois de Janvier et Février . cette résultat Ces valeurs indiquent un bon abattement des bassins aérés vis-à-vis de la pollution carbonée, Grâce les aérateur l'oxygène jeu un rôle très important pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non contenue dans les eaux usées (**Bliefert, Perraud, 2001**). selon la réaction suivantes :

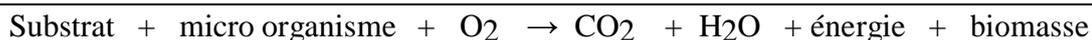
Eau usée + biomasse + oxygène → Eau épurée + accroissement de la biomasse + gaz

La DBO5 est relative à la portion biodégradable des eaux usées, c'est a dire oxydable par des bactéries. La DBO5 est une expression pour indiquer la quantité d'oxygène qui est utilisée pour la destruction de matières organiques décomposables par des processus biochimiques(**Kone et al., 2012**).

On remarque que les valeurs de la DBO5 de l'eau brute est variable selon les semaines, entre 450 mg/l et 650 mg/l avec une moyenne de 570 mg/l en fonction des semaines. l'augmentation des concentrations de la DBO5 de l'eau brute est en relation avec la charge en matières organiques biodégradable, et en substances nutritives d'après (**Bliefert, Perraud., 2001**), elle est associée au maximum du développement de l'abondance bactérienne et une diminution de la teneur en oxygène suite à la consommation de ce dernier par les microorganismes.

Concernant l'effluent traité, les valeurs enregistrées de la DBO₅ sont largement inférieure à celle de l'eau brute pour moyenne de 36.33 mg/l, elles varient entre 30 mg/l et 40 mg/l il ya une diminution très significative de la DBO₅ durant les mois de Janvier et Février . Diminution des concentrations de la DBO₅ de l'eau épurée due à l'utiliser des bactéries pour éliminer les polluants . Grâce a les bassins d'aérations, l'oxygène aide les bactéries à éliminer plus rapidement les polluants en suspension d'eau usée (**Chaouki et al.,**

2014). Elle se résume à la réaction suivante :

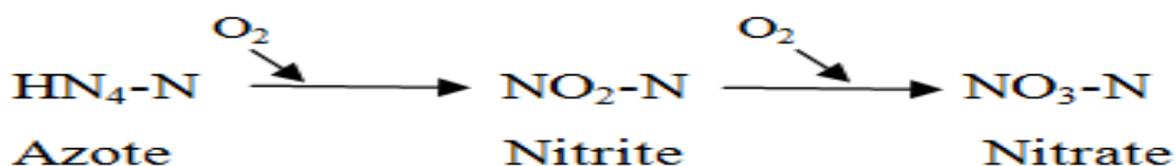


Cependant en période hivernale, les eaux de pluie contribuent à la dilution de la charge organique émanant des eaux usées.

Les valeurs enregistrées au cours de notre étude révèlent une réduction importante de ces paramètres entre les eaux brutes et traitées.

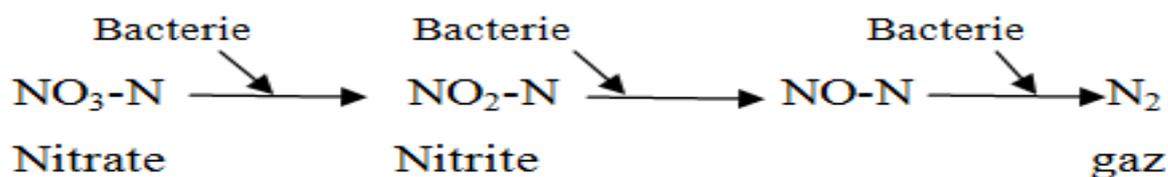
Concernant l'effluent traité, les valeurs enregistrées sont largement inférieure à celle de l'eau brute, cette diminution est due au processus d'élimination de l'azote grâce les aérateur qui donne l'oxygène nécessaire pour la nitrification se fait par processus biologique résultant de l'activité de micro-organismes qui oxydent séquentiellement l'azote ammoniacal (NH_4^+) en nitrite (NO_2^-) puis en nitrate (NO_3^-) (Kone et al., 2012) selon la réaction suivantes :

* **Nitrification** (voie chimique)



L'élimination de l'azote par voie biologique se fait grâce a l'oxygène qui aide les bactéries à éliminer plus rapidement les polluants.

* **Dénitrification** (voie biologique)



La faible concentration de l'azote ammoniacal dans l'eau épurée conduit à une augmentation de l'activité photosynthétique des algues ce qui pourrait s'ajouter au déséquilibre DBO₅-N-P qui, lui handicape la flore bactérienne (Berdai et al, 1991).

Dans le bassin d'aération, l'élimination biologique du phosphore et la matière organique contenue dans les eaux usées sont oxydés par les bactéries déphosphatantes sont des bactéries aérobies strictes, obtenant l'énergie seulement à partir de l'oxygène ou bien des bactéries aérobies facultatives, tirant l'énergie en priorité de l'oxygène, puis des nitrates en absence d'oxygène. Dans les deux cas, les bactéries stockent les phosphates sous forme de polyphosphates et croissent. (**Fndae, 2002**).

L'analyse des résultats indiquent la présence des germes dans les eaux usées (sont chargées en germes pathogènes), germes aérobies, ASR, ASR spore, coliformes (totaux et fécaux), streptocoques fécaux, et des *Pseudomonase aeruginosa* avec des quantités considérables, d'autre part, la présence de ces germes dans les eaux traitées est moins importante.

D'une manière générale, l'abondance des germes dans les effluents traités dépendent de la qualité microbiologique des eaux brutes, d'une part, et l'efficacité de la filière de traitement à les éliminer (**Attab, 2011**). Ceci reflète l'efficacité du traitement de la station d'épuration par le lagunage aéré. Selon (**Mensous, 2011**), les facteurs peuvent influencer sur l'efficacité du traitement des eaux usées et leur dépollution microbiologique, sont : la salinité, le PH et la température de l'eau du bassin.

Il apparaît également que le traitement biologique utilisé dans la STEP n'est pas efficace pour l'abattement des tout les germes pathogènes.

Les résultats obtenus peuvent s'expliquer d'une part par le fait que le traitement biologique utilisé dans la STEP favorise la croissance bactérienne pour dégrader la pollution carbonée ou azotée et d'autre part par l'absence d'un traitement de désinfection qui sert à la destruction des germes pathogènes. De plus, l'eau usée est considérée comme le milieu optimal pour la prolifération microbienne. (**Ounoki, Achour, 2014**)

Conclusion

Conclusion générale

L'eau est une source de vie peut devenir source de maladie lorsque sa qualité se dégrade. En effet, après son utilisation l'eau se charge en divers éléments modifiant ses caractéristiques physiques, chimiques et biologiques. Les volumes d'eaux usées sont essentiellement importants dans les zones urbaines en raison de la croissance démographique. Celle-ci engendre des besoins sans cesse croissants en eau potable.

Notre travail a consisté à faire l'inventaire des différentes analyses effectuées à la détermination des paramètres physico-chimiques, microbiologiques et micro-algales sur les eaux épurées et les eaux usées domestiques collectées à la station d'épuration de Hassani Abdelkrim.

À la lumière des résultats obtenus au niveau des paramètres physicochimiques mesurés au niveau des effluents de la STEP on constate que : l'étude de la qualité physicochimique, microbiologiques et micro-algales des effluents de la STEP montre que :

Les paramètres physiques (Température, pH, conductivité électrique et O_2 dissous.). Les différents paramètres mesurés pour l'eau usée brute et épurée indiquent évidemment une pollution importante. Cette eau usée présente une température moyenne et un pH légèrement basique favorable à un traitement biologique. Elle se caractérise par une conductivité excessive, parmi ces paramètres.

L'ensemble de ces paramètres rend compte d'une pollution importante, situation attendue pour une eau usée. Après le traitement biologique (eau usée traitée), seuls les O_2 dissous présentent des teneurs très élevées dans l'eau épurée, le pH ne varie pratiquement pas. Mais par contre on note une diminution de la conductivité électrique et la température.

Les paramètres de pollution des eaux usées traitées déterminés, (Matières en suspension (MES), demande chimique en oxygène (DCO) et demande biologique en oxygène (DBO), diminuent de façon flagrante entre les eaux usées brutes (où on enregistre les valeurs les plus élevées) et les eaux usées traitées (où on enregistre les valeurs les plus faibles).

En ce qui concerne les paramètres chimiques (l'ammonium (NH_4^+), Nitrate (NO_3^-), l'azote total (NT), phosphate total (PT) et orthophosphates (PO_4^{3-}). Les résultats des

conclusion générale

analyses ont montré qu'il y'a une réduction remarquable des ces paramètres, elles restent toujours inférieure au valeurs des eaux usées.

Sur le plan microbiologique, Les analyses bactériologiques des eaux usées ont très chargées en coliformes totaux et fécaux, *Escherichia coli*, Les bactéries aérobies sulfo réductrice (ASR et ASR spore), Germes aérobies, *Pseudomonas aeruginosa*, streptocoques fécaux. Elles montrent que les eaux ont de fortes densités de bactéries fécales et pathogènes qui confirme que la présence de pollution.

Quant aux bactéries, les eaux traitées issues sont très chargées en coliformes totaux, coliformes thermotolérants et streptocoques fécaux, par conter , les *Escherichia coli*, Les bactéries aérobies sulfo-reductrice (ASR et ASR spore), Germes aérobies, *Pseudomonas aeruginosa*, sont très diminué dans l'effluent traité.

En ce qui concerne l'étude phytoplanctonique, nos résultats montrent que les sites prospectés regroupent une flore micro-algale composée de 4 espèces dans les eaux épurée, qui ont: *Synechocystis aquatilis*, *Lyngbia Sp*, *Chlorella Sp* et *Dunaliella dunarella*,

Recommandations

Pour améliorer la qualité des eaux de puits proposons les solutions suivantes:

- A court terme, il faut sensibiliser les populations et les inciter à traiter l'eau pour éviter des résultats indésirables ,comme la pollution et les maladies.
- A moyen terme, soutenir des projets de protection et de préservation de l'environnement, comme la station d'épuration.
- Pour protéger les eaux de surface contre la pollution des eaux usées, les rejets doivent subir des traitements au niveau d'une station d'épuration avant d'arriver au rejet final.
- Une station d'observation de qualité de certains paramètres est nécessaire avant la station de traitement de l'eau, afin d'éviter la contamination de cette station et de détecter certains polluants toxiques.

Perspectives

Dans le cadre d'un travail au futur, il serait souhaitable:

- Utilisées les eaux traités dans les différents activités fournières , par exemple ,on le utilisée dans l'irrigation des végétaux (les arbres) quand cet eau est riche en minéralisation et en sels minéraux, l'irrigation de forêt avec des eaux usées dans une approche intégrée d'étude de la protection des milieux récepteurs et des systèmes d'assainissement ; il comprend le traitement, le stockage et la valorisation des sous produits "eau et éléments fertilisants" pour la régénération de la forêt dans un contexte de maquis ou de garrigues.
- Les eaux épurées sont rejetées vers Chotte Hallofa sans aucune planification de réutilisation. Toutefois, l'administration n'intervient pas dans l'orientation des agriculteurs dans la réutilisation agricole des eaux épurées par pompage en phoenici culture et en cultures fourragères.
- Sans doute, la pollution organique devra avoir sa part dans la continuité de cette thématique. les molécules émergentes, les résidus des produits pharmaceutiques, les pesticides sont à rechercher des composés dans les effluents des eaux usées.
- La caractérisation de la matière organique dans les eaux usées reste à explorer.

*Références
bibliographiques*

Référence bibliographique

1. **AFNOR. (1975).** *Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO5) : NF T90-103* Décembre.
2. **ALTMAYER, N., ABADIA, G., SCHMITT, S et LEPRINCE, A. (1990).** *Risques microbiologiques et travail dans les stations d'épuration des eaux usées.* Document pour le médecin du travail, n°44, pp 374-377.
3. **AROUA, A. (1994).** *L'homme et son milieu.* Edition société national. Alger, 73-85p.
4. **ASANO, T. (1998).** *Wastewater reclamation and reuse.* Ed, Water quality management library, 1475 P.
5. **ASSOBHEI, O. (2009).** *Traitement des boues : Cas du procédé MOROCOMP développé dans le cadre du projet LIFE 05 TCY/MA/000141.* Atelier Ass. Epur. Réut. Agadir, 7-11 décembre 2009. Univ. Chouaib Doukkali, El Jadida – Maroc. 51p.
6. **ATTAB, S. (2011).** *Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration Haoud berkaoui par l'utilisation d'un filtre a sable local.* Mag. Univ d'Ouargla.
7. **BAHLAOUI, A. (2000).** *Dynamique des écosystèmes d'épuration des eaux usées par lagunage : Analyse spatio-temporelle des effets des facteurs environnementaux,* Doctorat d'état Es-Science, Ecole Mohammadia d'ingénieurs, Université Mohammed V, Rabat, Maroc, 218p.
8. **BASSOMPIERRE, C. (2007).** *procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote a la validation de modèles.* Thèse Doctorat Institut National Polytechnique De Grenoble, pp 25-42
9. **BAUDOT, B., PERERA, P. (1991).** *Guide procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités.* 21p.
10. **BAUMONT, S., CAMARD, J. P., LEFRANC, A., FRANCONI, A. (2005).** *Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France.* Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France.

Références bibliographiques

11. **BDOUR, A. N., HAMDI M, R. et TARAWNEH Z. (2009).** *Perspectives on sustainable wastewater treatment technologies and reuse options in the urban areas of the Mediterranean region* . Desalination, 237(1-3): 162-174.
12. **BECHAC, J., BOUTIN, P., MERCIER, B. (1983).** *Traitement des eaux usées*. 2ème Edition.
13. **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*. Thèse Doctorat de l'Université de Sfax, pp 1-39.
14. **BELLINGERm E., SIGEE, D. (2010).** *Freshwater Algae (Identification and Use as Bioindicator)*. 1st edition. Wiley-Blackwell (Johen Wiley and Sons, Ltd). UK.271p.
15. **BERDAI, H., JELLAL, B., EL HAMOURI. (1991).** *Traitement des eaux usées domestiques dans un chenal algal à haut rendement et leur réutilisation pour l'irrigation du chou*, Rev. Homme, Terre et Eau.
16. **BERGE, Y. (1984).** *Gram-negative Bacteria of general, medical, or industrial importance*. 1st Edition. Vol 1.
17. **BESSEDIK, M. (nd).** *Traitement de l'eau*. Chap 02: Prétraitement des eaux de consommation.
18. **BLIEFERT, C., PERRAUD, R. (2001).** *Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets*. Edition de Boeck , pp 317 à 477.
19. **BOEGLIN, J. C. (1991).** *Contrôle des eaux douces et de consommation humaine*. Article. Toute reproduction sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie est strictement interdite, « Environnement Industriel », Colmar. P 24.
20. **BOILEAU, M. E. (2015).** *évaluation du potentiel d'utilisation d'une eau usée industrielle comme substrat de culture pour des microalgues d'eau douce dans une optique de production de biocaburants de 3e génération*. Mémoire de Maître en environnement (M. env.) .Centre universitaire de formation en environnement et développement durable, Université de Sherbrooke.
21. **BONTOUX. (1993).** *Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson*. Edition Technique et Documentation Lavoisier, pp 166.

Références bibliographiques

22. **BOUAMRA, F ., HADJ, A.B. (2004).***Contribution a l'inventaire qualitatif des Algues dans la region de Ouargla. Mémoire d'ingénieur d'Etat en biologie.* Université de Ouargla.88p.
23. **BOUDEAL., DJOUID, H. (2003).** *Pollution de l'Oued boussellem par les eaux usées urbaines et industrielles et impact de leur utilisation dans l'irrigation.* Thèse ing, des écosystèmes universitaires, Stif. 6-13p.
24. **BOURRELLY, P. (1990).** les Algues d'eau douce .Tome 1.Edition. N Boubée. Paris.569p.
25. **BOUTIN, C., HEDUIT, A., MICHEL, H. (2009).** *Technologies d'épuration en vue d'une réutilisation des eaux usées traitées (REUE) rapport finale.* Ed. ONEMA-CEMAGREF. 100p.
26. **BOUZIANI, M. (2000).** *L'eau de la pénurie aux maladies.* Edition IBN-Khaldoun. Oran. 247p.
27. **BRASILIA. (2013).** *Manuel Pratique D'analyse De L'eau .* Fondation Nationale de la Santé, 4ème édition . FUNASA Brésil . p150.
28. **CAMILLE, B. (2005).** *Traitement des eaux usées .* Université libre de Bruxelles.
29. **CARDOT, C. (1999).** *Génie de l'environnement, les traitements de l'eau.* Edition Ellipses. Paris.
30. **CARDOT, C. (2010).** *Les traitements de l'eau pour l'ingénieur procédés physico-chimiques et biologiques cours et problèmes résolus génie de l'environnement.* Ed. Ellipses. 302p.
31. **CAUCHI., HYVRARD., NAKACHE., SCHWARTZBROD., ZAGURY., BARON., CARRE., COURTOIS., DENIS., DERNAT., LARBAIGT., DERANGERE., MARTIGNE., SEGURET. (1996).** *Dossier : la réutilisation des eaux usées après épuration.* Techniques, Sciences et Méthodes, 2 : 81-118.
32. **CE. (2011).** Commission Européenne. *L'eau, une ressource pour la vie,* Comment la directive-cadre sur l'eau contribue à protéger les ressources de l'Europe Luxembourg: Office des publications de l'Union européenne p 25 .

Références bibliographiques

33. **CHAMBERS, P. A. (2001).** *les éléments nutritifs et leurs effets sur l'environnement au canada.* Agriculture et agroalimentaire canada, Environnement canada, Pêches et océans canada, Santé canada et Ressources naturelles canada. p 241.
34. **CHAOUKI, H., ELWATIK, L., RAMCHOUN, Y., FATH-ALLAH, R., AYYACH, A., FATHALLAH, Z., EL MIDAOUI, A. et HBAIZ, E. (2014).** *Étude des performances épuratoires de la technique du lagunage aéré appliquée à la station d'épuration de la ville d'Errachidia – Maroc, Afrique* , SCIENCE 10(2) (2014) 173 –183.
35. **CHENINI, F., TRAD, M., RÉJEB, S., CHÂABOUNI, Z. (2002).** *Optimisation et durabilité du traitement et de l'utilisation des eaux usées en agriculture.* Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts. Tunisie. 74p.
36. **CIFFQE. (2011).** Conseil interministériel fédéral de formation sur la qualité de l'eau. *Qualité de l'eau 101: introduction aux microsystèmes d'approvisionnement en eau potable.* Manuel version 1.1.
37. **DANIEL, R. (2012).** Biologie. Ed. Daho livre, Paris, 741p.
38. **DARLEY, J. (2002).** *Traitement et réutilisation des eaux usées urbaines.* Synthèse des travaux de recherches scientifiques de la Faculté des Sciences Semlalia à Marrakech et applications pratiques, 82 p.
39. **DELAUX, P. M. (2011).** *Rôles des strigolactones et évolution des compétences mycorhiziennes dans la lignée verte.* Thèse de doctorat en Biosciences végétales. Université de Toulouse. INP-Ensat.258p.
40. **DER HOK W. V. (2007).** *A Framework for a Global Assessment of the Extent of Wastewater Irrigation: The Need for a Common Wastewater Typology. Wastewater Use in Irrigated Agriculture coordinating the Livelihood and Environmental Realities.* Eds. CAB Inter. Inter Water Management Institute, and Inter. Devel. Research Centre. pp 16-29.
41. **DUGUET, J. P., BERNAZEAU, F., CLERET, D., GAID, A., LAPLANCHE, A., MOLES, J., MONTIEL, A., RIOU, G., SIMON, P. (2006).** *Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine.* 1^{ère} édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'environnement).

Références bibliographiques

42. **EFFEBI, K. R. (2009).** *Lagunage anaérobie : modélisation combinant la décantation primaire et la dégradation anaérobie.* Thèse Doctorat. Université de Liège Campus d'ARLON, pp 7-9.
43. **ELHALOUANI, H. (1995).** *Réutilisation des eaux usées en agriculture et leur impact sur l'environnement: Cas de la ville d'Oujda.* Thèse de Doctorat ès-Sciences, Faculté des Sciences, Université Mohammed Premier, Oujda, Maroc. p193.
44. **FABY, J. A ., BRISSAUD, F. (1997).** *L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation.* Office International de l'Eau, 76 p.
45. **FAO . (2003).** *L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation,* pp 73.
46. **FAZIO, A. (2001).** *Principe et performances de la filière de traitement et de réutilisation des eaux résiduaires urbaines.* Colloque de Noirmoutier. p10 .
47. **FERAY, C. (2000).** *Nitrification en sédiment d'eau douce : incidence de rejets de station d'épuration sur la dynamique de communautés nitrifiantes.* Thèse de Doctorat, Université Lyon I, France, 178 p.
48. **FNDAE., CEMAGREF., MAP-DERF. (2002).** *Traitement de l'azote dans les stations d'épuration biologique des petites collectivités,* 96 pp., Document Technique FNDAE, n° 25.
49. **FRANCK, R. (2002).** *Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques.* Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux, pp165-239.
50. **GARZÓN-ZÚÑIGA, M., GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, S. (1996).** *Biological phosphate and nitrogen removal in a biofilm sequencing batch reactor.* Water Sci. Technol, p, 293–301.
51. **GAUJOUS, D. (1995).** *La pollution des milieux aquatique.* aide-mémoire. Edition technique et Documentation Lavoisier, P 220.
52. **GEMBLOUX. (1998).** *Utilisation des eaux usées en irrigation, approche globale du traitement des effluents, comparaison de différents systèmes d'irrigation sur diverses cultures et leurs aspects institutionnels et organisationnels.* Projet de l'Union Européenne. "AVICENNE initiative" n° AVI*CT94 – 0002. Février 1995- février 1998. 4p.

Références bibliographiques

- 53. GHEDADBIA, M. (2012).** *La Contribution à l'identification générique des Cyanobactéries potentiellement toxiques et l'étude de leurs paramètres de croissance: Cas du Lac Tonga* . Mémoire de magister en écologie et environnement, Université Badji Mokhtar, Annaba .
- 54. GHOUALEM-SAOULI, H. (2007).** *Evaluation de la charge polluante, traitements biologique des eaux urbaines de la commune de Zéralda*. Conception d'un pilote. Thèse de Doctorat USTHB Algérie .
- 55. GROSCLAUDE, G. (1999).** *Un point sur l'eau*. Tome II usages et polluants. Edition Dunod. Paris
- 56. GUILLOTEAU, J. A. (1992).** *Traitement des eaux résiduaires par infiltration percolation*. Thèse doc .P.21. 170 p.
- 57. HAMED, M., GUETTACHE, A., BOUAMER, L. (2012).** *Etude des propriétés physico-chimiques et Bactériologiques de l'eau du barrage Djorf- Torba Bechar*. Mémoire De Fin D'Etude Pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'état en Biologie.
- 58. HARTANI, T. (2004).** *La réutilisation des eaux usées en irrigation : cas de la Mitidja en Algérie Thème 2 Vers une gestion durable de l'irrigation : conséquences sur les options de modernisation*. Projet INCO-WADEMED. Actes du séminaire Modernisation de l'Agriculture Irriguée. Rabat, du 19 au 23 avril 2004. 11p.
- 59. HAZOURLI, S., BOUDIBA, L., ZIATI, M. (2007).** *Caractérisation de la pollution des eaux résiduaires de la zone industrielle d'El-Hadjar, Annaba*. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 06, pp. 45-55.
- 60. HUGONIN, P. (2011).** Introduction aux thématiques de l'eau © ISE, UNIGE, p2
- 61. HUMENIK, F. J., HANNA, G. P. (1971).** *Algal-bacterial symbiosis for removal and conservation of wastewater nutrients*. *J.W.P.C.F.*, 43 (4): 580-594. INRA. Paris. P210.
- 62. INRS. (2004).** Institut National de Recherche et de Sécurité. *Traitement des eaux usées*. Rue Olivier-Noyer 75680 paris cedex 14 .p 2.

Références bibliographiques

63. **JARDE, E. (2002).** *Composition organique de boues résiduelles de station d'épuration lorraines : caractérisation moléculaires et effets de la biodégradation.* Th. Doc. Univ. Henri Poincaré. Nancy I en sciences de l'Univers. 286p.
64. **JOLY, B., REYNAUD, A. (2003).** *Entérobactéries : systématiques et méthodes d'analyses.* Edition technique et documentation, paris, 356P.
65. **JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE (J.O.R.A). (1993).** *Annexe des valeurs limites maximales des paramètres de rejet des installations de déversement industrielles, n°46, pp 7.*
66. **Journal Officiel de la République Algérienne. (2012).** *Conventions et accords internationaux - lois et décrets Arrêtes, décisions, avis, communications et annonces . paramètres physico – chimiques d'eau. N° 41, 51ème ANNEE. p20 .*
67. **Journal Officiel de la République Algérienne. (2013).** *Méthodes officielles d'analyses microbiologiques relatives aux eaux minérales et aux eaux de source.* Direction des Laboratoires d'Essais et d'Analyses de la Qualité. P 19.
68. **JUNGER, J. F. (2000).** *The reuse of urban waste water in agriculture : European Research on Treated Wastewater Reuse in Agriculture.* Urban Technology Network Project 10th. p 7 .
69. **KALOGO, Y., VERSTRAETE ,W. (1999).** *Development of anaerobic sludge bed (ASB) reactor technologies for domestic waste water treatment: motives and perspectives.* World Journal of Microbiology and Biotechnology, 15, pp 523-534.
70. **KAROUNE, S. (2008).** *Effets des boues résiduelles sur le Développement des semis du chêne liège (Quercus suber L.).* Mém. Magister. Univ. Mentouri Constantine. 217p.
71. **KETTAB, A. (1992).** *Traitement des eaux. Les eaux potables.* Edition: Office des Publications Universitaires. Alger: 4. P 118-111-123.
72. **KOLPIN, D.W., THURMAN, E. M., LINHART, S. M. (1998).** *The environmental occurrence of herbicides : the importance of degradates in ground water.* Arch. Environ. Contam. Toxicol. p:385-390.

Références bibliographiques

- 73. KONE, M., BONOU, L., KOULIDIATI, J., JOLY, P., SODRE, S., BOUVET, Y. (2012).** *Traitement d'eaux usées urbaines par infiltration-percolation sur sable et sur substrat de coco après un bassin anaérobie de lagune sous climat tropical*, Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science, vol. 25, n° 2, 2012, pp.139-151.
- 74. LADJEL, F. (2006).** *Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02*. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes, p80.
- 75. LAZAROVA, V. (1998).** *La réutilisation des eaux usées : un enjeu de l'an 2000* L'eau, l'industrie, les nuisances , n°212, pp.39-46.
- 76. LAZAROVA, V., GAID, A., RODRIGUEZ-GONZALES, J., ALDAY., ANSOLA, J. (2003).** *L'intérêt de la réutilisation des eaux usées : analyses d'exemples mondiaux*. Techniques, Sciences et Méthodes, N 9, p 64-85.
- 77. LELIAERT, F. (2012).** *Phylogeny and Molecular Evolution of the Green Algae*. Critical
- 78. LOUNNAS, A. (2009).** *Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station hamadi-kroma de skikda*. Mémoire de Magister en chimie, université du 20 Aout 1955 Skikda.
- 79. MADIGAN, M., MARTINKO, J., 2007.** *Biologie des microorganismes*. 11^{ème} édition, Pearson/éducation, Paris, pp 918-932.
- 80. MARA, D., SILVA, S.A., CEBALLOS, B. (1979).** *Design verification for tropical oxidation ponds*, J. San. Engng. Div. Proc. Am. Soc. Civil Engrs. 105: 151-155.
- 81. MDDEFP. (2013).** Ministère du développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Pares, *Guide pour l'évaluation de la qualité bactériologique de l'eau en lac*, Québec. Direction du suivi de l'état de l'environnement.
- 82. MEINCK, F., STOOFF, H., KOHLSCHÜTTER, H. (1977).** *Les eaux résiduaires industrielles*, 2ème Ed Masson, Paris, pp863.
- 83. MENSOUS, M. (2011).** *Etude du système de gestion des eaux usées dans la cuvette de Ouargla*. Mém. Magister. Univ. KASDI MERBAH Ouargla. 149p.
- 84. MERCIER, J. (2000).** *Le grand livre de l'eau*. Edition: La reconnaissance du livre. Canada. Collecte art de vivre. P 91.

Références bibliographiques

- 85. MERLET-BILLON, M., PALAGI, A., STREK, L. (2012).** *TP de Microbiologie*, Université Nice Sophia Antipolis , p.15-18.
- 86. MOULIN, S., ROZEN-RECHELS, D., STANKOVIC, M., (2013).** *Traitement des eaux. ATELIER LŌEAU Qualit. vs Quantit.* Centre d'Enseignement et de Recherches sur l'Environnement et la Soci.t. 24 rue Lhomond 75005 Paris.
- 87. MUSY, A., HIGY, C. (2004).** *Hydrologie: une science de la nature (1ere éd).* Presse polytechniques et universitaires romandes. Amazon, France.
- 88. ONA . (2017).** Rapport de l'office national de l'assainissement d'El'oued, Algérie.
- 89. OUALI, M. (2001).** *Cours de procédés unitaires biologiques et traitements des eaux.* Offic. Pub. Univ, Blida. 52p.
- 90. OUANOUI, B., ABDELLAOUI, N., AIT ABDALLAH, N. (2009).** *Application in Agriculture of Treated Wastewater and Sludge from a Treatment Station European Journal of Scientific Research.* pp 602-619.
- 91. OUDRA, B. (1990).** *Bassins de stabilisation anaérobie et aérobie facultatif pour le traitement des eaux usées à Marrakech : Dynamique du phytoplancton (Microplancton et Picoplancton) et évaluation de la biomasse primaire.* Thèse de 3ème cycle, Univ. Cadi Ayyad, Marrakech. 124p.
- 92. OUNOKI, S., ACHOUR, S. (2014).** *Evaluation de la qualite physicochimique et Bacteriologique des eaux usees brutes et epurees De la ville d'ouargla. Possibilite de leur Valorisation en irrigation.* Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface, LARHYSS Université de Biskra, BP 145 RP, 07000, Algérie, p247-258.
- 93. PARHAD, N. M., RAO, N. U. (1974).** *Effect of pH on survival of Escherichia coli.* Jourl. Water Poll. Control. Fed., 46 : 980-986.
- 94. PAUL, L. (2010).** *Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Analyses physico-chimiques, nutriments.* L'environnement pratique n°1005. Office fédéral de l'environnement, Berne. 44 p.

Références bibliographiques

95. PEARSON, H. W., MARA, D. D., MILLS S W., SMALLMAN, D. L. (1987). *Factors determining algal population in waste stabilization ponds and the influence of algae on pond performance*. Wat. Sci. Tech. 19 (12): 131-140.
96. PERRY, J. (1984). *Microbiologie: cours et question de révision*. Edition Dunod. Paris.
97. PERSON, J. (2011). *Algues, filières du futur*. Edition: Adebitech Romainville. France.182p.
98. PICARD, C. (2011). *Transfert de matière dans un biofilm aéré sur membrane*. Thèse de doctorat spécialité: Génie des procédés et de l'environnement. Université de Toulouse.
99. POULIOT, Y., DELANOUE, J. (1985). *Mise au point d'une installation pilote d'épuration tertiaire des eaux usées par production de microalgues*. Rev. Franç. des sci. de l'eau, 4: 207-222.
100. PRESCOTT., HARLEY., KLEIN. (2007). *Microbiologie*. 2ème Edition de Boeck, Paris, pp 837-855.
101. Programme des Nation Unies pour l'environnement (PNUE) en coopération avec l'OMS. (2005). *Lignes directrices pour l'utilisation des eaux usées municipales dans la région méditerranéenne*. Plan d'action pour la méditerranée. Réunion des coordonnateurs nationaux pour le MED POL Barcelone, Espagne, 24 – 27 mai 2005. 73p.
102. RADOUX, M. (1989). *Epuration des eaux usées par Hydrosère reconstituée*. Tribune de l'eau 42(8): 62-68.
103. REJSEK, F. (2002). *Analyse des eaux*. aspect réglementaire et techniques, Tome I. Edition Scrérén CRDPA quitaine, Bordeaux. 71, p144.
104. REVIERS, B. (2002). *.Biologie et phylogénie des algues*. tome 1. Edition .BELIN.Paris. 225P. reviews in Plant Sciences.vol. 31:1–46
105. RICHARD, C. (1996). *Les eaux, les bactéries, les hommes et les animaux*. Ed. Scientifiques et médicale Elsevier. Paris.
106. RODIER, J. (1984). *L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer*, 7e Édition, DUNOD, Bordas, Paris, 134 p.

Références bibliographiques

- 107. RODIER, J. (1996).** *L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer.* 6^{ème} édition: Dunod, Paris. 557-570p et 968-1079p.
- 108. RODIER, J., BAZIN, C., BROUTIN, J. P., CHAMBON, P., CHAMPSAUR, H., ROLIL. (2005).** *L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer.* 8^{ème} édition. Dunod, Paris. 1383p.
- 109. ROSE, J. B., FARRAH, S. R., FRIEDMAN, D., RILEY, K., HAMANN, C. L., ROBBINS, M. (1999).** *Public evaluation of advanced water for potable application.* Ed, Water Science and Technology, 40, 247- 252.
- 110. SADOWSKI, A. (2002).** *Traitement Des Eaux Usées Urbaines*, chap01: Le rôle des institutions et les politiques en matière d'eau, p 2-15.
- 111. SALGOT, M., HUERTAS, E. (2006).** *Integrated Concepts for Reuse of Upgraded Wastewater, Guideline for quality standards for water reuse in Europe, AQUAREC.* EVK1-CT-2002-00130, Work package 2, Deliverable D15, 128p.
- 112. SHELEF, G., AZOV. (1987).** *High-Rate Oxidation Pond: the Israel experience*, Wat. Sci. Tech., 19 (12): 249-255.
- 113. SHILTON, A., WALMSLEY, N., PEARSON, H., PATERSON, C., CURTIS, T., CRAGGS, R., DAVIES-COLLEY, R., MARA D. (2005).** *Pond Treatment Technology*, IWA Publishing, London, Seattle, 479 p.
- 114. SIDIKI, A. M. (2005).** *Qualité organoleptique de l'eau dans la ville de Bamako :évaluation saisonnière.* Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Bamako. Mali. P 20.
- 115. SIROIS, L. (2013).** *Changements physiologiques chez les microalgues vertes menant à la biosynthèse de caroténoïdes. Mémoire de la maîtrise en sciences de l'environnement.* Québec à montréal.117p.
- 116. SLIMANI, R. (2003).** *Contribution à l'étude hygiénique des caractères physico-chimique des eaux usées de la cuvette d'Ouargla et leur impact sur la nappe phréatique.* Mém. Ing. Eco et Env. Ecosystème steppique et saharien. Uni d'Ouargla. p85.
- 117. SOUABI, S. (2007).** *Gestion des ressources en eau au Maroc*, Congrès international Eau et Déchets, Université Mohammed Premier, Oujda, Maroc.

Références bibliographiques

- 118. TAMRABET, L. (2011).** *Contribution à l'étude de la valorisation des eaux usées en maraîchage*. Th. Doc. Sciences Hydrauliques. Inst. Génie Civil Hydr. Archi. Univ. Hadj Lakhdar. Batna. 147p.
- 119. TCHIMOGO, M. (2001).** *Epuration des eaux usées de l'E.N.S.H par lagunage naturel*. Mém .ing. Genie rurale. Blida. p132.
- 120. THOMAS, O. (1955).** *Météorologie des eaux résiduaires*. Tec et Doc, Ed Lavoisier, Cedeboc, p 135-192 .
- 121. THOMAZEAU, S. (2006),** *Diversité phylogénétique et toxinique de cyanobactéries du Sénégal et du Burkina Faso*. mémoire de master. Université de Pierre & Marie CURIE – PARIS- 6. 44 p.
- 122. VASEL, J. L. (2007).** *Evolution de l'assainissement individuel : perspectives et questions en suspens*. Journées Cebedeau .15 p.
- 123. VASEL, J.L., JUPSIN, H. (2007).** *Etat de l'art et perspectives des techniques extensive d'épuration des eaux usées domestiques sous climat aride*, Congrès international Eau et Déchets, Université Mohammed Premier, Oujda, Maroc.
- 124. VILAGINES, R. (2003).** *Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie*. 2eme Edition : Tec et Doc. Lavoisier. P: 3- 187.
- 125. WANG, L., MIN, M., LI Y., CHEN, P., CHEN, Y., LIU, Y., WANG, Y., RUAN, R. (2010).** *Cultivation of green algae *Chlorella sp.* in different wastewaters from municipal wastewater treatment plant*. Applied Biochemistry and Biotechnology, volume 162, numéro 4, p. 1174-1186.
- 126. World Health Organization (WHO). (1987).** *Factors affecting treatment in ponds In Wastewater Stabilization pond: Principles of Planning and Practice*, FMRO Technical Publication, 10, Alexandria.
- 127. World Health Organization (WHO). (1989).** *Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture*. Technical Report Series No. 778. WHO, Geneva.

Annexes

Annexe 01



Figure: Montage de filtration sous vide (MES d'eau épurée)



Figure: Les boîtes de Kit

Tableau: Evaluation hebdomadaire de la Température, Conductivité, PH et O₂ de l'eau brute et l'effluence traité.

Semaine de prélèvement	Température		PH		Conductivité		O ₂ dissous	
	TC°				(ms/cm)		(mg/l)	
	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
S1	16.22	14.90	7.34	7.43	5.30	4.83	0.40	7.85
S2	18.06	11.74	6.88	6.93	5.34	4.60	0.24	6.76
S3	17.90	12.23	7.02	7.05	5.43	4.67	0.28	6.89
S4	15.55	11.85	7.04	7.01	5.06	4.55	0.30	6.48
S5	16.56	13.66	7.27	6.99	5.17	4.60	0.30	5.51
S6	15.62	12.54	7.03	7.40	5	4.70	0.28	5.65
S7	16.20	12.84	7.07	7.05	5.04	5.09	0.25	5.85
S8	16.50	14.46	6.918	6.914	5.18	5.14	0.28	5.62
Minimum	13.4	9.4	6.14	6.2	4.17	4.61	0.08	5.06
Maximum	19.4	17.4	8.22	8.5	5.3	5.77	0.82	8.57
Moyenne	16.40	13.12	7.093	7.073	4.74	5.21	0.29	6.35

Tableau: tableau pour sélectionner le volume adéquat de l'eau à analysé et le facteur pour déterminé DBO₅ (ONA, 2017).

Volume en (ml)	Plage de mesure (mg /l)	Facteur (x)	Nombre de gouttes d'inhibiteur
432	0-40	1	9
365	0-80	2	8
250	0-200	5	5
164	0-400	10	4
97	0-800	20	2
43.5	0-2000	50	1
22.7	0-4000	100	1

Tableau: Evaluation hebdomadaire du DBO₅, DCO et MES de l'eau brute et l'effluence traité.

Semaine de prélèvement	DBO ₅ (mg/l)		DCO (mg/l)		MES (mg/l)	
	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
S1	450	40	1070	90	208.33	13
S2	550	30	1030	89	254.44	15
S3	600	35	1250	109	345	31
S4	650	35	1100	102	248.33	26
S5	600	40	1300	108	497.98	16
S6	570	38	975	90	1095.56	10
Minimum	450	30	975	89	208.33	10
Maximum	650	40	1300	109	1095.56	31
Moyenne	570	36.33	1120.88	98	442	19

Tableau: Paramètres de pollution particulaire et organique des normes des eaux épurées comparés aux normes des eaux brute

Norme	Nature d'échantillon	DBO ₅ (mg/l)	DCO (mg/l)	MES (mg/l)
	Eau brute	250	500	361
Eau épurée	40	125	40	

Annexes

Tableau: Evaluation du N-NH₄, N-NO₃, NT, PO₄⁻³ et PT des eaux usées au cours de leur traitement .

	N-NH₄	N-NO₃	NT	PO₄⁻³	PT
Eau brute	60	6.15	260	7.20	10.01
Eau traitée	27	3.37	44	1.76	5.10

Annexe 02

Témoin

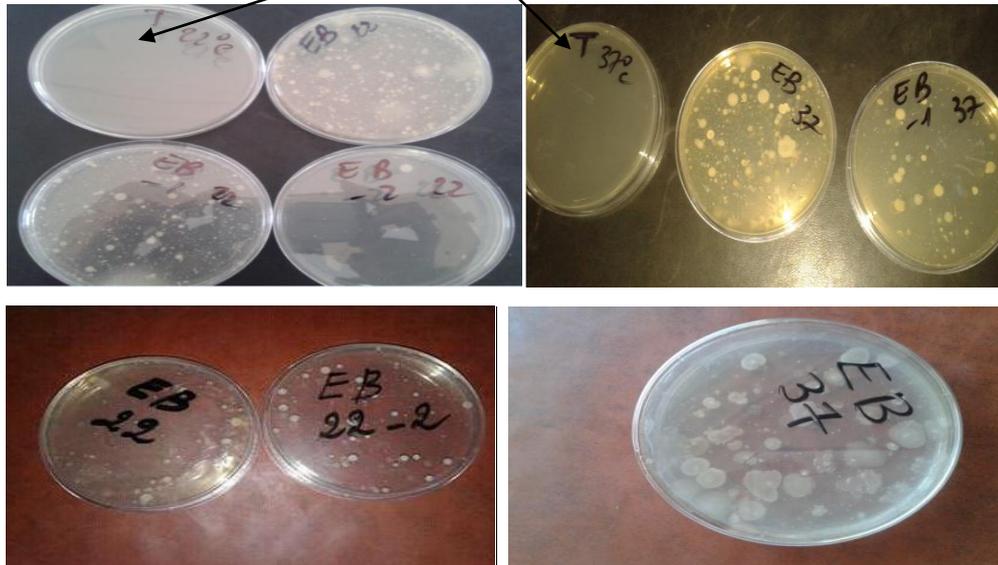


Figure: Aspect du milieu avant et après l'incubation pour dénombrement des germes aérobie (Incubation à 37 °C / 24- 48 h et d'un autre jeu à 22 °C/68- 72 h).



Figure: Observation de résultat de comptage de colonie des germes aérobie après dilutions 1/10 et 2/10.

Témoin



Figure: photos montrent l'aspect du milieu avant et après son utilisation pour dénombrement de streptocoques après 44°C /24 h de culture.

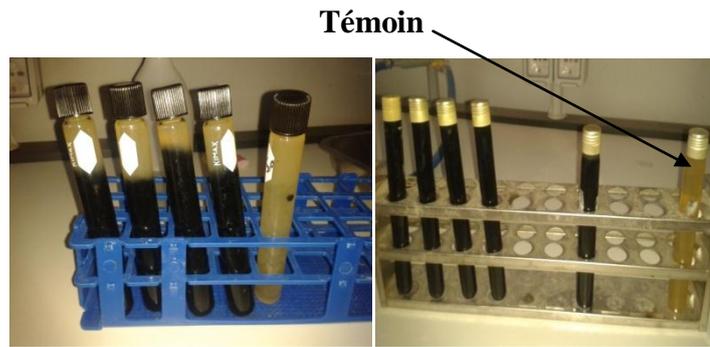


Figure: Aspect du milieu avant et après l'incubation 46°C/48h pour dénombrement des ASR et Spore ASR.

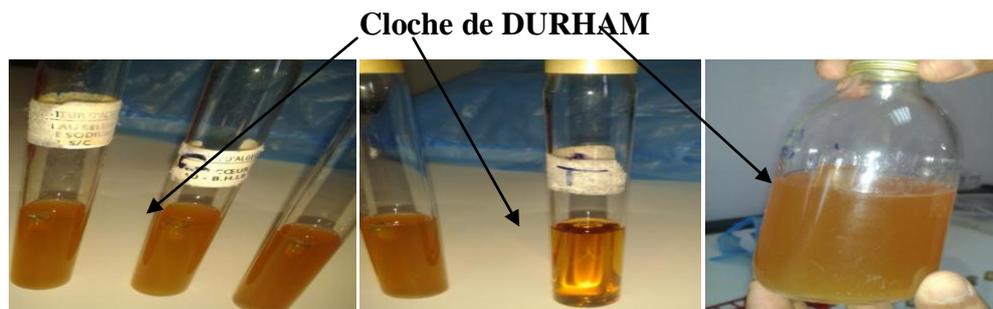


Figure: Aspect du milieu avant et après l'incubation 37°C/48h pour dénombrement des coliformes.



Figure: Aspect du milieu après incubation 37 °C /48 h pour dénombrement de colonies de *pseudomonase aeruginosa*.

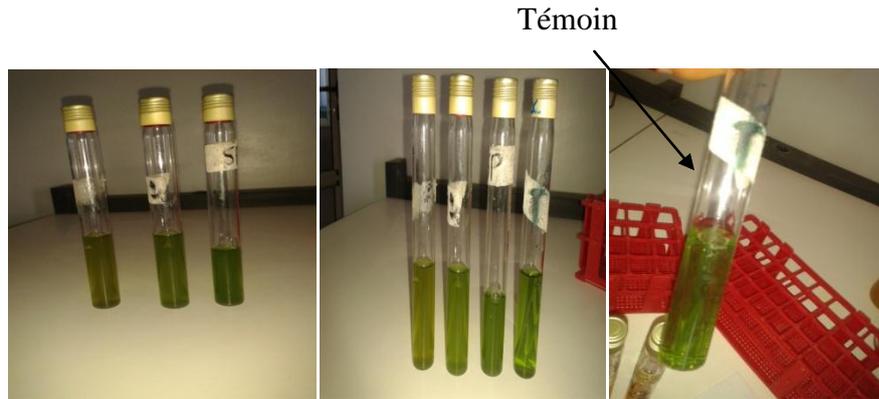


Figure: Aspect du milieu après incubation 44°C /48 h pour dénombrement de coliformes fécaux.

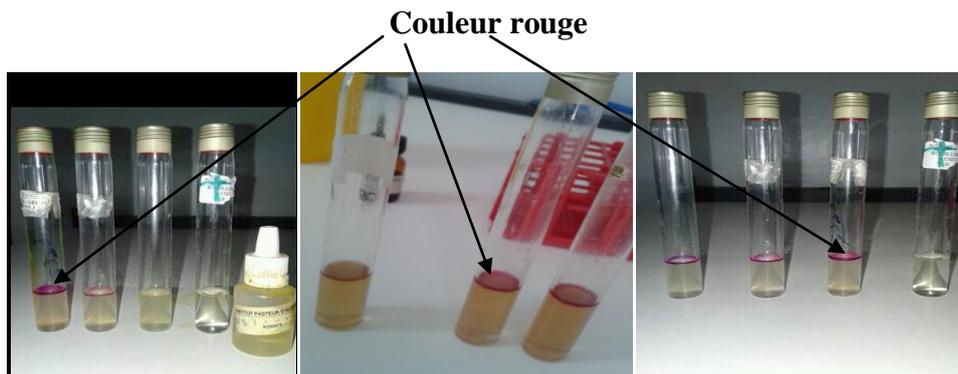


Figure: Aspect du milieu après incubation 44°C /48 h pour dénombrement d'Escherichia coli

Composition des milieux de culture

BLBVB

Peptone pancréatique de caséine	10 g
Lactose	10 g
Bile de boeuf déshydratée	20 g
Vert brillant	13,3 mg
Eau D	1000 ml

BEA

Tryptone	17,00 g
Peptone pepsique de viande	3,00 g
Extrait autolytique de levure	5,00 g
Bile de boeuf bactériologique	10,00 g
Chlorure de sodium	5,00 g
Esculine	1,00 g
Citrate ferrique ammoniacal	0,50 g

Azide de sodium	0,15 g
Agar agar bactériologique	13,00 g

Laurylsulfate tryptosé (LST)

Tryptose	40g
Lactose	10 g
Chlorure de sodium	10 g
Monohydrogénophosphate de potassium	5,5 g
Dihydrogénophosphate de potassium	5,5 g
Laurylsulfate de sodium de haute pureté	0,2 g
Eau distillée	1000 ml

Gélose CN (gélose cétrimide Acide nalidixique)

Peptone de gélatine	16,0 g
Hydrolysate de caséine	10,0 g
Sulfate de potassium (Anhydre) (K ₂ SO ₄)	10,0 g
Chlorure de magnésium (Anhydre) (MgCl ₂)	1,4 g
Glycérol	10 ml
Gélose	11,0 g à
Note . La quantité de gélose requise dépend du pouvoir gélifiant. Respecter les instructions du fabricant de la gélose utilisée.	18,0 g
Eau (distillée ou équivalent)	1 000 ml
Bromure d'hexadécyltriméthyl ammonium (cétrimide)	0,2 g
Acide nalidixique	0,015 g

Réactif de Kovacs pour l'indole

p-Diméthylaminobenzaldéhyde.....	5 g
Alcool amylique	75 ml
Acide chlorhydrique (p = 1,18 g/ml).....	25 ml

Tableau: Résultat de détermination du nombres des bactéries dans l'eau épurée et l'eau brute
(à 27-02-2017)

Les bactéries	Eau traité	Eau brute
Germes aérobies à 37°C/ml	2,3.10 ³ UFC/ml	2,9.10 ³ UFC/ml
Germes aérobies à 22°C/ml	1,6.10 ⁴ UFC/ml	2,2.10 ⁴ UFC/ml
Coliformes totaux 37°C/100ml	1,1.10 ⁴ NPP/100ml	1,1.10 ⁴ NPP/100ml
Coliformes fécaux /100ml	1,1.10 ⁴ NPP/100ml	1,1.10 ⁴ NPP/100ml
Escherichia coli	2,4.10 ³ NPP/100ml	4,6.10 ³ NPP/100ml
ASR 46°C/20ml	1,2.10 ² UFC/ml	0,2. 10 ³ UFC/ml
Spore ASR 46°C/ml	3,8.10 UFC/ml	53 UFC/ml
Pseudomonase aeruginos	Absence	Présence
Entérocoque, D	Présence	Présence

Résumé

La ville de Hassani Abdelkrim est exposée à la contrainte de rareté de l'eau par sa situation en milieu désertique à climat aride. Ceci pousse les autorités à penser au traitement des eaux usées, et ce pour son avantage de protection des ressources hydriques souterraines . Le présent travail est consacré à l'étude de qualité physico-chimique, bactériologique. et microalgale de l'eau de STEP2, pour déterminer le fonctionnement de la station de traitement des eaux usées avec le but de vérifier son efficacité de traitement.

Les résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées et épurées ont montrés: une température moyenne de l'eau sont étroitement dépendantes de la température de l'air et des activités domestiques, un pH légèrement basique favorable à un traitement biologique, et une conductivité dégressif de l'entres vers le sortie car la réduction de tout rejet polluant s'accompagne d'un diminution de la conductivité, seuls les O₂ dissous présentent des teneurs très élevées dans eaux épurée .

Les paramètres de pollution des eaux usées traitées déterminés, MES, DCO et DBO5, et les paramètres chimiques sont diminuent de façon flagrante entre les eaux brutes et les eaux traitées, cette résultat Ces valeurs indiquent un bon abattement des bassins aérés vis-à-vis de la pollution carbonée, Grâce les aérateur l'oxygène jeu un rôle très important pour la dégradation chimique (utilisé O₂) et biologique (utilisé les bactéries) de toute la matière organique biodégradable ou non contenue dans les eaux usées.

Les analyses bactériologiques des eaux usées ont très chargées en germes témoins de contamination fécale tels que les Coliformes totaux, fécaux, Streptocoques fécaux...ect. Elles montrent que les eaux ont de fortes densités de bactéries fécales et pathogènes qui confirme que la présence de pollution, par contre les eaux épurées indiquent presque la moitié d'élimination des germes. A ce stade, nous pouvons déduction que ce procédé a montré une bonne efficacité sur l'épuration bactériologique des eaux usées.

En ce qui concerne l'étude phytoplantonique, nos résultats montrent que les sites prospectés regroupent une flore microalgale composée de 4 espèces dans les eaux épurée, qui sont: *Synechocystis aquatilis*, *Lyngbia Sp*, *Chlorella Sp* et *Dunaliella dunarella*.

Mots clés : L'eau, Traitement des eaux usées, qualité physico-chimiques, qualité bactériologique, microalgue.

المخلص

تتعرض مدينة حساني عبد الكريم لخطر ندرة المياه وذلك راجع إلى تموقعها في منطقة صحراوية ذات مناخ جاف, من أجل ذلك تم إنشاء محطة لمعالجة المياه المستخدمة لحماية مصادر المياه الجوفية .

يتمثل هذا العمل في دراسة الجودة والنوعية الفيزيوكيميائية، البكتريولوجية و الطحالب الدقيقة لمياه STEP2 من أجل تحديد وظيفة محطة معالجة المياه المستخدمة وأيضا بهدف التحقق من فعالية هذه المعالجة.

نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية للمياه المستخدمة والمعالجة أظهرت : درجة حرارة متوسطة للمياه حيث تتعلق بدرجة حرارة الجو والنشاطات المنزلية ، درجة حموضة عموما قاعدية ملائمة للمعالجة البيولوجية ، ناقلية متناقصة بالتدرج من الماء الداخل للمحطة حتى الماء الخارج منها ، وذلك راجع لتناقص الملوثات المتواجدة في المياه المستخدمة، كما تم الحصول على نتائج جد مرتفعة للأكسجين الذائب في المياه المعالجة وهو المعيار الوحيد الذي أعطى نتائج مرتفعة جدا .

معايير التلوث للمياه المستخدمة والمعالجة (MES, DCO, DBO5) والمعايير الكيميائية كانت منخفضة بصورة واضحة في المياه المعالجة على عكس المياه المستخدمة كانت مرتفعة جدا، هذه النتائج تظهر فعالية عمل أحواض التهوية لنزع الملوثات الكربونية بفضل مضخات التهوية التي تلعب دور مهم جدا في إزالة المواد العضوية العالقة في المياه المستخدمة.

أظهرت التحاليل البكتريولوجية للمياه المستخدمة مدى تكاثر الجراثيم الملوثة مثل *les Coliformes*, *Streptocoques fécaux*, *fécaux*, *totaux*....الخ) حيث سجلت كثافة كبيرة للبكتيريا المرضية التي تؤكد على وجود الملوثات في المياه المستخدمة، على عكس المياه المعالجة أظهرت انخفاض كبير في هذه نسبة ، ومنه نستنتج أنه للمحطة فعالية جيدة في تنقية المياه المستخدمة من البكتيريا.

وفيما يتعلق بالطحالب الدقيقة تم الحصول على 4 أنواع موجودة في المياه المعالجة وهي كالتالي :

Synechocystis aquatilis, *Lyngbia Sp*, *Chlorella Sp* et *Dunaliella dunarella*.

الكلمات المفتاحية : الماء, معالجة المياه المستخدمة, الجودة والنوعية الفيزيوكيميائية, الجودة البكتريولوجية, الطحالب الدقيقة.