

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Dr Moulay Tahar, Saida
Faculté des Sciences et Technologies
Département de chimie



Mémoire de fin d'étude pour l'obtention de licence
Spécialité : Génie des procédés
Option : Gestion et Valorisation des Déchets
Thème

La réutilisation des eaux usées épurées a des fins d'irrigation

Présenté par:

M^{elle} Righi Nacéra

Le jury composé de :

M ^{rs} B. Ghezane	Président	Maitre de conférence B à l'UV de Saida.
M ^{rs} M. Ouezane	Examineur	Maitre de conférence A à l'UV de Saida.
M ^{me} N. Ghali	Examinatrice	Maitre de conférence B à l'UV de Saida.
M ^{rs} M. Boudinar	Encadreur	Maitre de conférence B à l'UV de Saida.

Année universitaire 2012 - 2013

DEDICACES

Arrivé au terme de ce modeste travail, grâce à « ALLAH »

Il m'est très agréable de le dédié à :

Mes chers parents : pour leur affection dont ils m'ont toujours comblé et les sacrifices infinis qu'ils n'ont cessé de consentir, avec abnégation, pour mon éducation. Veuillez trouver à travers ce modeste travail, l'expression de mon amour et mon respect les plus sincères.

Que Dieu puisse vous accorder une longue vie pleine d'amour, de bonheur et de paix.

Mes sœurs et frères : avec tous mes vœux de réussite et de bonheur,

Toute ma famille et tous mes amis(es).

*En fin à tous qui ont participé de près ou de loin pour
l'accomplissement de ce modeste travail...*



R. Nacéra

Remerciement

Avant tout je dois remercier ALLAH le tout puissant qui nous a permis à terminer ce travail;

Mes gratitude et vif remerciements à mon encadreur : Mrs Boudinar M. maitre de conférence à l'université Dr Molay Tahar, département de Chimie, pour toute son aide son appui, ses interventions, ses encouragements et ses conseils assez utiles et fructueux, qu'il n'a pas hésité à me les accorder et qui m'ont aidé à la réalisation de ce travail. Qu'il reçoit l'expression de remerciements les plus sincères;

Je remercie aussi les membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce Travail.

Je remercie infiniment Mrs Ladj, Mme Belarbi et Mme Zairi pour m'avoisuiivi au cours de ce travail, pour sont disponibilité, son enthousiasme et sont efforts ; Merci également pour tout ce que vous m'avez donné pour développer ce travail.

Ensuite, je tiens à remercier l'ensemble de mes collègues et mes amis ;

Je pense n'avoir oublié personne, c'est l'essentiel !!

Enfin, j'espère que ce travail soit la bonne expression de ma gratitude.

RIGHI NACERA

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- **Mekhlouf Med MOUSSA** : mémoire de fin d'étude : Etude d'un système des eaux usées de la ville de Youb. « 1 »
- **OUALI M. 2001** : Traitement des eaux usées. « 2 »
- **Boualem, S, 2005** : Cours de 4^{ème} années d'assainissement. « 3 »
- **Boutin, B et Mercier,PN, 1984** : traitement des eaux usées. « 4 »
- **Kebaili Loisa Hanane** : mémoire de fin d'étude : épuration des eaux usées et leur impact sur la faune et la flore. « 5 »
- **Jean Roudier** : analyse de l'eau 9^{ème} édition. « 6 »
- **ONID** : Office National de l'Irrigation et de Drainage

Etude de système d'irrigation a partir des eaux épurées des agglomérations de la vallée de l'oued Saida « 7 »

- **Réactifs Merck** : méthode d'analyses complexométriques par les triplex.
« 8 »

REFERENCE WEBLIOGRAPHIQUE

- <http://www.lenntech.fr/applications/irrigation/sar/irrigation/sar-risque-pour-eau-irrigation.htm> « web 1 »
- www.veollaeau.com « web 2 »
- www.epuvaleau.eau.fr « web 3 »

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau I.1 : Réutilisation des différents types des eaux usées dans les régions arides et semi arides.

Tableau III.1 variation faculté de SAR sur la récolte.

Tableau III.2 : Le risque du SAR dans l'eau d'irrigation.

Tableau IV.1 : Variation des températures.

LISTE DES SCHEMA :

Figure II-1- Schéma de la configuration d'une chaine de traitement

Sommaire :

I.1.Introduction	3
I.2.Les eaux domestiques	3
I.3.Les eaux industrielles	3
I.4.Les eaux pluviales	3
I.5.Caractéristiques des eaux usées	4
I.5.1Caractéristiques physiques	4
I.5.2. Caractéristiques chimiques	5
I.5.2. Caractéristiques biologiques	6
I.6. Composition des eaux usées.....	6
I.6.1.Matière en suspension	7
I.6.2. Salinité.....	7
I.6.3.Matière organique	7
I.6.4.Substance nutritive.....	7
I.6.5. Bactéries.....	8
I.7.Conclusion	8
II.1. Introduction.....	9
II.2. Les différents systèmes d'épuration.....	9
II.2.1. Le traitement primaire.....	10
II.2.2.Le traitement secondaire (biologique).....	11
II.2.3. Traitement tertiaire.....	12
II.2.4 Traitement des boues.....	13

II.3.Conclusion.....	14
III.1. Introduction.....	15
III.2. La réutilisation industrielle.....	15
III.3. La réutilisation en zone urbaine.....	15
III.4. La réutilisation des eaux usées épurées en agriculture.....	16
III.5.conclusion.....	21
IV.1.Introduction	22
IV.2. Présentation de la ville de Saida.....	22
IV.2.1.Aspect hydrogéologie.....	22
IV.2.2.Le réseau hydrographique	22
IV.2.3.La climatologie	22
IV.2.4.Températures.....	23
IV.2.5.Le vent	23
IV.3. Méthodes d'analyse.....	23
IV.3.1.Mesure de la température et du pH.....	24
IV-3-2-Détermination de la turbidité.....	24
IV-3-3- Détermination de DBO.....	25
IV.3.4 Détermination de DCO.....	25
IV.3.5.Test de décantation de boues (ml/l).....	26
IV.3.6.Détermination des MES.....	26
IV.3.7.Détermination de matières sèches volatiles dans les boues (%).....	27
IV.3.8.Dosage de nitrate.....	27

IV.3.9.Dosage de nitrite.....	28
IV.3.10.Dosage de phosphate.....	28
IV.3.11.Mode opératoire pour analysé le Ca^{2+}	28
IV.3.12.Mode opératoire pour analysé le Mg^{2+}	29
VI.3.13.Détermination de Na^+	29
V.1.Introduction.....	31
V.1.2.Procédés d'épuration.....	31
V.1.3.Caractéristiques des eaux entrantes a la STEP.....	32
V.2.Préparation des échantillons	32
V.3.Résultats des analyses des eaux usées épurée.....	32
V.4.L'analyse chimique des échantillons de départ	34
V.4.1.Composition des échantillons.....	34
V.4.2 Discussion	34
V.4.3. Discussion	35
V.5.Détermination de SAR pour les échantillons	35
V.5.1.Discussion.....	36
V.6.Conclusion générale.....	36



Introduction Générale

Introduction générale

L'eau a acquis au fil du temps une importance telle qu'elle en devient un acteur majeur dans l'économie mondiale, en effet, c'est devenu une ressource naturelle essentielle au vue du rôle stratégique qu'elle joue dans l'agriculture et l'industrie.

Les ressources d'eau en Algérie sont confrontées à des problèmes de quantité et de qualité. Ces ressources sont limitées en raison du climat semi-aride à aride dans la majeure partie du territoire, avec des sécheresses épisodiques, et subissent une détérioration de leur qualité par ruissellement sur les différentes roches salifères réparties sur le territoire Algérienne.

Les ressources en eau sont estimées par l'ANRH, en moyenne à 17,2 milliards de m³/an dont :

- 12 milliards de m³ dans les régions Nord :
 - 10 milliards de m³ (écoulements superficiels)
 - 02 milliards de m³ (ressources souterraines)
- 5.2 milliards de m³ dans les régions sahariennes :
 - 0.2 milliards m³ (écoulements superficiels)
 - 5.0 milliards m³ (ressources souterraines)

Pour une population de 37 Millions d'habitants, ces potentialités correspondent au taux de 460 m³/an /habitant.

Parallèlement, la dégradation de la qualité de l'eau ne cesse de s'intensifier réduisant ainsi le potentiel hydrique de la planète, en effet le pouvoir auto-épurateur de la nature s'avère insuffisant face aux multiples rejets issus des différents usages domestiques et industriels.

Le rejet des eaux usées chargées en substances polluantes dans le milieu naturel récepteur sans aucun traitement préalable est un motif de préoccupation compte tenu des effets indésirables qu'elles peuvent engendrer.

Pour parer a cela, un effort est observé depuis plusieurs dizaines années. Dans l'optique d'une obligation générale de dépollution des eaux usées, la station d'épuration reste l'outil fondamental. (5)

Le but de notre travail est de contrôler la qualité de l'eau destinée pour l'irrigation à travers des analyse chimique, en vérifiant les teneurs en cations Na⁺, Mg²⁺ et Ca²⁺ entrantes dans la composition de cette eau.

La première partie théorique, dont la quelle il fallait définir l'assainissement, l'origine des eaux évacuées, différents systèmes d'assainissement et la réutilisation des eaux usées épurées.

La deuxième partie pratique, dont la quelle des prélèvements ont été effectués sur des échantillons d'eau usées épurées à la sortie de la STEP de Saida, afin de définir les concentrations de certains paramètres essentiels pour une bonne réutilisation des eaux épurées.



Chapitre 01 :
Généralité sur les eaux
usees

I.1.Introduction :

Les eaux usées sont des mixtures diluées provenant de différents rejets à savoir : résidence, commerces, industries et autres places publiques.

A travers ce chapitre, nous essayerons d'offrir un aperçu général sur la provenance, les caractéristiques ainsi que le traitement des eaux usées.

Nous distinguons trois grandes catégories d'eaux usées :

- Les eaux domestiques.
- Les eaux industrielles.
- Les eaux pluviales. « 2 »

I.2.Les eaux domestiques :

Proviennent de différents usages domestiques de l'eau et sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères (qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines), qui sont chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques... et en eaux de vannes (provenant des sanitaires) contenant les matières organiques biodégradables et des micro-organismes, charges de divers matières organiques azotées et de germes fécaux. « 2 »

I.3.Les eaux industrielles :

Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds et des micropolluants organiques. « 2 »

I.4.Les eaux pluviales :

Ces eaux peuvent être fortement polluées, en particulier en début de pluie, fait :

- a- De la dissolution des fumées dans l'atmosphère.
- b- Du lavage des chaussées grasses et des toitures chargées de poussière.
- c- Du lessivage des zones agricoles.

Les polluants présents dans ces eaux peuvent être des matières organiques biodégradables ou non, des matières minérales dissoutes ou en suspension, ou des éléments toxiques. « 2 »

I.5. Caractéristiques des eaux usées :

Les caractéristiques ou les propriétés des eaux usées peuvent être classée comme suivant : « 2 »

I.5.1 Caractéristiques physiques :**a- Couleur :**

Les eaux d'égout domestiques fraîches sont grises, ressemblant en quelque sorte à une solution faible de savon au fil du temps, pendant que la dégradation commence, elles commencent à devenir noires.

La couleur des eaux d'égout septiques est plus ou moins noire ou foncée.

La couleur des eaux usées industrielles dépend du procédé chimique utilisé dans les industries. Les eaux résiduaires industrielles, une fois mélangées aux eaux d'égout domestiques, peuvent également altérer la couleur.

b- Odeur :

Les eaux d'égout fraîches normales ont une odeur de moisi qui n'est normalement pas gênante mais, après un délai de 3 ou 4 heures, tout l'oxygène dissous présent dans les eaux d'égout est épuisé et il commence à se dégager une mauvaise odeur due au sulfate d'hydrogène et à d'autres composés de soufre produits par les micro-organismes anaérobies.

c- Température :

Généralement, la température des eaux usées est plus élevée que celles des eaux potables, en raison de l'ajout d'eaux chaudes des ménages et des industries. Le changement de température affecte l'eau usée des manières suivantes :

- Quand la température augmente, la viscosité diminue ce qui a pour conséquence de précipiter les matières en suspension. Les températures extrêmement basses affectent défavorablement l'efficacité de la sédimentation.

- L'activité bactérienne augmente avec l'augmentation de la température, jusqu'à environ 60C⁰, après cette température, elle retombe. Cette caractéristique a pour effet d'affecter la conception des stations de traitement et leur efficacité.

- La solubilité des gaz dans les eaux usées diminue avec l'augmentation de la température. Ceci conduit au dégagement de l'oxygène dissous et d'autres gaz de ces derniers, et la réduction, de ce fait, du pouvoir d'autoépuration des rejets et l'augmentation de la croissance bactérienne. « 1 »

d- Turbidité :

La turbidité des eaux usées dépend de la quantité des matières en suspensions. L'essai de turbidité est employé pour indiquer la qualité de matière colloïdale. La turbidité dépend de la concentration des eaux d'égout ou des eaux résiduaires.

Plus forte est sa concentration, plus grande est sa turbidité.

e- Matière en suspension :

Elles représentent la partie solide de la pollution, les MES est la pollution non dissoute, la plus facile à éliminer.

f- Les matières volatiles sèches :

Elles représentent la fraction organique des matières en suspension, elles constituent environ 70 à 80% de MES.

I.5.2. Caractéristiques chimiques :**a. Le potentiel hydrique :**

Il exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité des eaux. Ce paramètre joue un rôle primordial :

- Dans les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité).
- Dans les processus biologiques, dont certains exigent des limites de pH très étroites se situent entre 6.5 et 8.5. « 1 »
- La détermination de la valeur du pH des eaux d'égout est importante puisque certains modes de traitement sont sensibles à la valeur du pH pour leur fonctionnement.

b. Teneur en chlorure :

Les chlorures sont des sels minéraux et en conséquence, ne sont pas affectés par les interactions biologiques des eaux d'égout.

Les eaux usées reçoivent environ 6g de chlorure par personne par jour. Les adoucissants ajoutent également de grandes quantités de chlorures.

De grandes quantités de chlorures peuvent également provenir des industries.

c- Teneur en azote et en phosphore :

Les teneurs en azote et en phosphore sont également des paramètres très importants. Les rejets excessifs de phosphore et d'azote contribuent à l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau.

Ce phénomène se caractérise par la prolifération d'algues et la diminution de l'oxygène dissous, ce qui appauvrit la faune et la flore des eaux superficielles (cours d'eau, lacs, etc....)

d. Teneur en graisse et en huile:

Les graisses et les huiles proviennent essentiellement des cuisines, elles peuvent avoir aussi pour origine certaines industries, garages, ateliers...etc. Les graisses et les huiles flottent au dessus de l'eau et ne se sédimentent pas, obstruent souvent les conduites en hiver et les filtres. Ils gênent ainsi le fonctionnement des installations de traitement et posent des problèmes d'entretien. Les graisses sont parmi les molécules organiques les plus stables et ne sont pas facilement décomposées par les bactéries.

C'est pour cette raison qu'il est nécessaire de détecter et retirer ces derniers de l'affluent à l'entrée des stations de traitement.

e. Demande chimique en oxygène:

Elle représente la quantité d'oxygène consommée par oxydation chimique de la totalité des matières organiques et minérales dissoutes dans l'eau.

Le bichromate de potassium agissant en milieu sulfurique pendant deux heures à ébullition, oxyde presque entièrement les matières réductrices.

f- Demande biologique en oxygène :

Elle représente la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer par oxydation (avec l'intervention des bactéries) les matières organiques contenues dans une eau usée.

Matière organique + bactéries → boues + gaz + eau.

Généralement la pollution est dégradée d'une manière significative pendant une durée de 5 jours, au-delà de 5 jours la consommation en oxygène diminue énormément ainsi on a adapté la notion DBO_5 obtenue après 5 jours d'incubation à 20°C et dans l'obscurité. « 3 »

I.5.2. Caractéristiques biologiques :

Les eaux d'égout domestiques, par leurs natures, contiennent d'énormes quantités de micro-organismes. Les caractéristiques biologiques des eaux d'égout sont liées à la présence de ces micro-organismes. L'ingénierie sanitaire dit avoir une grande connaissance des :

- Principaux groupes de micro-organismes présents dans les eaux usées.
- Organisme pathogènes.
- Organismes utilisés comme indicateurs de pollution.

I.6. Composition des eaux usées :

La composition ou les constituants des eaux d'égout dépendent en grande partie de la source de laquelle proviennent ces eaux. Elle peut être classée comme forte, moyenne et faible, suivant la concentration de ses constituants. [OIE]

I.6.1. Matière en suspension :

La tenue en MES ne doit pas trop élevée étant donnée que les risques des ajustages est d'obstruer les pores du sol. La décantation et la filtration fournissent normalement une séparation suffisante.

I.6.2. Salinité :

Une salinité élevée peut endommager les récoltes, spécialement dans les régions où l'évaporation est plus grande que les précipitations.

Le tableau ci après montre l'utilisation possible de différents types d'eau dans les régions arides et semi arides.

classification	Matière sèche (mg/l)	Conductivité (us/cm)
- Eau n'ayant pas d'effet nocif.	500	750
-Eau pouvant avoir un effet sensible	500 – 1000	750 - 1500
-Eau pouvant avoir un effet beaucoup de plantes.	1000 - 2000	1500 - 3000
-Eau pouvant être utilisée sur des plantes tolérantes sur un sol perméable.	2000 - 5000	3000 - 7500

Tableau I.1 : Réutilisation des différents types des eaux usées dans les régions arides et semi arides.

I.6.3. Matière organique :

Une teneur en matière organique (DBO) peut entraîner la formation d'une couche de la boue biologique dans les canalisations et les ajustages d'arrosage.

I.6.4. Substance nutritive:

La présence de substance nutritive telles que le phosphore et l'azote sont normalement avantage à condition de ne pas mener à la contamination de la nappe phréatique.

Certains minéraux peuvent agir sur les terres, et les nappes phréatiques.

I.6.5. Bactéries :

Les teneurs en bactéries dans les eaux usées qui doivent servir à l'irrigation ne doivent pas être trop élevés, de l'eau d'une teneur de 100 bactéries coliformes par 100 ml peut être utilisée pour toute forme d'irrigation pour l'arrosage de plantes ne devant pas être consommées crus, de l'eau d'une teneur de 1000 bactéries coliformes par 100 ml reste acceptable.

I.7. Conclusion :

L'objectif de traitement des eaux résiduaires est l'obtention d'une eau épurée qui satisfait aux normes de rejets édictés par la législation et pouvant par suite être évacuées sans danger dans le milieu naturel ou bien être réutilisée dans le cadre des mesures nécessaires à une bonne gestion de l'eau, plus particulièrement en milieu industriel et agricole.

Avant le choix d'une filière de traitement, il est essentiel de connaître sa composition, qualité et caractéristique des eaux usées. « annexe 1 »



Chapitre 02 :
Différentes système
d'épuration

II.1. Introduction :

L'épuration des eaux usées est un ensemble de techniques qui consistent à purifier l'eau, donc à extraire les éléments polluants qu'elles contiennent.

Selon la nature et l'importance de la pollution, différents procédés peuvent être mis en œuvre pour l'épuration des eaux résiduaires en fonction des caractéristiques de celles-ci et du degré d'épuration désiré. « 1 »

II.2. Les différents systèmes d'épuration :

Les eaux usées sont très chargées en matières polluantes nuisibles pour les êtres vivants et le milieu récepteur. Pour éviter toute pollution l'eau usée doit être épurée avant son rejet ou sa réutilisation.

Généralement quatre étapes de traitement doivent être respectées pour épurer une eau usée :

- Le traitement primaire.
- Le traitement secondaire.
- Le traitement tertiaire.
- Le traitement des boues

Le schéma donne la configuration d'une chaîne de traitement. « 1 »

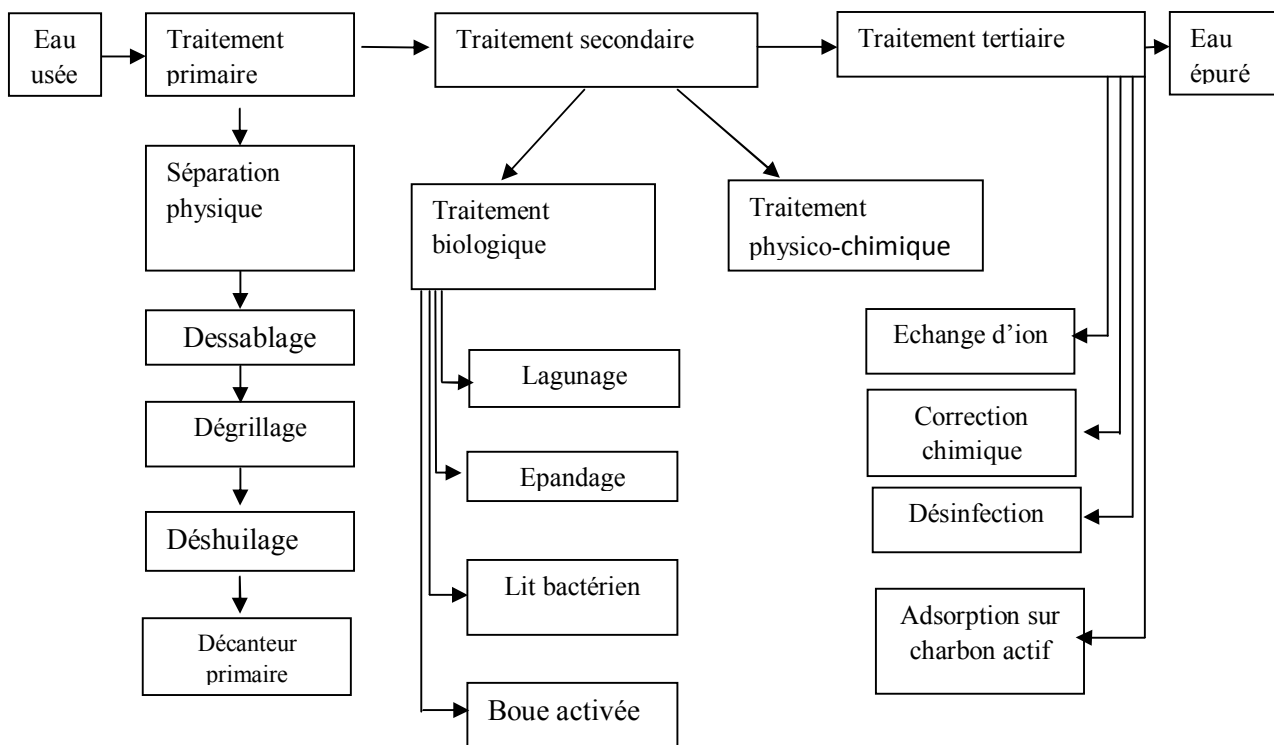


Figure II-1- Schéma de la configuration d'une chaîne de traitement

II.2.1. Le traitement primaire :

Le traitement primaire repose essentiellement sur le principe de la séparation des constituants solides de la phase liquide par un processus de décantation, de sédimentation. Le traitement primaire est réalisé souvent en deux parties :

Le prétraitement et une décantation primaire. « 4 »

Le prétraitement :

Les prétraitements ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers, qui sont susceptible de gêner les traitements ultérieurs et endommager les équipements. Le prétraitement est un ensemble des opérations suivantes :

- Le dégrillage ;
- Le tamisage ou dessablage ;
- Le déshuilage ou dégraissage ;
- La décantation.

a. Le dégrillage:

Le dégrillage permet de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques serviettes hygiéniques.

En effet ces déchets ne peuvent pas être éliminés par un traitement biologique ou physique, il faut donc les éliminer mécaniquement pour ce faire , l'eau usée passée a travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées, celles-ci sont généralement équipées de système automatique de nettoyage pour éviter leur coltinage, et aussi pour éviter le disfonctionnement de la pompe (dans les cas ou il y aura un système de pompage).

b. Le dessablage:

Le dessablage permet par décantation, de retirer les sables mélangés dans les eaux par ruissellement ou amené par l'érosion des canalisations, ce matériau , s'il n'était pas enlevé se déposerait plus loin, gênant le fonctionnement de la station et provoquant une usure plus rapide des éléments mécanique comme les pompes .

Les sables extrait peuvent être lavés avant d'être en charge afin de limiter le pourcentage de matières organique, ses dégradations provoquent des odeurs et une instabilité mécanique du matériau.

c. Le déshuilage:

C'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles, son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage permettant de faire remonter rapidement les grasses en surface (les graisses sont hydrophobes) leur élimination s'ensuit par recharge de la surface, il est important de linter au maximum la qualité de graisse dans les ouvrages en aval pour éviter par exemple un encrassement des ouvrages notamment des canalisations, leur élimination est essentielle également pour décantation ou les perturbations des recharges gazeux.

La décantation (décanteur primaire) :

Une simple décantation dans un décanteur primaire permet de retenir la majeure partie des matières en suspension (dans plusieurs cas la décantation primaire est moins utilisée).

II.2.2. Le traitement secondaire (biologique) :

Les techniques d'épuration biologique utilisent l'activité des bactéries dans l'eau, qui dégrade la matière organique. Ces techniques peuvent être aérobies ou anaérobies. Parmi les traitements biologiques, on distingue les procédés biologiques extensifs et les procédés biologiques intensifs. « 2 »

a. Les procédés extensifs :

Les traitements extensifs sont souvent préférés aux traitements conventionnels pour assurer l'épuration des eaux usées des petites et moyennes collectivités. La raison de cette préférence est leur fiabilité, la simplicité de leur gestion et la modestie des coûts de fonctionnement. Parmi ces procédés on distingue :

- L'épandage ;
- Le lagunage naturel ;
- Le lagunage aéré.

b. Les procédés intensifs :**- Le lit bactérien :**

Dans un lit bactérien, l'eau usée, préalablement décantée pour éviter un colmatage rapide, ruisselle sur un lit de cailloux ou pouzzolane de diamètre variant entre 5 et 8 cm. Cette couche de matériau atteint plusieurs mètres de diamètre et entre 4 et 5 mètres de hauteur.

Les eaux issues du lit bactérien seront clarifiées puis désinfectées.

-Les boues Activées :

Le principe du procédé est simple. Une biomasse libre élimine les composés polluants en mode aérobie. L'oxygène nécessaire aux réactions est apporté par aération. En première approximation, une station d'épuration à boues activées est une lagune dopée.

La pollution arrive continuellement. Sa dégradation est aérobie et assurée par une biomasse adaptée, suffisante et constante. Il faut ensuite séparer l'eau claire de la boue biologique.

Le couple aération- brassage permet de maintenir l'aérobie lors de la bio-élimination. La recirculation et l'extraction des boues biologiques, à partir du fond du clarificateur, maintiennent une biomasse constante dans le bassin.

Le clarificateur, ou décanteur secondaire, récupère l'eau claire traitée en fin de traitement. Les boues activées traitent les eaux résiduaires par contact avec une biomasse maintenue en suspension et aérée dans un bassin d'activation. « 1 »

II.2.3. Traitement tertiaire :

En général, les techniques d'épuration, même les plus sévères, laissent passer dans l'eau épurée des matières organiques difficilement biodégradables et échappent à la meilleure décantation.

Ainsi même après un traitement secondaire l'eau véhicule presque toujours des micro-organismes et des micropolluants. Si une éventuelle réutilisation de cette eau est envisagée, il convient par conséquent d'utiliser des procédés d'élimination de cette pollution résiduelle. On parlera donc de corrections chimiques ce qui permettra de donner à l'eau une qualité meilleure pour sa réutilisation. La principale méthode utilisée est la désinfection par le chlore, qui doit être appliquée avec des doses très fortes et des temps de contact longs. Mais il convient de signaler suite à cette opération, des toxiques pour la vie aquatique peuvent être formés il faut donc procéder à une opération de dé-chloration avant le rejet.

À côté de la désinfection par le chlore, d'autres procédés existent également mais qui restent pratiquement inutilisables dans les domaines de l'épuration des eaux usées. Ceci s'explique par leurs coûts qui restent excessivement élevés, mais qui peuvent conduire à une eau de qualité.

On peut citer par exemple l'échange ionique et l'adsorption sur le charbon actif.

Le coût excessif du traitement explique pourquoi dans la majorité des stations d'épuration ce type de traitement est inexistant. Ce coût ne se représente pas seulement le prix des réactifs ou des équipements mais aussi celui d'un personnel hautement qualifié. « 1 »

II.2.4 Traitement des boues :

Il n'existe pas d'épuration d'eau qui n'aboutisse à la production de résidus concentrés contenant les matières de pollution et les produits de transformation insoluble.

Ces résidus appelés boues, ont diverses origines. il convient de les traiter d'une manière rationnelle, économique, sans pour autant conduire à d'autres nuisances.

Selon leur origine, les boues ont une composition différente qu'elles proviennent d'un traitement d'eau potable, d'un procédé physico-chimique ou biologique, d'une eau urbaine ou industrielle.

La nature de la boue est donc liée à la composition de l'effluent traité, et aussi aux techniques de traitement utilisées. « 1 »

a. Epaissement des boues :

Cette opération a pour objet la séparation de l'eau interstitielle des particules de boue, elle peut être utilisée comme première étape de traitement.

Stabilisation ou digestion des boues :

On distingue les stabilisations chimiques ou biologiques, pour ce dernier cas, les phénomènes peuvent être aérobies ou anaérobies.

b. Stabilisation des boues :

La stabilité des boues est obtenue, lorsque les matières organiques contenues dans les boues n'évoluent plus en dégagement par exemple, des odeurs émanant du processus de fermentation.

Il suffit de contrôler cette phase par une diminution des matières organiques fermentescibles présentes dans les boues. « 1 »

c. Déshydratation :

Les procédés de déshydratation ont pour objectif de faire passer la boue de l'état liquide à une consistance plus ou moins solide. On distingue trois types de déshydratations :

- Déshydratation naturelle dans des lits de séchages;
- Déshydratation mécaniques par principe de filtration ;
- Déshydratation par centrifugation.

II.3. Conclusion :

Les stations d'épurations permettent alors de limiter la pollution des eaux en passant par plusieurs dispositifs successifs qui permet une élimination progressive de la quasi-totalité de la pollution et une réutilisation des eaux épurées et même des boues d'épurations à d'autres fins.



Chapitre 03 :
La réutilisation des eaux
usees épurées

III.1. Introduction :

Dans les régions où la pénurie est significative, il est important de réutiliser l'eau traitée par les systèmes d'épuration de différentes façons car sa valorisation constitue une composante essentielle dans toute politique de gestion intégrée des ressources en eau.

Partout à travers le monde des expériences en cours tendent à épurer les eaux usées de manière à pouvoir les réutiliser comme eau potable, cette technique est cependant compliquée et nécessite un degré d'épuration, ce qui laisse supposer qu'il faut attendre encore pour qu'elle soit opérationnelle en pratique et avec des coûts acceptables.

Une manière réaliste de réutiliser l'eau traitée et de s'en servir pour l'irrigation dans le domaine de l'agriculture. Cette eau doit cependant répondre à certaines qualifications pour pouvoir être utilisée. « 4 »

On peut distinguer trois catégories de réutilisation :

III.2. La réutilisation industrielle :

Il s'agit bien ici de la réutilisation pour l'industrie d'eaux usées domestiques d'origine urbaine et non de la réutilisation d'eaux usées industrielles, les entreprises possèdent souvent leur processus industriel, il arrive parfois qu'elles réinsèrent les effluents épurés dans leur processus mais ce n'est pas ce qui est traité dans cette partie.

Parmi les activités industrielles peut donc être intéressante dans le secteur de l'énergie dans les circuits de refroidissement fermés ou ouverts les autres applications possibles concernant les laveries industrielles, les stations de lavage de voiture, l'industrie du papier la production d'acier de textiles, les industries d'électroniques et semi-conducteur...etc.

Circuit de refroidissement, construction papeterie, industries textiles,... etc. « 4 »

III.3. La réutilisation en zone urbaine :

La réutilisation possible d'eaux épurées en zone urbaine est extrêmement nombreuse, et il existe de multiples exemples à travers le monde ces projets concernant.

- L'arrosage de parcs, de terrains de sport, de terrains golfs et d'aires de jeux.
- Les bassins d'agrément, piscines, bassin pour la pêche, la navigation de plaisance.

- Les eaux de sanitaires d'un immeuble ou d'un groupe d'immeuble.
- Le lavage de voirie, réservoir anti incendie,...etc. « 4 »

III.4. La réutilisation des eaux usées épurées en agriculture:

L'irrigation est l'activité humaine qui consomme le plus d'eau, la réutilisation agricole des eaux épurées comme moyen d'économiser la ressource à donc été une des premières voies de développement.

Certains pays devant faire face à de graves pénuries d'eau ont développé en ce sens une politique à l'échelle nationale.

Dans le cas spécifique de l'irrigation, les bénéfices ne résident pas seulement dans la préservation du milieu et de la ressource mais aussi dans la nature des eaux usées, en effet elles contiennent des éléments fertilisants (azote, phosphore et potassium) ainsi que des oligoéléments (fer, cuivre, manganèse, zinc, etc.) qui sont bénéfiques pour les cultures et qui peuvent augmenter significativement le rendement. « 4 »

Les MES contribuent également à la fertilisation des sols car elles sont riches en matières organiques, l'utilisation d'eaux usées à la place d'engrais de synthèse coûteux est économiquement intéressante une sorte de fertigation, c'est-à-dire l'application combinée d'eau et de fertilisants via le système d'irrigation.

La fertigation permet un apport fractionné et à faible dose des engrais, en cela elle est bénéfique pour l'environnement car elle évite la pollution des sols et les dépendances aux fertilisant, qui sont des phénomènes qui apparaissent avec une fertilisation classique.

Il y a trois grandes catégories de source d'eau:

- 1-les réseaux d'aqueducs municipaux ;
- 2-les eaux souterraines ;
- 3-les eaux de surface ruisseaux et petites rivières étangs de ferme lacs citernes de récupération. « web 1 »

Dans ce cas, nous nous attarderons davantage à la qualité de l'eau des puits artésiens pour fin d'irrigation.

Il y a quatre principaux critères pour évaluer la qualité de l'eau d'irrigation

1. Salinité contenu total en sel soluble.
2. Sodium : Proportion relative des cations sodium (Na^+) par rapport aux autres

3. Concentration en éléments qui peuvent être toxique.

4. pH de l'eau d'irrigation.

Les deux premiers critères sont d'importance majeure car un excès de sel augmente la pression osmotique de l'eau du sol et provoque des conditions qui empêchent les racines d'absorber l'eau. Ces conditions provoquent une sécheresse physiologique. Même si le sol semble avoir beaucoup d'humidité, les plants flétrissent parce que les racines n'absorbent pas suffisamment d'eau pour remplacer celle perdue par évapotranspiration.

Les principaux sels responsables de la salinité de l'eau sont les sels de calcium (Ca^{2+}), de magnésium (Mg^{2+}), de sodium (Na^+). Une valeur élevée de la salinité signifie une grande quantité d'ions en solution, ce qui rend plus difficile l'absorption de l'eau et des éléments minéraux par la plante. Une salinité trop élevée peut causer des brûlures racinaires. Le sodium est l'un des éléments les plus indésirables dans l'eau d'irrigation.

Le problème principal avec une grande quantité de sodium est son effet sur la perméabilité du sol et sur l'infiltration de l'eau. La perméabilité des sols sableux peut ne pas se détériorer aussi vite que les sols plus lourds lorsqu'irrigués avec une eau de forte teneur en sodium, cependant un problème potentiel existe.

Le sodium contribue aussi directement à la salinité totale de l'eau et peut être toxique pour des cultures sensibles comme les carottes, les haricots, les fraises, les framboises, les oignons, pour en nommer quelques unes.

De grande quantité de sodium combiné avec du chlorure donne à l'eau un goût salé. Si l'eau passe par un système d'aspersion et que le calcium et le magnésium sont bas, des teneurs moyennes à élevées de sodium peuvent défolier les plantes sensibles.

La concentration de sodium dans l'eau d'irrigation est estimée par le ratio d'absorption du sodium (SAR).

a. Détermination du SAR ?

L'index utilisé est le rapport d'adsorption du sodium (SAR) qui exprime l'activité relative des ions de sodium dans les réactions d'échange dans les sols. Cet indice mesure la concentration relative du sodium par rapport au calcium et au magnésium. « web 1 »

Le SAR est défini par l'équation suivante :

$$\text{SAR} = [\text{Na}^+] / \{([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]) / 2\}^{1/2}$$

Les unités sont exprimées en meq/l, la somme de Ca^{2+} de Mg^{2+} doit être divisée par deux avant de prendre la racine carrée.

L'eau avec un SAR de plus de 9, ne devrait pas être utilisée même si le contenu total en sel est relativement bas. Un usage continu d'eau avec un SAR élevé provoque une déstructuration du sol.

L'eau avec un SAR se situant entre 0 et 6 peut généralement être utilisée sur tout type de sol avec peut de problème d'accumulation de sodium.

Quand le SAR se situe entre 6 et 9, les risques de problème reliés avec la perméabilité du sol augmentent. Dans ce cas, le sol devrait être échantillonné tous les 1 ou 2 ans pour déterminer si l'eau augmente la teneur en sodium du sol.

Lorsque l'eau d'irrigation est saline, une valeur de SAR encore plus basse devrait être utilisée. Les problèmes dus au sodium sont aussi reliés à la concentration totale en sel de l'eau d'irrigation. Par conséquent, des eaux d'irrigation avec des salinités entre 1,5 et 3,00 ms/cm avec un SAR au-dessus de 4 doivent être utilisées avec prudence. Des échantillons de sols doivent être prélevés annuellement afin d'éviter d'éventuels problèmes de salinité des sols.

b. Le SAR et l'irrigation :

Risque du sodium pour l'eau d'irrigation une grande quantité d'ions sodium dans l'eau affecte la perméabilité des sols et pose des problèmes d'infiltration. Ceci est dû au fait que le sodium présent dans le sol en forme échangeable remplace le calcium et le magnésium adsorbés sur les argiles de sol et cause la dispersion des particules dans le sol cela veut dire que :

Si le calcium et le magnésium sont les cations prédominants adsorbés sur le complexe d'échange du sol, le sol tend à être facilement cultivé et a une structure perméable et granulaire.

Cette dispersion a comme conséquence l'altération des agrégats des sols. Le sol devient alors dur et compact (lorsqu'il est sec) réduisant ainsi les vitesses d'infiltration de l'eau et d'air, affectant ainsi sa structure. Ce problème est également relié avec plusieurs facteurs tels que le taux de salinité et le type de sol. Par exemple les sols sableux ne subiront pas de dommage si facilement en comparaison aux plus lourds quand ils sont irrigués avec de l'eau à

haut SAR. « web 1 »

c .Sodium et Récoltes:

Les hautes teneurs en sodium deviennent un problème lorsque la vitesse d'infiltration est réduite à un tel taux que la récolte n'a pas assez d'eau disponible ou lorsque la conductivité hydraulique du profil de sol est trop basse pour fournir un drainage adéquat.

D'autres problèmes, pour les récoltes, provoqués par un excès de Na, sont la formation de lit de croûte de graines, une saturation temporaire à la surface du sol, un pH élevé et une possibilité accru de présence de maladies, des herbes, d'érosion des sols, de manque d'oxygène et de disponibilité nutritive insatisfaisante.

L'eau recyclée peut être une source d'excès en Na dans le sol par rapport à d'autres cations (Ca, K, magnésium) et donc elle devrait être convenablement contrôlée.

Tolérance	SAR de l'eau d'irrigation	Récolte
Très sensible	2-8	Fruits, noix, citron, avocat
Sensible	8-18	Haricot
Résistance modérée	18-46	Trèfle, avoine, riz
Résistant	46-102	Blé, orge, tomates, betteraves

Tableau III.1 : variation faculté de SAR sur la récolte

La valeur du SAR (SAR ajusté) peut être calculée pour l'eau contenant de forte teneur en carbonate et bicarbonate. Par exemple, quand l'eau d'irrigation contient de la chaux libre (sol calcaire). De forte teneur en carbonate et bicarbonate dans l'eau peut causer la précipitation des calciums et des magnésiums et augmenter la concentration relative en sodium (augmentant l'indice SAR).

La quantité de sodium peut être aussi indiquée par le Carbonate Sodium Résiduel. Le tableau suivant remontre quelques risques pour le SAR :

	Le pourcentage de SAR	Notes
Nul	< 3.0	Pas de restriction sur l'utilisation d'eau
Léger à modéré	3.0 - 9.0	Entre 3 et 6, une attention particulière doit être portée sur les récoltes sensibles. Entre 6 et 8 du gypse doit être utilisé. Récoltes non sensibles. Des échantillons de sol doivent être prélevés et examinés tout les 1 ou 2 jours pour déterminer s'il y a une augmentation des teneurs en Sodium.
Elevé	> 9.0	Domage sévère.

Tableau III.2 : Le risque du SAR dans l'eau d'irrigation.

d. Les solutions aux problèmes de SAR dans les sols :

Les solutions suivantes s'appliquent pour des problèmes de SAR dans les sols:

- Changer les sources d'irrigation
- Mélanger l'eau d'irrigation avec une eau à faible teneur en sodium
- Augmenter l'aération
- Ajouter des injections de sulfure, de gypse, ou d'acide sulfurique

Voir, ci-dessous, différentes solutions technologiques:

- Dessalement par Osmose Inverse

- Conception des systèmes des installations de dessalement .
- Prétraitement dessalement.

III.5.conclusion :

La demande en eau d'irrigation est plus éminente. L'agriculture est donc la plus grande consommatrice d'eau. C'est pour cette raison que ce secteur a été principalement concerné par les mesures d'économie d'eau, de valorisation et de rationalisation de la gestion.



Chapitre 04 :
Méthodes d'analyse

IV.1.Introduction :

La totalité de ce travail a été effectué au niveau de la STEP de Saida.

Les eaux usées de la ville de Saida sont dirigées vers un exutoire qui est la station d'épuration, située en aval de la ville.

La station d'épuration est implantée dans la partie nord-ouest de la ville a proximité de l'oued Saida qui constitue le milieu récepteur des eaux épurées.

IV.2. Présentation de la ville de Saida :

IV.2.1.Aspect hydrogéologie :

Chaque aménagement doit passer par une étude sérieuse de la nappe car celle de Saida est thermo-minérale.

IV.2.2.Le réseau hydrographique :

La majorité des oueds drainent le bassin de l'oued de Saida les importants sont :

- L'oued Tebouda qui prend sa source à Ain Beida a environ 3kmau sud d'Ain El Hadjar.
- L'oued Saida qui constitué le plongement de l'oued Tebouda.
- L'oued Rebahia qui prend sa source à Ain Zerga.
- L'oued Massil qui prend sa source à Ain Mettiouia. « 5 »

IV.2.3.La climatologie :

Le climat du pays est du type méditerranéen sur le littoral et désertique au sud de la wilaya de Saida.

Ce climat continental avec un été chaud ou les températures atteignent 35° à 40° c'est un hiver froid ou les températures sont compris entre 0° et 4° c.

Pluviométrie :

La pluviométrie moyenne varie entre 200et 600mm par an, elle est mal répartie dans le temps et dans l'espace.

Depuis 1980, la wilaya de Saida a connu un déficit élevé (la pluviométrie moyenne à été souvent inférieur à 300mm).

Cette insuffisance a entraine des conséquences néfaste au niveau des secteurs de l'agriculture et de l'hydraulique. Durant les années 2000,le niveau s'est nettement amélioré. « 5 »

IV.2.4.Températures :

Le tableau si dessous represent la différente température des différents mois : (ONID 2012)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	MAi	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
Température minimale (c°)	2.4	3.1	5.4	6.6	10.8	15.5	18.9	18.9	15.2	12.7	6.6	4.1
Température maximale (c°)	14	15.2	19	22	26.5	33	36.7	36.1	30.6	25.6	17.3	13.8
Température moyenne (c°)	8.2	9.2	12.2	14.3	18.7	24.2	27.8	27.5	22.9	19.1	12	9

Tableau IV.1 : Variation des températures.

IV.2.5.Le vent:

La classe des vents est reportée comme suit :

- Les vents calmes.
- Les vents observés.
- Les vents faibles a modérés.
- Les vents forts à forts.
- Les vents violents.

IV.3. Méthodes d'analyse :

Afin de déterminer les compositions des eaux d'entrées et de sorties, nous avons utilisés des analyses physico-chimique. « 5 »

IV.3.1.Mesure de la température et du pH :



Mesureur de pH

Il est primordial de connaître la température d'une eau, en effet elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz, elle agit aussi comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivants dans l'eau, le pH caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique.

La mesure de la température et du pH de l'eau se fait à la fois par un pH mètre.

Après l'étalonnage du pH mètre avec des étalons, on introduit notre échantillon à l'aide de l'électrode afin de déterminer le pH et la température. (4)

IV-3-2- Mesure de la turbidité :



Mesureur de la conductivité

a- Principe :

La turbidité est employée pour indiquer la qualité de matière colloïdale dans l'eau.

b- Détermination :

Pour la détermination de la turbidité on utilise trois flacons de 25 ml :

Le 1^{er} flacon contient 25ml d'eau distillée ;

- - Le 2^{ème} flacon contient 25ml d'eau épurée ;
- - Le 3^{ème} flacon contient 25ml d'eau usée.
- La mesure se fait avec le même appareil. Les résultats sont affichés en s/cm.

IV-3-3- Détermination de DBO:

La demande biologique d'oxygène, est un paramètre qui mesure la pollution organique au moyen de la quantité d'oxygène consommée dans une période de temps par les microorganismes existants dans l'eau.

a. Principe :

La DBO est mesurée au bout de 5 jours à 20 C⁰ (température favorable à l'activité des micro-organismes), et l'obscurité afin d'éviter toute photo synthèse parasite.

b. Mode opératoire :

Deux flacons marron : (des bouchons spéciaux pour les flacons) les barrots magnétiques + une solution : un nutriment pour les bactéries.

- six pièces de NaOH ne dépassent pas les trous.
- On mit nos flacons dans un incubateur dans une armoire à température 20C⁰ pendant 5 jours.
- la lecture sur l'écran du bouchon.



IV.3.4 Détermination de DCO:

La demande chimie d'oxygène, est un paramètre qui mesure la pollution organique au moyen de l'oxydation chimie par dichromate de potassique en acide sulfurique (DCO = consommation dans de dichromate de potassium pendant 2h au 148°C).



Le Protocol de fonctionnement du kit est décrit comme suit :

- Pipeter 2 ml d'échantillon et le rajouter au tube de réactifs à DCO, et les mètre dans le réacteur à 148c⁰ pendant 2 heures.
- la lecture se fait par spectrophotomètre à une longueur d'onde de 435nm.



IV.3.5. Test de décantation de boues (ml/l) :

a. Principe :

La détermination de la quantité de matières qui peuvent décanter dans les réacteurs nous indique l'état des boues dans les réacteurs, le fonctionnement de ces réacteurs et postérieur fonctionnement des décanteurs.

b. Mode opératoire :

-On introduit 1L d'échantillon dans une éprouvette.

- Laisser décanter pendant 1heure.

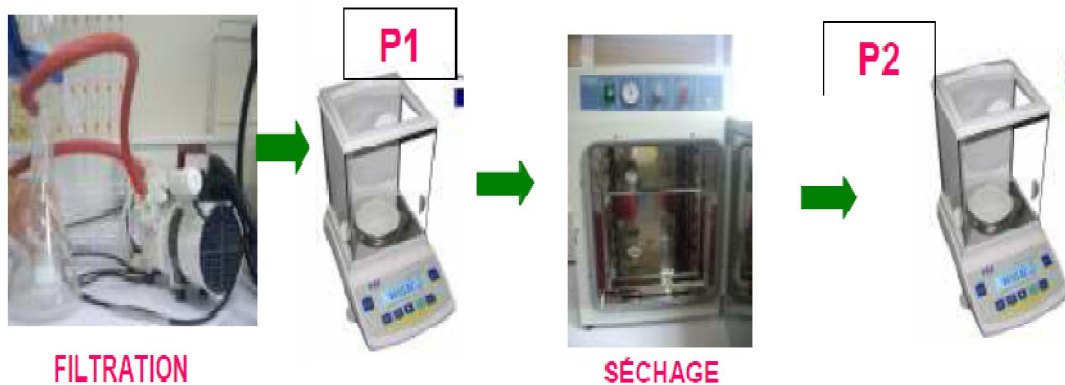


IV.3.6. Détermination des MES:

L'analyse se base sur la filtration et séchage à 105° d'un volume connu d'échantillon.

MES = Calculé à partir de la différence des poids P1-P2 On détermine la quantité de matières en suspension à l'entrée de la STEP pour savoir la contamination par solides en suspension (MES) qu'on a à l'entrée de la STEP.

On détermine la concentration des solides dans les réacteurs pour connaître la quantité totale de biomasse.



IV.3.7. Détermination de matières sèches volatiles dans les boues (%):

On détermine le pourcentage de matières volatiles (%) dans les boues (épaisseur et lits de séchage) pour pouvoir contrôler le % de possible biomasse active que on extraite de la STEP.

a. Séchage par calcination :

L'analyse se base sur la filtration et séchage à 105°C, suivi par une calcination a 550C°.



%MVS=Calculé a partir de la différence des poids P2-P3

IV.3.8. Dosage de nitrate :

Mode opératoire :

- 10ml d'échantillon.
- un sachet de kit (réactif)
- 1 minute d'agitation.
- 5 minutes de repos. (Couleur marron)

On fait la mesure avec le spectrophotomètre. L'étalonnage se fait avec le blanc (échantillon seulement) puis on introduit notre échantillon à mesuré.

IV.3.9. Dosage de nitrite :

Mode opératoire:

- 10ml d'échantillon.
- un sachet de kit (réactif)
- agitation pendant 1 minute.
- on attendant 20 minutes. (Couleur rose)

La lecture avec le spectrophotomètre.

IV.3.10. Dosage de phosphate :

Mode opératoire :

- On fait une dilution.
- 2ml échantillon
- 8ml eau distillée.
- un sachet de kit (réactif).
- agitation pendant 1 minute. (couleur bleu)

La lecture avec le spectrophotomètre.

IV.3.11. Détermination de Ca^{2+} :**Mode opératoire :**

- 100 ml eau a analysée.
- on ajoute la soude (1M) afin d'obtenir le pH 12.
- une pince de murixide.
- on fait le dosage avec l'EDTA 0.1M.

V (ml) d'EDTA correspond à 4.008mg de Ca. (8)

V : le volume lut sur la burette.

La couleur : rose → violet

IV.3.12. Mode opératoire pour analysé le Mg^{2+} :

- 100ml eau a analysée.
- 1ml ammoniac.
- une pince de NET.
- on fait le dosage avec l'EDTA 0.1M.

V (ml) d'EDTA correspond à 2.431mg de Mg. (8)

V : le volume lut sur la burette.

La couleur : rose → bleu vert.

VI.3.13. Détermination de Na^+ :**a. Mode opératoire:****PHOTOMETRE A FLAMME****b. Principe du photomètre a flamme :**

De même que dans les tests de flamme, la solution à analyser est aspirée puis vaporisée dans une flamme.

c. Préparation de la gamme des concentrations :

Solution mère 500mg/l de Na.

Pour les solutions filles, les concentrations sont : 10,30 et 50.

Pour la concentration $c=10$ le volume obtenu c' est $v= 5\text{ml}$.

Pour la concentration $c=30$ le volume obtenu c' est $v= 15\text{ml}$.

Pour la concentration $c=50$ le volume obtenu c' est $v= 25\text{ml}$.

Après faire la lecture des solutions, on trace la courbe $I = f([\text{Na}^+])$.

N.B : On peut déterminer la concentration soit par la courbe d'étalonnage soit par la règle de trois (les concentrations les plus proches). (3)



Chapitre 05 :
Résultats et discussion

V.1.Introduction :

La STEP en question est située à la sortie de la ville de Saida, sur la rive droite à l'oued Saida, elle est achevée à fin 2009, son exploitation a démarré début 2010 et sa gestion est assurée par le constructeur sur une durée de deux 2 années puis par l'ONA.

La station d'épuration de la ville de Saida est implantée au niveau de la commune de Saida sur une superficie de 11.47 hak est d'une capacité de 150 000 eq/hab, elle est conçue pour traiter chaque jour 30 000 m³ d'eaux usées par voie biologique.

V.1.2.Procédés d'épuration :

La station d'épuration de Saida fonctionne avec un procédé à boue activée, la filière de traitement comprend :

- Dégrillage.
- Dessablage.
- Traitement biologique par boue activées.
- digesteur de boue.
- Lits de séchage.

Le volume rejeté est de 28 808 m³/j correspondant à 150 000 Eq/Hab dimensionnée pour l'horizon 2030.

La STEP est destinée à traiter les eaux usées de la ville de Saida et de l'agglomération de Rebahia et les eaux industrielles venant des usines et raccordées à la STEP ; concernant les usines, il s'agit de :

- L'usine de production de lait (OROLAIT).
- L'usine de fabrication de détergents (ENAD).
- Une unité de limonadière.
- Une unité de fabrication d'abrasifs.
- Un centre enfûteur de gaz (remplissage de bouteille).

Concernant les rejets industriels, il est supposé que ces derniers doivent être traités d'abord au niveau de chacune des unités citées avant de procéder au raccordement sur le réseau assainissement avant de rejoindre à la STEP ; l'information qui nous a été communiquée récemment est que la plupart des raccordements au réseau assainissement sont faits par contre, les traitements préalable au niveau des unités comme exigée par la réglementation ne sont pas effectués. (ONID)

V.1.3. Caractéristiques des eaux entrantes à la STEP :

Nature de réseau d'assainissement : unitaire

Débit moyen : journalier : 30 000 m³/j.

Charge journalière en DBO5 : 9 000 Kg/j.

Charge journalière en MES : 12 000kg/j.

Concentration en DBO5 : 300 mg/j.

Concentration en MES : 400 mg/j.

V.2. Préparation des échantillons :

Afin de déterminer le rapport SAR, on a fait les analyses des paramètres suivant:

- Dosage de Ca²⁺
- Dosage de Mg²⁺
- Détermination de [Na⁺] par photomètre à flamme.

Les échantillons sont préparés sous forme de mélange eau usée épurée et eau d'un forage.

L'eau usée épurée a été prise au niveau de la sortie de la STEP de Saida, or que l'eau du forage est provient d'un fellah au niveau de Rebahia. (Ouled khaled)

Avant le mélange on fait les analyses pour les deux types d'eaux. « 5 »

V.3. Résultats des analyses des eaux usées épurée :

Les analyses effectuées de l'eau épurée a été faite au niveau de la STEP de Saida, pendant plusieurs jours.

Les tableaux suivant permettent les résultats d'analyses du 13/05/2013, 20/05/2013 et le 27/05/2013.

Tableau N⁰1: les résultats d'analyse du 13/05/2013

	Débit m ³ /j	MES mg/l	DBO ₅ mg/l	DCO mg/l	pH	Conductivité microS/cm	C ⁰	NH ₄ mg/l	NO ₃ mg/l	NO ₂ mg/l	PO ₄ mg/l
Entrée	9236	90	100	212	8.20	2520	10	1	0.7	0.090	15.7
Sortie	8327	11	6	38	8.29	2580	9	15	3.4	0.340	12.3

Tableau N⁰2 : les résultats d'analyse du 20/05/2013

	Débit m ³ /j	MES mg/l	DBO ₅ mg/l	DCO mg/l	pH	Conductivité microS/cm	C ⁰	NH ₄ mg/l	NO ₃ mg/l	NO ₂ mg/l	PO ₄ mg/l
Entrée	8711	130	289	289	8.38	2640	9.3	0.5	0.3	0.129	17.4
Sortie	8453	4	31	31	8.23	2570	9.8	17	5.9	0.509	8

Tableau N⁰3 : les résultats d'analyse du 27/05/2013

	Débit m ³ /j	MES mg/l	DBO ₅ mg/l	DCO mg/l	pH	Conductivité microS/cm	C ⁰	NH ₄ mg/l	NO ₃ mg/l	NO ₂ mg/l	PO ₄ mg/l
Entrée	8 790	98	120	259	8.22	2480	9.2	0.72	6.1	0,308	19.2
Sortie	7 580	15	6	32	8.29	2520	9.5	19.5	0.6	0.124	5.8

N.B. Les moyens des résultats sont convergents.

Les analyses effectuées afin de déterminer le SAR, a été faite au niveau de laboratoire de contrôle de qualité.

L'eau usée qui est pris pour faire le mélange c'est l'eau du 27/05/2013.

Le mélange des échantillons sont présentent comme suit :

- Echantillon n⁰1 : qui n'est autre que l'eau du forage.
- Echantillon n⁰2 : qui n'est autre que l'eau usée épurée.

- Echantillon n⁰3 : mélange constitue de 75%eau épurée +25% eau de forage.
- Echantillon n⁰4 : mélange constitue de 50%eau épurée +50% eau de forage.
- Echantillon n⁰5 : mélange constitue de 25%eau épurée +75% eau de forage.

Les cinq échantillons son analysés pour déterminé le SAR, cela veut dire qu'on a fait le dosage de Ca²⁺, Mg²⁺ et Na⁺ de chaque échantillon.

V.4.L'analyse chimique des échantillons de départ :

L'analyse chimique a été effectuée au niveau de laboratoire de contrôle de qualité de Saida.

V.4.1.Composition des échantillons :

a. Analyse chimique :

Nous avons analysés les cinq échantillons, les résultats obtenus sont regroupé dans le tableau suivant :

Echantillon	[Ca ²⁺] (mg/l)	[Mg ²⁺] (mg/l)	[Ca ²⁺] (meq/l)	[Mg ²⁺] (meq/l)	pH
Echantillon n ⁰ 1	112.22	58.34	5.60	4.80	7.90
Echantillon n ⁰ 2	208.41	48.62	10.40	4	8.31
Echantillon n ⁰ 3	120.24	58.34	6	4.79	7
Echantillon n ⁰ 4	80.16	48.62	4	4	7.7
Echantillon n ⁰ 5	40.08	53.48	2	4.40	8

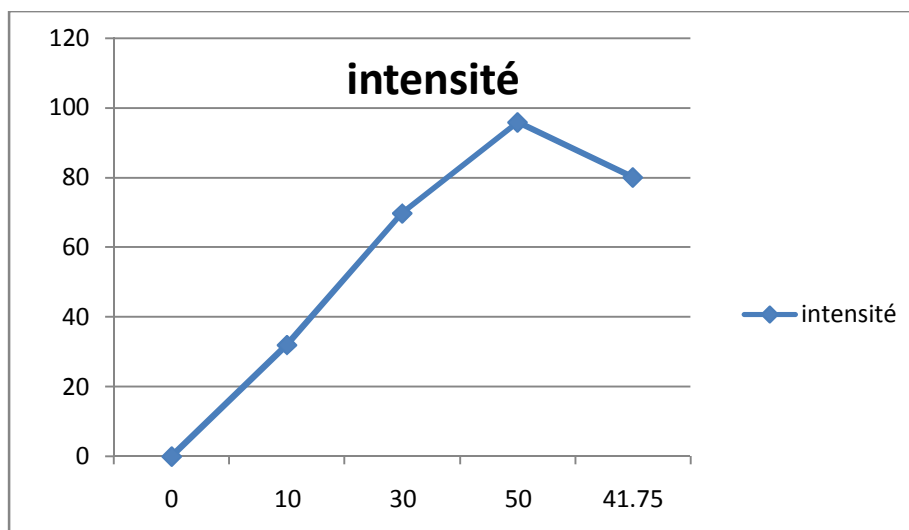
V.4.2 Discussion :

D'après les analyses effectuées, on remarque que la dilution de l'eau usée épurée avec l'eau de forage, permet de donnée un bon rendement d'eau.

b. Analyse spectrale :

D'après les analyses par photomètre a flamme, les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau suivant :

Absorbance	0	32	69.7	95.8	80
[Na ⁺] (mg/l)	0	10	30	50	41.75



La courbe d'étalonnage $A=f([Na^+])$

D'après les analyses, les concentrations de Na⁺ est calculé par la règle trois. Le tableau regroupés les résultats suivants :

Echantillon	[Na ⁺] (mg/l)	[Na ⁺] (meq/l)
Echantillon n ⁰ 1	99.6	4.33
Echantillon n ⁰ 2	417.5	18.15
Echantillon n ⁰ 3	284.3	12.36
Echantillon n ⁰ 4	237.3	10.33
Echantillon n ⁰ 5	143.8	6.25

V.4.3. Discussion :

Où la réduction de Na⁺, l'eau pour l'irrigation est concilié. Est cela qu'on a trouve comme des résultats dans notre échantillons.

V.5. Détermination de SAR pour les échantillons :

D'après les résultats des analyses effectués on a calculés le rapport SAR de chaque échantillon, le tableau suivant indiqués les résultats suivants :

Echantillon	Echantillon n ^o 1	Echantillon n ^o 2	Echantillon n ^o 3	Echantillon n ^o 4	Echantillon n ^o 5
SAR	2	6.77	5.32	5.16	3.51

V.5.1.Discussion:

D'après les analyses qu'on a faites pour les eaux usées épurées, la détermination de SAR est de 6.77. Donc on peut l'utilisée pour l'irrigation mais avec prudence.

La dilution avec l'eau de forage permet de diminuer le SAR de 6.77 à 3.51 de différents pourcentages de dilutions.

Nous remarquons que le pourcentage de SAR ne dépasse pas le 9% dans toutes les dilutions. Donc nous somme dans les normes.

V.6.Conclusion :

L'utilisation des eaux usées comme moyen de destination à l'irrigation est possible. Mais la dilution avec une eau de forage est plus améliorée.



Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

L'objectif de notre est de valorisé les eaux usées épurées a des fins d'irrigations, et protégé l'environnement en même temps.

La disponibilité en eau de bonne qualité se faisant de plus en rare, le recoure aux eaux nom conventionnelles est devenue incontournable .c'est dans ce sens que j'ais opté pour la réutilisation des eaux usées épurées pour ce faire, j'ai utilise la STEP de Saida comme un moyen de disposé de cette ressource.

Il a été costale a travers l'analyse des eaux après épuration c 'elles peuvent être l'utilise pour agriculture sachant qu'avec un SAR calcule de l'ordre de 6.77 on peut utilise pour l'irrigation avec un débit sortons de la station de 28.000 m³/j, on peut créer un périmètre de 324hek.

ANNEX 01 :

Paramètre	Abréviation	Normes
Demande Biochimie à 5 jours	DBO5	NF T 90-103
Demande Chimie en Oxygène	DCO	NF T-90-101
Matières en Suspension	MES/MLSS	NF T-90-105
Matières Volatiles en Suspension	MVSS	NF T-90-029
Azote Total Kjeldhal	TKN	NF T-90-110
Azote ammoniacal	NH4	NF T-90-015
Azote nitrique	NO3	NF T-90-012
Azote nitreux	NO2	NF T-90-013
Phosphore Totale	PT	NF T-90-023
Phosphate	PO4	NF T-90-023
pH	pH	NF T-90-008
Conductivité	%s	NF T-90-031
Oxygène dissous	O2	NF T-90-106
Température	T°C	NF T-90-100
Test de décantation boues	V30	
Matières sèches boues	%MS	NF T-90-105
Matières Volatiles en Suspension boues	%MVS	NF T-90-029

ANNEX 02 :

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 35 du 06Joumada El Oula 1428

23 mai 2007

PREVENTION DES RISQUES LIES A L'USAGE DES EAUX USEES EPUREES

Art. 15 : La liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées est fixée par arrêté conjoint des ministres chargés des ressources en eau, de l'agriculture et de la santé.

Art. 17 : L'irrigation par les eaux usées épurées des cultures autorisées doit cesser au moins deux semaines avant la récolte. La consommation des fruits tombant au sol est

interdite ; ces fruits tombés doivent être détruits ou transportés à la décharge publique.

Art. 18 : L'irrigation des arbres fruitiers par aspersion, ou par tout autre système mettant l'eau usée épurée en contact avec les fruits est interdite.

Art. 20 : Les parcelles irriguées, au moyen des eaux usées épurées, doivent être éloignées de plus de 100 mètres des routes, des habitations, des puits de surface et autres ouvrages destinés à l'alimentation en eau potable.

Art. 21 : L'irrigation des parcs et des espaces verts, au moyen des eaux usées épurées, doit s'effectuer en dehors des heures d'ouverture au public.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU

**Arrêté interministériel fixant les spécifications des eaux usées épurées
utilisées à des fins d'irrigation**

ANNEXE

LES SPECIFICATIONS DES EAUX USEES EPUREES UTILISEES A DES FINS D'IRRIGATION.

1. PARAMÈTRES MICROBIOLOGIQUES

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

- (1) L'irrigation doit s'arrêter deux semaines avant la cueillette. Aucun fruit tombé ne doit être ramassé sur le sol. L'irrigation par aspersion est à éviter.
- (2) Le pâturage direct est interdit et il est recommandé de cesser l'irrigation au moins une semaine avant la coupe.
- (3) Pour les cultures industrielles et arbres forestiers, des paramètres plus permissifs peuvent être adoptés.
- (4) Une directive plus stricte (<200 coliforme fécaux par 100 ml) est justifiée pour l'irrigation des parcs et des espaces verts avec lesquels le public peut avoir un contact direct, comme les pelouses d'hôtels.
- (5) Exige une technique d'irrigation limitant le mouillage des fruits et légumes.
- (6) A condition que les ouvriers agricoles et la population alentour maîtrise la gestion de l'irrigation localisée et respecte les règles d'hygiène exigées. Aucunes populations alentour.

ANNEXE

LA LISTE DES CULTURES POUVANT ETRE IRRIGUEES AVEC DES EAUX USEES EPUREES.

Groupes de cultures pouvant être irriguées par des eaux usées épurées.	Liste des Cultures
Les arbres fruitiers ⁽¹⁾	dattiers, vigne, pomme, pêche, poire, abricot, nêfle, cerise, prune, nectarine, grenade, figue, Rhubarbe, Arachides, Noix, Olive.
Les agrumes	Pamplemousse, citron, orange, mandarine, tangerine, lime, clémentine.
Les cultures fourragères ⁽²⁾	Bersim, maïs, sorgho fourragers, vesce, et luzerne.
Culture industriel	Tomate industrielle, haricot à rames, petit pois à rames, betterave sucrière, Coton, le tabac, le lin.
Les cultures céréalières	Blé, orge, triticales et avoine.
Les cultures de production de semences	Pomme de terre, Haricot et Petit pois.
Les arbustes fourragers	l'Acacia et l'Atriplex.
Les plantes florales à sécher ou à usage industriel	le rosier, l'iris, le jasmin, la marjolaine et le romarin.

(1)- L'irrigation avec des eaux usées épurées est permise à condition que l'on cesse l'irrigation au moins deux (2) semaines avant la récolte. Les fruits tombés au sol ne sont pas ramassés et sont à détruire.

(2)- Le pâturage direct dans les parcelles irriguées par les eaux usées épurées est strictement interdit et ce, afin de prévenir toute contamination du cheptel et par conséquent des consommateurs.

2. PARAMETRES PHYSICO - CHIMIQUES

Paramètres		Unité	Concentration maximale admissible
Physiques	pH	-	6.5 ≤ pH ≤ 8.5
	MES	mg/l	30
	CE	ds/m	3
	Infiltration le SAR = 0 – 3 CE	ds/m	0.2
	3 – 6		0.3
	6 – 12		0.5
12 – 20	1.3		
20 – 40	3		
Chimiques	DBO5	mg/l	30
	DCO	mg/l	90
	Chlorure (Cl)	meq/l	10
	Azote (NO ₃ – N)	mg/l	30
	Bicarbonate (HCO ₃)	meq/l	8.5
Eléments Toxiques ^(*)	Aluminium	mg/l	20.0
	Arsenic	mg/l	2.0
	Béryllium	mg/l	0.5
	Bore	mg/l	2.0
	Cadmium	mg/l	0.05
	Chrome	mg/l	1.0
	Cobalt	mg/l	5.0
	Cuivre	mg/l	5.0
	Cyanures	mg/l	0.5
	Fluor	mg/l	15.0
	Fer	mg/l	20.0
	Phénols	mg/l	0.002
	Plomb	mg/l	10.0
	Lithium	mg/l	2.5
	Manganèse	mg/l	10.0
	Mercure	mg/l	0.01
	Molybdène	mg/l	0.05
	Nickel	mg/l	2.0
	Sélénium	mg/l	0.02
	Vanadium	mg/l	1.0
Zinc	mg/l	10.0	

(*) : Pour type de sols à texture fine, neutre ou alcalin.