

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie
Département Nutrition et Technologie Agro Alimentaire



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Développement agricole et agroalimentaire

Présenté par :

Mme Ferradji Nacera

Thème

**Caractérisation et évaluation économique des boues
résiduaire en vue d'un développement durable**

Soutenu publiquement le 12/07/2021

Jury:

Grade

Président: Pr. Maatoug

Encadrant: Pr. Oulbachir .K

Co-encadrant: Dr. Zoubeidi .M

Examineur 1: Mr. Benahmed

Examineur 2:

Année universitaire 2020-2021

REMERCIEMENTS

Le peu que j'ai appris jusqu'à ici n'est rien à comparaison de ce que j'ignore et que je ne désespère pas de pouvoir apprendre

Je tiens à remercier dieu tout puissant de m'avoir fourni le courage , la capacité et la patience pour réaliser ce travail avec toute ces difficultés et ces obstacles

Mes spéciale et sincère remerciement pour madame OULBACHIR KARIMA pour sa contribution a la réalisation de ce mémoire ainsi que pour ces conseils et orientation qui mon trop aidé

Mes remerciement profonde s'adresse également a madame ZOUBEIDI qui a participer a la réalisation de ce travaille

Toute mes reconnaissance a mon cher mari MUSTAPHA et mes deux anges FIRAS et SARAH qui sont ma force dans cette vie

Je tiens a remercie ma chère maman et mes chères sœurs RACHIDA , SALIHA ,BIBA et surtout spécialement KELTOUM

Je tiens à exprimer mes censières gratitudes et remerciements à tous ceux qui m'ont aidé de prés ou de loin à réaliser ce projet de mémoire

Nous nous excusons d'avoir oublier certaines personnes qui ont collaboré directement ou

Indirectement à notre formation et la réalisation de ce modeste travail

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A lame de mon père que dieu lui accord dans son vaste paradis ;j'ai trop aimée
qu'il soit la avec moi

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°01 :opérations de traitement des boues	6
Tableau n°02 :mode de traitement des boues	9
Tableau n°03 :teneur moyenne en ETM dans le sol.....	21
Tableau n°04 :origine des éléments traces métalliques contenues dans certain boues	22
Tableau n°05 :normes pour le sol valeurs relatives au sol.....	22
Tableau n°06 :normes des métaux lourds relative aux boues	23
Tableau n°07 :audit comparatif des filières de gestion des boues	31
Tableau n°08 :caractérisation physico chimique et chimique de la boue.....	49
Tableau n°09 :classification des boues en fonction de le CE.....	50
Tableau n°10 :rapport C/N des principaux matériaux des bases des substrats	50
Tableau n°11 :caractéristiques physique de la boues	52
Tableau n°12 :répartition des différents type de texture en fonction de classe de texture.....	52
Tableau n°13 :comparaison des résultats physico chimique avec normes afnor	53
Tableau n°14 :comparaison des résultats chimique avec les normes afnor.....	53
Tableau n° 15 :Grille d'évaluation d'impact.....	57
Tableau n°16 : Grille d'évaluation de l'impact sur l'environnement.....	61
Tableau n°17 : Coûts de gestion de la station d'épuration.....	62
Tableau n°18 : Grille d'évaluation de l'impact sur l'économie.....	64
Tableau n°19 : Grille d'évaluation de l'impact sur la société.....	66

LISTES DES FIGURES

Figure n°01 : réutilisation des eaux usée.....	15
Figure n° 02 :Schéma directeur du système d'assainissement de la ville de Tiaret.....	37
Figure n°03 : protocole expérimental.....	43
Figure n°04 : diagramme comparatif de l'azote par rapport a la norme afnor.....	54
Figure n°05 : diagramme comparatif de potassium par rapport a la norme afnor.....	55
Figure n°06 : diagramme comparatif(Cu ;Fe ;Zn ;Mn) par rapport a la norme afnor.....	66

LISTE DES ABREVIATION

AFNOR :association française de la normalisation .

INSIDE :institut national des sol de l'irrigation et du drainage .

STEP :station des traitement des eaux usée.

ONA :office nationale d'assainissement .

DSA :direction de service agricole .

c° :degrés Celsius .

CTO :composés traces organique .

ETM :élément traces métalliques .

MS :matière sèche .

MV :matière volatile.

MVS :matière volatile sèche .

N :azotes.

P :phosphore.

K :potassium.

%:pourcentage .

Zn: zinc

Cu: cuivre.

Fe: fer

Mo :matière organique

CE :conductivité électrique.

Nf :norme française.

PPM :partie pour million .

DBO : Demande biologique en oxygène

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	

Partie bibliographique

Chapitre 01 : les boues résiduaires urbaines

1.généralité	1
1.1.origine des boues résiduaires	1
1.2.prétraitement de l'eau.....	1
1.3.traitement des eaux usées.....	1
1.3.1.la décantation primaire	1
1.3.1.1.traitement biologique	1
1.3.2.la décantation secondaire	2
1.4.formation des boues	2
1.5.traitement des boues.....	2
1.5.1.le procédé du traitement.....	3
1.5.1.1.la stabilisation.....	3
1.5.1.1.1.la stabilisation biologique.....	3
1.5.1.1.2.la stabilisation chimique	4
1.5.1.2.déshydratation	4
1.5.1.2.1.lit de séchage.....	4
1.5.1.2.2.mécanique.....	4
1.5.1.2.3.séchage thermique	4
1.5.1.3.épaississement.....	5
1.5.1.3.1.épaississement statique	5
1.5.1.3.2.épaississement par flottation	5
1.6.produit final.....	6
1.6.1.définition d'une boue.....	6
1.7.le cadre réglementaire de la réutilisation.....	6
1.8.la production des boues	7
1.8.1.type de boues	9
1.8.2.la destination des boues	11

Chapitre 02 :utilisation des boues résiduaires en agriculture

2.la valorisation agricole des boues	14
2.1.panorama de l'épandage en agriculture	14
2.2.calcul de la dose de l'épandage.....	15
2.3.les délais après épandage.....	15
2.4.précaution après l'épandage	15
2.5.l'intérêt agronomique des boues	16

Chapitre 03 :Les éléments traces métalliques

1.généralité.....	18
3.origine probable des métaux lourds	18
3.1.limite rigoureuse à l'utilisation des boues	19
3.2.contrainte d'utilisation agricole des boues	20
3.3.minéralisation des boues dans le sol	20

3.3.1.facteurs intrinsèques.....	21
3.3.1.1.nature de la boue.....	21
3.3.1.2.teneur en métaux lourds	21
3.3.2.facteurs extrinsèque	22
3.3.2.1.température.....	22
3.3.2.2.humidité.....	22
3.3.2.3.sol.....	22
3.4.l'état hygiénique des boues.....	22
3.2.4.1.risque de phytto toxicité	23
3.2.4.1.1.inhibition de la germination.....	23
3.2.4.1.2.trouble de croissance de plantes	23

Chapitre 04 :contexte enjeux et perspective de l'épandage agricole des boues

4.1.contexte et aspect sociologique	25
4.1.1.la sensibilisation des citoyens	25
4.1.2.législation.....	25
4.2.l'enjeux socio économique de l'épandage.....	26
4.2.1.enjeux socio	26
4.2.2.enjeux économique.....	27
4.3.un bilan économique favorable a l'épandage	28
4.4.qui doit supporter le cout de l'élimination des boues.....	29
Conclusion	30

Partie expérimental :matériels et méthodes

Chapitre 01 :zone d'étude

1.Situation géographique de la station d'épuration des eaux usées.....	33
2.localisation de la zone d'étude	33
2.1.fiche technique de la STEP.....	34
3.la chaine d'épuration des eaux usées au niveau de la station	34
3.1.circuit eau.....	35
3.1.1.le prétraitement.....	35
3.1.1.1.le degriilleur grossier.....	35
3.1.1.2.station de relevage.....	35
3.1.1.3.degriilleur fin.....	35
3.1.1.4.le dessablage déshuilage	35
3.1.2.décantation primaire.....	36
3.1.3.traitement secondaire.....	36
3.2.circuit boues	36
3.2.1.compartiment de distribution des boues de retour.....	36
3.2.2.épaississement.....	37
3.2.3.digester aérobie	37
3.4.2.lits de séchage.....	37

Chapitre 02 :Matériels et méthodes

2.1.l'objectif du travail	39
2.2.origine de l'échantillon.....	39
2.3.protocol expérimental.....	39
3. Méthodes d'analyse	41

3.1. Les analyses physiques	41
3.1.1 Granulométrie	41
3.1.2 Humidité	41
3.2. Analyse physico chimique	41
3.2.1. Dosage du carbone organique	41
3.2.2. calcaire totale	42
3.2.3. Calcaire actif	42
3.2.4. pH eau.....	42
3.2.5. La conductivité électrique (CE).....	42
3.2.6. Azote total	42
3.2.7. Le phosphore assimilable	43
3.2.8. Le dosage des métaux lourds.....	43
3.3 Rapport C/N	43
4. Etude financière	43
4.1. Les différents coûts de production	43
4.1.1 Les coûts d'organisation.....	44
4.1.2. Les coûts administratifs	44

Chapitre 03 : résultats et discussion

3. Résultats des analyses :	
3.1 caractérisation physico chimique des boues résiduaires	46
1. PH	46
2. conductivité électrique (CE)	47
3. matière organique	47
4. Rapport C/N	47
5. l'Azote	48
6. Phosphore.....	48
7. Le potassium.....	48
8. Métaux lourds	48
3.2. Caractérisation physique de la boue.....	48
4. Discussion.....	49
5. étude économique.....	53
5.1 Évaluation de l'impact de la réutilisation des eaux usées : (boues).....	53
5.1.1 introduction	53
5.2.2 Critère environnemental	55
5.2.3 Critère économique	55
5.2.4 Critère du social	56
5.3 Impact sur l'environnement	57
5.4 Impact sur l'économie	59
5.5 Impact sur le social	61
5.6 Représentation des résultats d'analyse.....	63
6. Évaluation Critique Et Recommandations	64
6.1 Évaluation critique environnementale et socio-économique	64
6.2 Avantages de la réutilisation et recommandations socio-économiques.....	65
6.2.1 Avantages économiques	65
6.3. Recouvrement des coûts	66
Conclusion générale	68

Introduction

Introduction :

Les eaux usées issues des divers activités urbaines ne peuvent être rejetées telles quelles sont dans l'environnement ; car elles contiennent divers polluants organiques et minéraux. **(I.N.R.A,1980 in RAMDANI 2007)**

L'Algérie a consenti un effort considérable en matière de traitement des eaux usées ; il existe actuellement plus d'une centaine de station d'épuration **(STEP)**

Quelque soit le système d'épuration adopté ; le traitement des eaux usées s'accompagne d'une production de quantité de boue non négligeable dont il faut se débarrasser.

Le problème se résume alors « comment s'en débarrasser ? » un sentiment d'inquiétude et des interrogations apparaissent ; en effet ces boues deviennent très vite envahissantes et la solution simple qui consiste à laisser sécher ces déchets au niveau de la station devient ingérable par manque d'espace **(GAMRASNI 1979 in DEROUCHE2012)**

Quelle solution pour éliminer ces résidus dans les conditions les plus économiques tout en respectant les contraintes liées à la protection de l'environnement et l'hygiène publique ?

Afin de prendre compte des objections, plusieurs choix existe pour l'élimination de ces boues, le choix doit être tributaire du cout de l'installation ;de l'origine des boues ,de la valeur ajoutée du produit qui en résulte et de l'impact que pourrait avoir la filière retenue sur l'environnement .

Les boues provenant du traitement des eaux usées sont actuellement « éliminées » par incinération (15a20%) par mise en décharge (20a25%) et par épandage sur les sols agricoles (60%) selon les lois législatives mondiale.

L'office national de l'assainissement **(ONA)** produit des quantités croissante de boues seulement 25% sont utilisées en agricultures ; 60% sont mise en décharge **(BELAIDE .2015)**

L'incinération de boues a un cout prohibitif et présente un risque liée a l'impact de gaz taxique sur l'environnement tel la dioxine .

La valorisation biologique ou agricole (production d'engrais et de compost) fait partie des technologie vertes qui permettent de transformer les boues en produits à haute valeur ajoutée en minimisant les risques de pollution (**MAALEM et AL ,2018**) et en œuvrant pour un développement durable

Le recyclage par épandage est en général plus économique que l'élimination . en effet , les boues doivent être considérées comme une matière première réutilisable .

les boues sont riches en matière organique , en éléments fertilisants (azote , phosphore et potassium) et en oligo-éléments (zinc , fer ,cuivre , manganèse) **(INRA,1980 in DEROUCHE2012)** .

Introduction

ONA en Algérie a estimé , en 2013 ,que 539 tonnes de boues résiduairees sont générées par jour. Or cette quantité ne peut pas être délivrée en étant donnée qu'elle pose un sérieux problème pour la santé publique et pour l'environnement .

Elle peut contenir des polluants (métaux lourds et composés organiques polluants) et des pathogènes dangereux (microorganismes et parasites) .ce qui impose un traitement adéquat pour l'innocuité et la valorisation de Ce déchet .

Depuis plusieurs années , des chercheurs Algériens se penchent sur le moyen d'utiliser les boues résiduairees des stations d'épuration pour fertiliser les champs .c'est pour cela il est intéressant de savoir le quel mode de valorisation est adéquat et plus rentable pour une agriculture durable ?

Hypothèse :

-l'état supporte toutes les charges d'élimination des boues selon des techniques .

-l'utilisation des boues quelle charge seront baissée pour entraîné une augmentation des revenus de l'agriculture

Chapitre 01

**Les boues résiduaires
urbaines**

1. Généralité :

1.1 Origine des boues résiduaires :

La réutilisation des eaux usées épurées est une technique en pleine expansion, principalement associée à l'agriculture. L'intérêt porté par l'Algérie à la réutilisation des eaux usées en irrigation a pour origine des besoins en eau en forte augmentation (classement parmi les pays en situation de Stress hydrique chronique $< 1000 \text{ m}^3/\text{hab./an}$).

Ce traitement s'il a pour objet le rejet d'une eau épurée acceptable par le milieu récepteur ; produit également un résidu polluant désigné sous le terme de boues d'épuration (ONA)

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

1.2.le prétraitement de l'eau :

Cette étape comprend une série d'opération qui sont :le dégrillage ;le dessablage et le déshuilage , quand la présence de graisses dans l'effluent le justifie ;ces opération on pour but d'éliminer la fraction la plus grossière des particules entrainées et de retirer de l'effluent des matière susceptible de gêner les traitement ultérieurs (graisse ;.....)(KOLLER,2004)

1.3. Le traitement des eaux usées :

1.3.1. La décantation primaire :

Les eaux usées dégrillées partiellement dessablées et dégraissées contiennent encore des matière en suspension .ces dernières sont éliminées par sédimentation atteignant un taux de 75 a80% (IGOUD ;1991) cette opération permet aux matières décan table de se déposer au fond du décanteur ; les boues issues de ce traitement constituent les boues primaire fraiche ; cette décantation primaire élimine 35 a40% de pollution .

1.3.1.1. Traitement biologique :

Ce traitement a pour but d'éliminer la pollution organique et par action des microorganisme susceptible de métaboliser la matière organique et par conséquent de conduire a l'épuration des eaux usées chargées en matière organique biodégradable(VERDY ,1975).

Il existe deux groupe de procédés biologique :

Les procédés naturel :le lagunage

L'épuration biologique dite boue activées consiste a insuffler de l'air et a baisser l'eau usée afin de fournir l'oxygène nécessaire aux micro organisme responsable de la dégradation de la matière organique de l'effluent.

Ces microorganismes se multiplient et forment une masse de floccs constituant boues activées

Le procédé artificiel : lits bactériens

Ce procédé consiste à faire ruisseler les eaux usées décantées à travers une masse de pierres ou de matière plastique présentant une grande surface et sur laquelle se développe un film bactérien (zooglye) qui consomme les matières organiques contenues dans l'eau en présence de l'oxygène, de l'air, le film croît au fur et à mesure de la consommation des matières organiques et s'exfolie sous l'influence des gouttes d'eau qui tombent sur le garnissage. L'eau épurée et décantée et une partie de boues est recyclée comme pour les boues activées (**BRAM,1989 in FERRADJI,2011**)

1.3.2. La décantation secondaire :

L'eau en sortant du bassin d'aération subit une deuxième décantation après passage dans le clarificateur qui permet d'obtenir les boues secondaires dont une partie est recyclée

Selon **POMMEL (1979)**, les boues secondaires sont beaucoup plus riches en azote et en acide phosphorique que les boues primaires ; les teneurs en matière organique seraient en revanche identiques.

1.4. Formation des boues :

Le traitement des eaux usées en station d'épuration produit une eau épurée, rejetée dans le milieu naturel et une concentration désignée sous le terme « boue » ou « boue résiduaire » ; au cours d'une épuration biologique les boues apparaissent généralement à deux niveaux (**ANRED,1982**)

1. les plus grosses particules solides se déposent au fond du décanteur primaire et forment une boue primaire.
2. les particules fines dispersées et ces substances dissoutes sont fixées et métabolisées par les bactéries qui se multiplient en présence d'oxygène au cours de l'opération d'aération.

1.5. Traitement des boues :

Le traitement et l'élimination des boues comportent classiquement plusieurs étapes, ce traitement spécifique des eaux usées engendrent une matière organique hautement fermentescible (**GUY,2003 in OURDAS.2009**)

Tableau n 01: les opérations de traitement des boues

Opération	But
Stabilisation	Réduire la fermentiscibilité des boues pour atténuer ou supprimer les mauvaises odeurs
Concentration	Éliminer une partie de l'eau interstitielle afin d'éviter son transport
Stockage	Assurer une capacité tampon harmonisant les besoins d'extraction et les possibilités d'évacuation
Homogénéisation	Donner au destinataire final un produit connu et relativement constant
Conditionnement	Modifier les caractéristiques de la boue afin de faciliter la séparation des phases solide et liquide
Déshydratation	Augmenter la sécheresse afin de rendre le produit solide et liquide

DUCHENE ,1990

1.5.1. Le procédé du traitement :

Telles qu'elles apparaissent au cours du traitement des eaux usées, les boues d'épuration nécessitent un traitement préalable et ce dans le but de réduire leur volume et d'éviter la putréfaction des matières organiques facilement décomposables (**BRAME et AL,1967 in LEFEVRE,1977**)

1.5.1.1. la stabilisation :

Les boues contiennent une importante proportion de matière organique et par conséquent sont très putrescibles. Le but de la stabilisation biologique est de les rendre inertes et inodores (**THOMAZEAU,1981**)

Les traitements de stabilisation utilisés sont de type biologique, chimique ou thermique. Ils s'appliquent aux boues mixtes fraîches, aux boues secondaires ou à l'ensemble des boues afin de réduire leur fermentiscibilité, et limiter voire annuler, les nuisances olfactives (**KOLLER,2004**)

1.5.1.1.1. Stabilisation biologique :

La stabilisation biologique réduit la teneur des boues en matière fermentescible. Elle se fait :

Soit par voie aérobie (en présence d'oxygène) dans les bassins d'aération, jusqu'à l'obtention des boues à teneur non négligeable en oxygène et biologiquement stable. La

consommation d'énergie de ce procédé ne permet pas d'envisager son utilisation de manière systématique pour les boues d'origine urbaine (ALEXANDRE,1979) .

Soit par voie anaérobie (absence d'oxygène) dans des digesteurs avec production d'un biogaz riche en méthane et on obtient des boues « digérées »,encore appelées « anaérobie ou stabilisée anaérobie » .

1.5.1.1.2. Stabilisation chimique :

La stabilité chimique bloque simplement l'activité biologique ,et donc l'évolution de la boue ,par adjonction d'une quantité importante de chaux (10a 50%de matière sèche ,en générale 30%) élevant le pH au delà de 12 (KOLLER,2004).Ayant pour effet de bloquer les fermentations en évitant ainsi le dégagement de mauvaise odeur .Ce traitement apporte un appoint en calcium qui peut être bénéfique si la boue sera valorisée (GAMRASNI,1981) .

1.5.1.2. Déshydratation :

Elle consiste a éliminer la majeure partie de l'eau contenue dans la boue et l'obtention d'un déchet solide ,facilement manutentionnable et de volume réduit par déshydratation soit naturellement sur lit de séchage soit par déshydratation mécanique (GAMRASNI,1981) .

1.5.1.2.1. Lit de séchage :

Cette opération est utilisée dans des petites stations d'épuration qui résulte après un épandage sur des lit a l'air libre des boues liquides et combine évaporation naturelle et drainage de l'eau libre a travers une couche filtrante de sable et de graviers .L'emprise au sol est de 1m² pour 4à5 habitants raccordé

Ce système extensif donne des boues solides à 35-40% de siccité mais reste fort dépendant des conditions météorologique .La boue sèche ainsi obtenue est pelletée ,elle contient plus de 50% de matière sèche et peu être utilisée pour l'agriculture .Il arrive souvent qu'un début de végétation croisse au cours de séchage (JAMONET,1987)

1.5.1.2.2. Mécanique :

Utilisée beaucoup plus dans les stations les plus importantes , on y parvient par centrifugation ,filtration sous pression ;il est a noter que la déshydratation influe sur la composition finale des boues ; car la nature des opérations de déshydratation mise en œuvre n'intervient que du point de vue de l'humidité du déchet final et de ses propriétés physique .Ainsi certains éléments présent sous forme soluble (sodium ,potassium ,et une partie de l'azote) sont en grande partie évacués lors de la filtration ou la centrifugation (POMMEL,1979)

1.5.1.2.3. Séchage thermique :

Séchage thermique consiste a évacué par évaporation l'eau interstitielle présente dans les boues , en réduisant leur poids et concoure à l'élaboration d'un produit valorisable (JARDE,2002).D'autres techniques sont largement appliquées dans certains pays :

- **Pasteurisation** : la pasteurisation des boues liquides par passage à la température de 80°C pendant 10mn (FOLIGUET,1979in THOMAZEAU,1980)à l'exception de quelques espèces sporulées les germes bactériens sont généralement détruits
- **Compostage** :Le compostage consiste a mélangés les boues aux ordures ménagères se traduit par une hygienisation ou destruction des germes pathogène résultant de l'élévation de la température pouvant atteindre 80°C et par l'obtention d'un résidu riche en matière unifiabiles(JARDE,2002 cité in;GUY,2003)

1.5.1.3. Epaissement :

cette opération consiste à séparer par gravité ou flottation ,l'eau interstitielle des particules de boue(THOMAZEAU ,1981)

1.5.1.3.1. Epaissement statique (gravitaire) :

Il s'effectue dans un épaisseur ,il consiste à laisser décanter les boues naturellement (GAID,1984).

1.5.1.3.2. Epaissement par flottation :

Il s'effectue grâce a la flottation par l'air ,s'applique particulièrement aux boues biologique ,il permet d'éliminer 80% de l'eau des boues (ECKNEFLDER 1982,in OURDAS,2009)

Selon (OUALI,2001) l'épaissement par flottation est réalisé par injection des bulles d'air qui se fixent sur les particules des boues et les amènent à la surface de l'ouvrage de flottation .

Tableau N 02:mode de traitement des boues

Boues provenant de l'épuration	Traitement des eaux usées
Epaissement gravitaire	-flottation -séparation centrifuge -épaissement
Digestion anaérobie	-Digestion aérobie -stabilisation chimique -stabilisation
Conditionnement thermique	-c .chimique par poly électrolyte -c .chimique par sels minéraux -conditionnement

Séchage thermique atmosphérique	-Filtration sous vide -Filtration sous presse -Filtration sous pression progressive -Centrifugation -Flottation -déshydratation
Mise en décharge contrôlée	-valorisation agricole -incinération -élimination finale

1.6.produit final :

A l'issue du traitement ,les boues sont liquides ,pâteuse et solide , sèche ou compostées, le mode de traitement des boues notamment le choix des différentes étape à appliquer , dépend en grande partie des exigence liées à la destination finale choisie .

1.6.1.Définition d'une boues d'épuration :

Le terme « boue » est le terme générique employé pour caractériser les résidus ou sous produits issus des procédés de séparation liquide-solide des installation de traitement et d'épuration des eaux usées

1.7.Cadre réglementaire de la réutilisation :

En termes de réutilisation des eaux épurées, la réglementation Algérienne est assez complète et comporte plusieurs textes législatifs, à savoir :

- Décret de création de l'ONA n°24 du 21 Avril 2001.

La loi n°05-12 du 04 Août 2005, relative à l'eau, a institué la concession de l'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation (JO n°60-année 2005),

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

- Et les arrêtés interministériels du 02 janvier 2012 qui prennent en application les dispositions de l'article 2 du décret exécutif n°07-149 (JO n°41). Ces arrêtés fixent :

- Les spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation et notamment en ce qui concerne les paramètres microbiologiques et les paramètres physico-chimiques.
- La liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées.
- La norme Algérienne N°17683 «Réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles, municipales et industrielles - Spécifications physico-chimiques et biologiques » publiée par l'Institut Algérien de Normalisation IANOR;

1.8. la production des boues :

La production des boues par les **142 STEP** gérées par l'ONA est estimée à **54 000 tonnes de matières sèches à la fin 2015, 90 000 tonnes à la fin 2016** et de **39 040 tonnes à la fin Septembre 2017**. Ce potentiel peut éventuellement être valorisé en agriculture impliquant une diminution de l'utilisation des engrais chimiques et leurs impacts environnementaux. (ONA, 2017)

Bilan REUSE à fin Octobre 2017

Zone/D.A	Unité	Désignation	Capacité (Eq/H)	Débit (m3/j)	nominal	VOLUME (m3) épuré	réutilisé	Domaine Agricole (ha)	Type de culture	Utilisateurs (Concessionnaire)
Alger	Boumerdes	Station d'épuration à boues activées de Boumerdes	75 000	15 000		4 062 932	474 670	Flici : 49	Pépinière d'olivier, Oranger et Vignes	M. Flici
								Rahmoun : 76		M. Rahmoun
Ouargla		Station de lagunage aéré d'Ouargla	260 102	56 997		10 721 494	1 072 149	16,5	4 000 Palmiers Dattiers et 100 Oliviers	Autorisation DRE
El Oued		Station de lagunage aéré de kouinine (El Oued)	239 134	44 335		6 914 736	204 000	15	Arbres (Eucalyptus et kazarina)	ONA
Annaba	Guelma	Station d'épuration à boues activées de Guelma	200 000	32 000		4 123 429	4 123 429	Guelma, Boumahra et Bouchegouf 6 980	Les cultures maraichères et les vergers	ONID
	Souk Ahras	Station d'épuration à boues activées de Souk Ahras	150 000	30 000		575 343	575 343	200	Arboriculture	Réutilisation indirecte (Apport à Oued Medjerda)
Oran	Tlemcen	Station d'épuration à boues activées de Tlemcen	150 000	30 000		3 885 264	3 845 064	Plaine de Hennaya 912,22	Arboriculture	ONID
	Mascara	Station d'épuration à boues activées de Mascara	100 000	13 000		2 852 697	2 852 497	El-kouaer 400	Oliviers+ Culture céréalière	Associations agriculteurs
		Station de lagunage aéré de Ghriss	48 000	5 800		211 725	211 725	Ghriss 420		
		Station de lagunage aéré de Bouhanafia	32 500	3 900		328 952	328 952	475		
		Station de lagunage aéré de Hacine	20 000	3 200		29 828	29 828	390	Oliviers + culture céréalière + agrumes	
		Station de lagunage naturel d'Oued Taria	21 000	2 520		233 557	233 557	196		
		Station de lagunage naturel de Froha	9 400	1 128		107 934	107 934	220		
		Station de lagunage naturel de Khalouia	6 321	949		493 640	493 640	48 516		
		Station de lagunage naturel de Tizi	12 000	1 440		67 549	67 549	200		
		Station de lagunage naturel de Mohammadia Est	19 000	2 280		227 800	227 800	El-habra 175		
Station d'épuration à boues activées de AinTémouchent	72 800	10 920		3 384 672	444 000	135	Arboriculture			
Tiaret	Saida	Station d'épuration à boues activées de Ain El Hadjar	30 000	4 800		1 055 814	340 000	58	Arboriculture, Céréales	Autorisation DRE
Total des 17 STEP			1 595 257	288 269		40 868 335	15 632 135	11 061 ha		

1.8.1 types de boues :

L'appellation de différents type de boues résulte de la combinaison de plusieurs critères :

*nature de l'effluent (urbain ,laiterie , abattoir,...)

*caractéristique du traitement des eaux (primaire , physico-chimique, biologique)

*procédé de stabilisation (aérobie ,anaérobie ,chaulage , compostage)

*type de matériel de déshydratation (filtre presse , centrifugeuse , table d'égouttage)

L'ensemble des combinaisons possibles montre qu'il existe en théorie un grand nombre de type de boues .tout fois ,en résumant les situations les plus fréquemment rencontrées (DEROUICHE .2012) .moins poussées résultent finalement des boues liquides ,pâteuse ,ou solides dont le classement est réalisé en fonction de leur siccité (pourcentage de matières sèche qu'elle contiennent) :

- les boues liquides :

Sont issues de l'épaississement des boues biologiques par voie gravitaire siccité (2-3% de MS) ou mécanique (5-7% de MS). Elles proviennent de petites stations des zones manipulant à la façon du lisier de porcs ou de bovins ; une croissance importante des peuplement forestiers lors qu'il ya eu apport de boues liquides (KAROUNE , 2008).

-les boues pâteuses :

Proviennent des boues liquides déshydratées mécaniquement (siccité 16-20% de MS) .Dans certains cas , elle subissent un conditionnement supplémentaire à la chaux qui accroît la siccité du produit brut (25% MS) . Ces boues pâteuse sont produite dans des stations de taille moyenne .Elles sont difficiles à stocker et surtout à épandre avec régularité .En outre elles présentent souvent de graves problèmes d'odeurs ,sauf dans le cas de traitement complémentaire à la chaux . (BODET ,2001 in MAALEM et AL ,2018) .

-les boues chaulées :

Résultent soit de boues pâteuse traitées à la chaux (siccité 30% de MS), soit boues liquides épaissies traitées à la chaux et déshydratées mécaniquement (siccité 40% de MS).Elles sont produites par des stations de taille moyenne ou de grande taille et représentent plus de 30% de tonnages de boues évacuées (MAALEM et al , 2018).

-les boues solides :

Compostées (siccité 45 % de MS) sont issues du mélange de boues pâteuse avec un support ligno_cellulosique structurant (déchets d'espace verts , copeaux ,.....)

Les boues compostées sont plus faciles à stocker que les boues solides chaulées .Elles s'épandent aussi facilement et sont pratiquement sans odeur (**BODET ,2001 in MAALEM et al , 2018**).

A partir d'une filière de traitement des eaux usées , on peut distinguer en fonction de l'étape de traitement où sont prélevées les boues différentes types , on distingue :

-boues primaires (boues de prés traitement) :

Ce sont les dépôts récupérées par simple décantation des eaux usées n'ayant pas subit de traitement ,elles sont très hétérogènes ,riches en matière minérales (micro sable ,terre)et contiennent de 65%à70% de matières organiques putrescibles d'évolution (**DUCHEN,1998 in RAMDANI ,2007**)

Elles sont riches en eau ;environ 90à95%et présentent une odeur fétide (**DEBBA ,1989 in RAMDANI,2007**)

-boues physico chimiques :

Ces boues sont issues de l'agglomération des matières organique particulaires ou colloïdales contenues dans l'eaux par l'addition d'un réactif coagulant dont les plus courants sont les acides et les bases ,les sulfates d'aluminium ou de fer , les chlorures ferreux ou ferriques (**JARDIS ,2002**) .

-les boues secondaires (biologiques) :

Ce sont les boues issues de clarificateurs ou décanteurs après traitement biologique que se soit en culture libre (boues activées) ou en culture fixées (lit bactériens ou bassin d'aération) .

Elles sont donc constituées essentiellement de Corp. bactériens et de leurs sécrétion ,elles sont de couleur sombre , très organique (75%) plus homogènes que les boues primaires et ont moins d'odeur que les précédentes (**DEBBA ,1998 et DUCHENE ,1990 in RAMDANI,2007**).

-les boues mixtes (boues primaires +boues biologiques) :

C'est le mélange de boues primaires et de boues activées ou provenant de lit bactérien (EMILLIAN,2004 in DEROUICH ,2012) (voir le tableau dans l'annexe n01).

Les boues font l'objet de diverses phases de traitement visant à réduire leur volume ,à les stabiliser et à les rendre facilement manutentionnaires pour les évacuer de la station d'épuration .

Avanttraitement ,elles portent le nom de boue fraîche ,terme qui recouvre généralement l'association boues primaires _ boues secondaires .

En fonction de la qualité de l'eau à épurer ,et du mode de traitement adopté, on distingue grandes familles :

-les boues à caractèreminéral .

-les boues à caractère organique (Morel ,1997 in RAMDANI,2007)

1.8.2. la destination des boues :

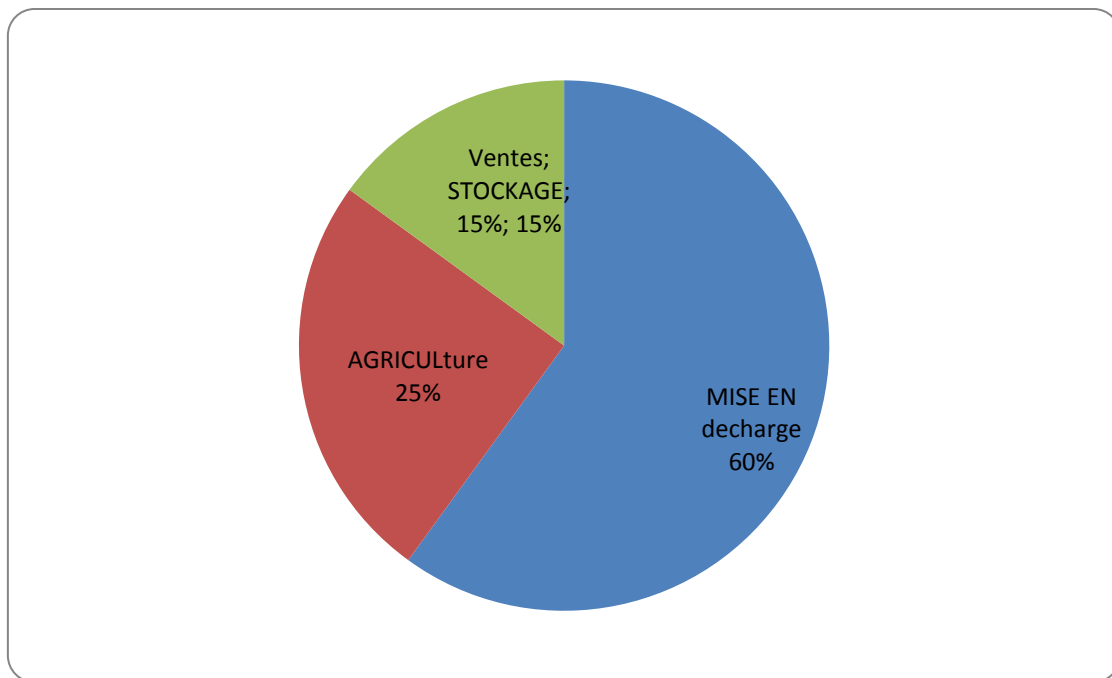
Les boues produites doivent être stockée par lot, chaque lot (le lot est la production de trois mois de boues : fréquence des analyses de l'exploitant) de boues fait l'objet de suivi selon le Protocol repris dans la norme. (Volet A et B) ;

- **Le volet A** comporte une description détaillée de la boue conservé par le producteur et le destinataire
- **Le volet B** accompagne obligatoirement chaque livraison de boues à laquelle il se rapporte

Comme sous produit de l'épuration à partir du moment où les boues sont utilisées dans le milieu apte à les recevoir ;elle per leur nature de polluants .

Les boues d'épuration peuvent avoir trois destinations (DSP) :

- le stockage ou la mise en décharge
- l'incinération
- la valorisation agricole (épandage)

DESTINATION FINAL DES BOUES de station d'épuration :

(ADEME, 2000)

Remarque :

Etimation ne prenant pas en compte la nouvelles réglementation des centres d'enfouissement (décharge) effective depuis JUILLET2002

Chapitre02

**utilisation des boues
résiduairees en agriculture**

2. La valorisation agricole des boues résiduaires :

En matière de valorisation des boues d'épuration, la réglementation Algérienne est dépourvue de textes régissant cette pratique. Néanmoins, la correspondance de Monsieur le Ministre des Ressources en Eau, N°1018 /MRE du 05 Novembre 2017, instruit les organismes gestionnaires à appliquer et à respecter les prescriptions de la norme Algérienne NA 17 731 de la valorisation des boues issues des stations d'épuration.

Par ailleurs, il existe des normes adoptées par l'IANOR qui permettent la caractérisation et la valorisation des boues :

- La norme Algérienne NA 17 671 adoptée de la norme française NF U44-041 (1985) «Matières fertilisantes : Boues des ouvrages de traitement des eaux usées urbaines – Dénominations et spécifications ».
- La norme Algérienne NA 17 672 adoptée de la norme française NF U 44-095 (2002) y compris A1 (2008) relative à « Amendements organiques : Composts contenant des matières d'intérêt agronomique, issues du traitement des eaux ».
- la norme Algérienne NA 17 731 de la valorisation agricole des boues des stations d'épuration proposée par MRE, publiée par l'Institut Algérien de Normalisation (IANOR).

La valorisation agricole des boues a été le moyen le plus simple et le plus courant d'utiliser ces boues. D'une part, le gestionnaire des stations trouvait un moyen économique d'évacuer les boues. D'autre part, les boues présentent un intérêt agronomique pour l'agriculteur dans la mesure où les boues peuvent avoir des caractéristiques voisines de celles des engrais.

L'épandage sur les sols agricoles est une pratique qui concerne différents produits :

-les déjections animales :fumier ,lisier

-les sous-produits et déchets industriels :dans les industries agro-alimentaires

-Les déchets des collectivités et des ménages :les boues d'épuration

2.1. panorama de l'épandage en agriculture :

Afin de contribuer à leur élimination ,l'épandage agricole des boues résiduaires constitue une possibilité intéressante .En effet leur forte teneur en matière organique et en certains éléments fertilisants permet de les assimiler à un amendement organique .

l'utilisation agricole de cette matière organique présente quelques contraintes en rapport avec la protection de l'environnement .

2.2. Calcul de la dose d'épandage :

Le calcul de la dose d'épandage de boues se fait, comme en fertilisation classique, en quatre étapes :

A. Calcul des besoins des cultures en azote et en phosphore et des fournitures probables par le sol.

b. Evaluation de la disponibilité de l'azote et du phosphore des boues.

c. Détermination de la dose de boues à épandre pour satisfaire les besoins en azote ou en phosphore des cultures considérées. On sélectionne la dose la plus faible pour ne pas risquer d'apporter l'autre élément en excès. (Calcul dose guide)

d. Calcul de la fertilisation complémentaire minérale : un complément en fumure minérale classique permettra d'ajuster celui-ci précisément.

Pour contrôler au mieux la fuite d'éléments nutritifs vers les eaux, il faut respecter les doses à épandre et l'uniformité de l'épandage.

L'agriculteur doit disposer d'un cahier d'épandage où sont notés la nature des cultures, les dates d'épandage et les quantités de boues ainsi que celles des unités d'azote, de phosphore et de potassiums apportées. L'enregistrement des rendements facilitera l'élaboration des plans de fumure et l'établissement des bilans d'azote.

2.3. Les délais après l'épandage :

Les boues doivent être incorporées dans les sols immédiatement après l'épandage. L'accès aux terres agricoles où les boues ont été appliquées est restreint pendant 30 jours si les boues ne sont pas directement incorporées dans les sols.

2.4. Précautions lors de l'épandage :

Des précautions d'utilisation doivent être prises au moment de l'épandage. Il est ainsi recommandé de porter des vêtements spécifiques lors de l'épandage (combinaison), d'utiliser des gants de travail et des masques pour se protéger des aérosols et de laver le matériel d'épandage en fin de journée.

En outre, il est :

- interdit d'utiliser les boues d'épuration dans le domaine agricole sauf lorsqu'elles sont conformes aux normes en vigueur et après engagement de l'exploitant agricole de se conformer aux conditions d'épandage,

-
- Interdit d'épandre des boues sur les terres cultivées ou destinées à la culture des légumes pour une période de 12 mois avant sa culture et dans tous les cas pour toutes les cultures en contact direct avec le sol et les cultures susceptibles d'être consommées crues,
 - L'épandage doit être conforme aux conditions fixées par la norme en vigueur dans le domaine de la qualité de la boue et l'accumulation dans le sol,
 - L'épandage de boues séchées est pratiqué selon les besoin de l'exploitation agricole,
 - L'épandage sur le sol doit s'effectuer de manière homogène avec la nécessité d'un labour pour incorporer les boues dans le sol,
 - L'opération d'épandage doit être arrêtée en cas d'incertitude des services de contrôle des effets négatifs sur la qualité des eaux (de surface ou souterraines) ou sur le sol,
 - L'exploitant agricole est tenu d'avertir ses employés en contact direct avec la boue sur les risques sanitaires et les précautions adéquates nécessaires à prendre,
 - L'exploitant agricole est tenu de se conformer aux règles de protection de la santé et de respecter les procédures sanitaires relatives aux habits de travail spécifiques, aux visites médicales et la prise des vaccins prescrits par les services sanitaires.
 - L'exploitant agricole est tenu d'enregistrer toutes les données relatives de l'origine de la boue, de la quantité épandue par hectare, les superficies destinées à l'épandage, la date des opérations d'épandage, les types de culture amendées. Il est tenu de conserver tous les documents relatifs aux données enregistrées. (ONA .DSA .DSP)

2.5. L'intérêt agronomique des boues :

Les boues d'épuration présentent un double intérêt, le premier consiste à la substitution des engrais car les boues qui apportent ces éléments nutritifs utiles aux plantes, notamment l'azote, le phosphore, le calcium.

Le second, un rôle d'amendement qui consiste à apporter des éléments nutritifs au sol pour améliorer sa structure et l'enrichir en humus.

Elles présentent un intérêt d'autant plus grand que les boues sont livrées gratuitement par les producteurs des boues.

Chapitre 03

Les éléments traces métalliques (ETM)

généralité :

On appelle éléments métalliques (ETM), les métaux des que l'on trouve soit comme oligo-éléments soit a l'état de trace dans les organisme biologiques (concentration inferieur à 100mg/kg de matière sèche) .

Certain de ces oligo-éléments sont indispensable à faible concentration aux végétaux (cuivre ,nickel ,zinc) et aux animaux (chrome ,cuivre ,nickel ,sélénium et zinc) et ne deviennent toxiques qu'au- delà de certaines concentrations .d'autres éléments sont par contre inutiles à faible doses et toxique pour tout les organisme vivants au-delà de certaines concentrations .

Le choix des ETM à rechercher dans les boues a été fourni par la norme n44-041(juillet 1985) concernant les matière fertilisantes et les résiduaire urbaine .Elle concerne les éléments suivants :Cd Cr ,Cu ,Hg ,Ni ,Pb ,Zn et en oblige l'analyse .

Pour une utilisation des boues en agriculture ,il faut connaître les teneurs en oligo-éléments conditionnant la fertilisation du sol et les teneurs des sept éléments cités par la réglementation pour l'imiter l'apport des ETM au sol .En effet cadmium , mercure et plomb on un pouvoir cumulatif dans les organismes responsables à long terme d'une toxicité chronique .

Les ETM présentent également un risque sur le plan éco toxicologique du fait qu'ils ne sont pas biodégradable .L'intérêt porté aux éléments n'est pas fonction de leur taux dans les boues ou de leur fréquence .

Tableau N03:teneurs moyenne en ETM dans les sols (mg/kg de sol sec)

Éléments de trace ETM	Valeurs extrêmes
Cd	0.08-0.53
Cr	2-220
Cu	13-30
Hg	0.03-0.80
Ni	19-100
Pb	2-44
Zn	50-90

ADEM ,1997

3.origine probable des métaux lourds :

L'origine probable des métaux lourds est résumée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 04:origine des éléments traces métalliques contenues dans certain boues

Cuivre	Canalisation d'eau Fabrication de fils électrique ;radiateur bain marie ;appareil de cuisson .
Plomb	Canalisation d'eau ,fabrication bacs des batteries peintures ,lavages des rues (dans le cas de réseaux unitaire) .
zinc	Produits pharmaceutique ,cosmétique ,conduites d'eau ,lavage des toit (eau de pluie ,réseau unitaire) .
Bore	Détergent ,et les lessives ,industrie des verre ,ciment faïence porcelaine .
Mercure	Produits pharmaceutiques ,produits et utilisation anti fongique, fabrication d'appareil électriques .production électrolyte du cl et NAOH ,peinture
Cadmium	Traitement de surface des métaux et stabilisations des matières plastiques ,fabrication d'accumulateurs ,radiateurs automobiles.
Nickel	Fabrication d'acier et alliage ,hydrogénation des huiles et substance organiques ,fabrication des peintures laquée et produits cosmétiques
Chrome	Tannerie , fabrication d'alliage spéciaux ,industrie de traitement de surface .

(POMMEL ,1979)

3.1 Limites rigoureuses a l'utilisation des boues contenant les métaux lourds :

Depuis 1985 ,différentes normes établies en France ,ou a l'union européenne s'appliquent a l'épandage des boues sur les sols agricoles ;elles concernent les concentration en éléments traces présent dans le sol .

Tableau N 05 :valeurs et normes pour le sol valeurs relatives au sol

Éléments	NF U 44-041 France 1985	Directive CEE 1986-1988 Terme supérieur
Cd	2	3
Cr	150	200
Cu	100	140
Hg	1	1,5
Ni	50	75
Pb	100	300
Zn	300	30

Concentration maximales au dela desquelles les epandages sont interdit (mg/kg de sol sec)

(ROBERT CAMBIER et AL, 1994)

Tableau n 06 : normes des métaux lourds relatives aux boues

Métaux	Nf u 44-041 Mg/Kg de matière sèche		Directive CEE	
	Valeurs de Références ppm	Valeurs de Limites ppm	Kg/Ha 10ans Apport maxi	Kg/Ha 10ans
Cd	20	40	0.6	1.5
Cu	1000	2000	30	120
Ni	200	400	6	30
Zn	3000	6000	90	30
Cr +Cu+ Ni+ Zn	400	800	120	—

Nf :normes française

(J.RODIER 2002)

3.2.contrainte d'utilisation agricole des boues :

S'il est vrai que la valeur agronomique des boues n'est plus à démontrer (GAMRASNI,1980 ;COILLARD ET AL,1988) ;l'utilisation de ceux-ci est encore difficilement acceptée .En fait cette réaction provient surtout du:

_ problème liée a la présence d'éléments indésirables , en effet de nombreuses analyses effectuées sur des boues d'origine très diverses(EPSTEIN ET AL ,1976 ;GILLIES ET AL ,1989) ont révélé la présence dans les boues de nombreux métaux et metalloïdes dont certains sont potentiellement toxiques .Les éléments les plus fréquemment identifiés sont les suivants : Arsenic ,Bore ,Cadmium , cuivre ,Cobalt ,Chrome ,Manganèse , Mercure ,Nickel ,Plomb ,Zinc

D'autre élément de nature organique :détergent ,insecticides ,dérives d'hydrocarbure ,ect.... Sont citées dans littérature (THOMAZEAU,1980 in GAID,1984)

Le caractère biodégradable et la faible probabilité de leur migration explique en partie le peu d'intérêt accordé a ces éléments traces organique .

_l'absence de données précises concernant en particulier la minéralisation de la fraction azotée , empêche aussi bien une utilisation rationnelle des boues comme fertilisant qu'une estimation du risque éventuel pour l'environnement (pollution des eaux par les nitrates)

C'est pourquoi des recherches dans ce domaines devraient représenter le préalable indispensable a l'épandage de déchets organiques .

3.3.minéralisation des boues dans le sol :

La minéralisation des boues résiduaire est fonction de plusieurs paramètres qui peuvent être résumé comme suit :

3.3.1.Facteurs intrinsèques :

3.3.1.1.Nature des boues :

Le type de boues résiduelles (origine de l'effluent ,traitement subi) a une importance déterminante sur l'évolution du produit dans le sol (**CHAUSSOD et AL1981**).

Il convient de souligner que les boues doivent être considérées comme autant de cas particuliers apportant chacun des éléments d'information ,et non représentatifs d'un tel produit .Il sera par conséquent très difficile d'extrapoler des résultats.

On oppose généralement les boues agro alimentaire (de laiterie plus particulièrement)aux boues urbaine ,les première étant réputées pour avoir une plus grande valeur fertilisantes (**NAKIB,1986**)

Dans des boues urbaines digérées ,présentant un rapport C/N (10a40%)environ de l'azote se retrouvait en deux mois sous forme nitrique.

En revanche d'autres boues urbaines insuffisamment digérées très riche en carbone organique (40% environ) avaient initialement un effet négatif puisque la minéralisation de leur fraction carbonées nécessitait un emprunt momentané de l'azote minéral du sol (**POMMEL,1979**).Les boues fortement stabilisées soit par traitement thermique ou par un long séchage sur lit conduisant a une immobilisation prolongée de l'azote du sol et ne libérant pas ,au moins la première année .

les boues insuffisamment stabilisées peuvent conduire a une immobilisation temporaire de l'azote du sol et dont rarement plus de 30%de l'azote total sont minéralisés rapidement .

le cas des boues fortement chaulées est particulier , il n'a été observé aucune libération d'azote minéral ,ceci étant probablement du au pH très élevé de ces boues inhibant la microflore du sol (**CHAUSSOD,1978 in POMMEL,1979**).

3.3.1.2.Teneur en métaux lourd :

Si nombreux travaux ont comparé les effets sur les végétaux (**GALLALI ,1988**)rares sont les études traitant l'influence des micropolluant minéraux sur la minéralisation des boues ,c'est-à-dire sur la microflore responsable de ces dégradation .nous savons que les germes nitrifiants sont parmi les plus sensibles aux métaux .

Ainsi **PERMI** et **CORNEFIELD (1969)**rapportent que la nitrification est ralentie par 100ppm de Zn et arrêtée par 10000ppm alors que **WILSON (1977)**cite des valeurs 10 fois moindre .Il n'ya en fait aucune contradiction entre ces deux expérience ,la différence ne fait que mettre en évidence la Neutralisation des métaux dans le sol et l'importance de ce dernier ,**LIANG et TABATABI (1977)** confirment le rôle du milieu sur la toxicité du Zn, Cu, Cd et Pb .

Ag et Hg sont les plus dangereux et nitrosomonas est plus sensible que nitrobacter car ces auteurs n'ont jamais détecté de nitrites alors qu'ils ont parfois obtenue une accumulation d'ammonium .

3.3.2.facteurs extrinsèques :

3.3.2.1.Température :

La température est certainement le paramètre ayant le plus d'importance sur la biodégradation des boues et la minéralisation du carbone et de l'azote .

Les expériences d'incubation réalisées à (8 °C ,20 °C et 28°C) par **CHAUSSOD ,1979** in **POMMEL ,1979** montrent que les boues réagissent différemment à une même élévation de température .

les boues fortement stabilisées ,soit par traitement thermique ou par un long séchage sur lit sont peu sensibles aux variations de température ,alors que les boues moins stabilisées sont assez sensibles.

Les boues insuffisamment stabilisées sont celles qui réagissent le plus à la température.

3.3.2.2.Humidité :

Comme pour la température ,l'influence de l'humidité a été beaucoup étudiée sur la minéralisation des boues .La plupart des auteurs remarquent des phénomènes de dénitrification aux fortes humidités .

3.3.2.3.sol :

Le sol intervient par ses propriétés physiques ,chimiques et biologiques ,ainsi la texture du sol peut jouer un rôle ne serait ce qu'à travers l'aération .**LADD et Al 1977** ont montré que la minéralisation organique est plus rapide en sol sableux calcaire qu'en sol argileux calcaire .De même le pH du sol est très important ,en sol alcalins les fortes teneurs en CaCO_3 semblent inhiber les Nitrobacters .

3.4.l'état hygiénique des boues :

Selon, **POMMEL (1979)**,les boues peuvent contenir des parasites de plantes de même que des bactéries du genre salmonella ,shigella ,Mycobacterium ,des entérovirus qui sont relativement abondants dans les boues .

REVIÈRE in BENMOUFFOK 1980 ,estime que le mécanisme de destruction des germes pathogènes existe dans les stations d'épuration

PAUL BROUZE (1973) affirme que la stabilisation des boues abaisse la teneur en germes pathogènes et qu'une stabilisation adéquate détruit la tonalité des germes.

Les boues digérées en anaérobie peuvent contenir 80% de salmonelle (**HESS,1971 in BENMOUFFOK 1980**) ;pour ce qui est de la contamination des sols ,les risques ne peuvent

être sérieux qu'en cas d'épandage de boues liquides sur pâture ou sur des légumes destinée à être consommés crus .

3.4.1.Risque de phyto-toxicité :

Les risques de phytotoxicité causés par l'apport de boues sont plusieurs natures :

3.4.1.1.Inhibitions de la germination :

SABEY et HART 1975 ,observent une sévère inhibition de la germination du millet et du sorgho lorsque le semi est effectué peu de temps après l'incorporation des boues au sol

3.4.1.2.trouble de croissance de plantes :

En effet ,l'utilisation de chlorure ferrique comme conditionneur lors de traitement enrichit les boues en chlore .

Chapitre04

**Contexte enjeux et
perspective de
l'épandage agricole
des boues**

4.1 .contexte et aspect sociologique :

4.1.1. la sensibilisation des citoyens :

Les citoyens portent une attention croissante aux questions d'environnement .Cette attention s'est accrue avec la découverte de nouveaux dangers potentiel pour l'homme et l'environnement, dangers dans la nature ne correspond plus aux schéma anciens de pollutions liées a des catastrophes de types industrielles ou localisées ,même si certaines pouvaient avoir des conséquences géographiquement très étendues

En effet , face aux risques localisés le syndrome N.Y. M.B (not in my back yeard) était utilisable et permettait aux citoyens de s'opposer a l'implantation d'activités qu'il jugeaient dangereuse pour eux ou leur environnement .il en va tout autrement aujourd'hui avec l'amiante ,les nitrates .il s'agit de phénomène diffus dont la nocivité ne s'est pas révélée immédiatement mais sur des périodes plus au moins longues.

La méfiances des citoyens s'est accrues avec la publicité médiatique et s'est traduits par une demande accrue d'encadrement des activités touchant a la sante humaine et a l'environnement .la mise en avant du principe de précaution en est une autre illustration alors que le risque zéro n'existe pas

La boues est a la fois une source de nuisances localisées (visuelle et olfactive).Mais comme on l'a vu avec le risque potentiel associé aux ETM des boues urbaines épandues sur les sols agricoles ,la boues est devenue une nuisance diffuse dans l'esprit d'une partie du public ,des agriculteurs et des acheteurs de produits agricoles.

La notion d'épandage qui implique la dispersion et la diffusion d'un élément sur une surface relativement étendue peut recouvrir deux acceptions :

-un moyen terminal d'épuration d'effluent utilisant le pouvoir filtrants des sols

-un moyen de fertilisation du sol consistant a répandre sur le sol ,de manière contrôlée ,différent élément fertilisant en utilisant des effluent ou des boues d'épuration

Cependant il faut garder a l'esprit sue l'élimination des boues produit de l'activités humaines est une nécessité et que la filière recyclage agricole des boues est la moins mauvaise des filières existantes en terme de pollution . (MARSALEK et al. 2002)

4.1.2.Législation :

L'encadrement juridique et réglementaire de l'épandage agricole des boues d'épuration a été redéfini en 1998 il a pour but de protégé les acteurs socio-économique de la filières épandage et d'éviter les abus .il définit pour cela les boues ,des valeurs maximales ,des conditions d'accès a l'activité et des règles de mise en œuvre .

Trois logique guident le législateur :

1.la logique de santé publique :assurer la maitrise des risque sanitaires en limitant la dissémination des contaminants par les opérations du transport et d'épandage

2.la logique agricole :les boues doivent présenter un intérêt agronomique (condition préalable)et être utilisées dans le respect des règles en matière de fertilisation (condition de mise en œuvre ;traitement préalable ,date ,dose).Cette même logique peut conduire l'agriculteur a refuser l'épandage en raison de ces contraintes de production (cahier de charge a respecter ,couts ,risque économiques) .

3.la logique environnementale :par souci de protégé les milieux physique(air, eau et sol) et les écosystème

Il s'agit bien entendu de prévenir toute situation qui pourrait conduire a des atteintes a la santé des personnes ou a la dégradation de l'environnement .

4.2.l'enjeux socio économique de l'épandage : caractère du texte non conforme

4.2.1 Enjeux sociaux :

Bien que la réutilisation des eaux usées traitées ait été appliquée et bien acceptée depuis plusieurs décennies dans les régions rurales et urbaines de certains PED à cause de la croissance démographique, elle a toujours soulevé des questions socioculturelles (**AI KHATEEB, 2001**). Dès lors, une variation dans les croyances, les coutumes et les valeurs peut influencer l'acceptabilité culturelle de cette nouvelle source d'eau. L'appui du public est un enjeu déterminant dans les projets de gestion de l'eau, surtout dans les pays où les sources d'eau sont disponibles et abondantes (**MARSALEK et al., 2002**), d'où l'importance de concevoir un système de communication et de sensibilisation pour les personnes impliquées dans cette réutilisation (**MARSALEK et al., 2002**).

La santé publique est aussi un enjeu important à tenir en compte, étant donné que plusieurs risques ont été identifiés lors d'utilisation des **boues** , surtout lorsque ces boues ne respectent pas les normes de réutilisation établies, ayant pour objectifs la protection de la santé humaine. Les boues contiennent plusieurs micro-organismes pathogènes qui pourraient se retrouver dans l'effluent final qui sera réutilisé pour les cultures destinées à la consommation humaine. Certains risques ont un impact à court terme, selon la fréquence, le type et la durée de contact entre l'environnement, l'homme et l'animal, et un impact à long terme qui augmente avec l'utilisation continue des eaux usées (**TOZE, 2005**).

Par ailleurs, l'utilisation des boues traitées a montré plusieurs avantages. En conséquence, cette utilisation a engendré un impact positif sur la diététique de la population et sur le revenu des agriculteurs (**AGUNWAMBA, 2001**).

À l'échelle institutionnelle, la réutilisation des boues résiduaire pousserait les responsables à améliorer la réglementation environnementale et à adopter de nouvelles politiques de gestion afin de protéger l'environnement et la santé publique contre les répercussions négatives des usages non contrôlés des boues

4.2.2 Enjeux économiques

En plus des avantages environnementaux, les boues résiduaire pourraient avoir un impact économique positif sur les agriculteurs. À la suite de la forte demande d'engrais dans le secteur agricole, l'acheminement des boues vers les champs agricoles diminuerait les incidences négatives causées par l'utilisation d'engrais chimique. En fait, cette utilisation peut avoir une incidence sur l'économie des agriculteurs pauvres, surtout lorsque l'égalité d'accès aux terres et à l'eau est absente, en plus des coûts élevés des engrais (**FAO, 2005**). Dès lors, les boues résiduaire pourraient diminuer toutes ces dépenses et rendraient la fertilisation moins coûteuse et à la portée des agriculteurs locaux, ce qui leur permettrait d'investir leur argent dans la diversification des cultures et de s'orienter vers une agriculture à grande valeur ajoutée et plus durable.

Cela augmenterait aussi la valeur foncière des terrains fertilisés, en assurant des bénéfices économiques importants aux agriculteurs. Même les responsables de l'assainissement et du traitement des eaux pourraient bénéficier du prix de vente des boues traitée et des produits dérivés au lieu de la rejeter directement dans le milieu naturel (**LAZAROVA et BRISSAUD, 2007**). jouer le même rôle que l'engrais, selon la concentration de ces éléments dans l'eau, le type de culture et le niveau de fertilité des sols (Janssen and al., 2005). En conséquence, la réutilisation des boues pourrait limiter et même éliminer l'utilisation des engrais chimiques en réduisant toutes les dépenses impliquées par cet usage. car l'agriculture est un secteur connu aussi par sa forte consommation d'engrais chimiques et minéraux dont le but principal est d'augmenter la récolte.

Actuellement, le marché des engrais connaît une hausse des prix qui a commencé en 2007 avec l'augmentation de la demande d'engrais dans certains pays d'Asie, comme la Chine et l'Inde, et dans les pays de l'Afrique à cause de plusieurs facteurs dont principalement : la croissance économique, le changement des modes de consommation, l'augmentation de la production animale et la production des fourragères (**TRIFERTO, 2008**).

À cela s'ajoute la fabrication de biocarburants. Cette augmentation des prix des engrais pourrait ainsi avoir un impact sur la rentabilité des agriculteurs, s'ajoutant à cela les coûts de l'utilisation d'eau fraîche. Pour cette raison, le remplacement des engrais par une source de

nutriments moins coûteuse, comme les boues, est vu comme une solution prometteuse. Cette source, riche en phosphore, en azote, en potassium et en macronutriments essentiels à la croissance des plantes, pourrait jouer le même rôle que l'engrais, selon la concentration de ces éléments dans la boues, le type de culture et le niveau de fertilité des sols (**Janssen and al., 2005**). En conséquence, la réutilisation des boues pourrait limiter et même éliminer l'utilisation des engrais chimiques en réduisant toutes les dépenses impliquées par cet usage.

4.3. Un bilan économique favorable à l'épandage :

La mise en œuvre de l'épandage des boues d'épuration génère trois types de coût :

1. des couts liées aux investissements : ils peuvent varier fortement selon la complexité de la chaine de traitement des boues.
2. des couts de transport et d'épandage .
3. des couts d'analyse des boues et des sols ,d'études préalable de suivi et d'évaluation ,de communication .

Le tableau suivant présente un audit comparatif de gestion des boues ; un scenario de référence a été retenu et les cout additionnels et les couts évités ont été mesuré selon les modes de gestion .Les résultats sont présentés en indice ; l'indice 100 étant affecté au mode le moins couteux .

Tableau n07 : audit comparatif de gestion des boues

Système homogènes capacité 3000 équivalent habitant	Système homogènes capacité 50000 équivalent habitants	Systèmes homogènes capacité 300000 équivalent habitant
Epandage boue liquide BL indice 100	Epandage boues pâteuse BP non chaulées Indices 100	Epandage de boues solides BS Indice 120
Transfert BL pour co incinération Indice 220	Epandage BP chaulées Indices 140	Epandage BS compostées Indice 150
Transfert BL pour mise en décharge Indice 255	Co incinération de boues pâteuse Indice 170	Co incinération des boues séchées Indice 155
	Mise en decharge Indice 230	Incineration spécifique Indice 160
		épandage de boues sèches indice 185

ADEME

On constate que l'épandage est toujours le mode de gestion le moins cher et que les alternatives sont seulement accessible aux stations de grande taille.

4.4 qui doit supporter le cout de l'élimination des boues ?

Il n'existe que deux modes de financement possible :

1. par l'utilisateur à qui la collectivité locale facture le service dans la part (assainissement) des factures de consommation d'eau ; c'est le mode de financement actuel
2. par l'agriculteur qui pourrait acheter les boues qu'il épand au même titre qu'un engrais ; mais déterminer la valeur économique des boues est difficile. L'agriculteur pourra faire remarque que seuls les éléments réellement utiles doivent être pris en compte ; ce qui dépend de nombreux facteurs

Malheureusement en Algérie et actuellement on n'arrive pas à estimer la valeur économique des boues ni leur coût vu la non commercialisation de ces dernières (elle se donne gratuitement au niveau de la station d'épuration) .

Conclusion

Conclusion :

En Algérie actuellement ;l'épandage des boues d'épuration concerne uniquement l'agriculture ; en restant dans un cadre d'épandage contrôlé et réglementé ;des possibilité de valorisation agronomique existent potentiellement :

-utilisation des boues en reconstitution de sol et végétation .

-utilisation des boues en sylviculture sur taillis a courte ou très courte rotation .

Il peut y avoir aussi la fabrication et la commercialisation de matière fertilisante à partir des boues d'épuration

Cependant ,ces différentes voies ne pourront éliminer que 15à20% des boues éliminées en recyclage agricole .

Si une position stricte de retrait des boues d'épuration pour la valorisation agricole est prise ,il y aura un effet pervers .Il s'agit des conséquences qu'une telle évolution pourrait avoir sur les autres filières de fertilisation des sols .En effet ,les quantités des ETM apportées par d'autre types d'amendement ou source anthropique .A l'avenir tout type de fertilisation pourrait être remis en cause ,ce qui ne manquerait pas de poser des problèmes certains aux agriculteurs .

Il convient donc d'être attentif à la demande de renforcement de l'encadrement de la filière recyclage agricole des boues et pour son intérêt de développer la recherche et le contrôle de son activité ,afin d'assurer sa pérennité.

2eme Partie

Matériel et méthodes

Chapitre 01

Zone d'étude

1.Situation géographique de la station d'épuration des eaux usées de Tiaret :

La région de Tiaret est situées à l'ouest du pays ;elle s'étend sur une superficie de 20 ,086,64Km

C'est une région localisées dans des haut plateaux de l'Algérie ,à l'Ouest entre les chaine Telliennes au Nord et la chaine Atlassienne au Sud

La Willaya de Tiaret est caractérisée par un relief varié et une altitude comprise entre 800 et 1200m ; c'est une région à vocation Sylvio Agro Pastoral ; elle est délimitée par plusieurs Wilayat :

- Nord :Tissemsilt et Relizane
- Sud :Laghouat
- Ouest :Mascara et Saida
- Este :Djelfa et Médéa

Selon cette position ;on peut dire que la région de Tiaret apparait étant un centre de liaison important entre plusieurs région ;et point de contact entre le Sud et le Nord

2 Localisation de la zone d'étude :

La STEP est localisée dans la commune d'Ain BOUCHEKIF, située à 4,5 km de la ville de Tiaret. Elle est accessible par la route qui débouche directement dans le chemin wilaya N° 07. Cette zone est caractérisée par une activité agricole et par la présence d'Oued NOURIA qui verse directement dans le barrage DAHMOUNI. Les eaux usées (d'origine domestique et pluviales) arrivent à l'ouvrage par gravité grâce à un réseau de différents collecteurs (cinq collecteurs principaux).

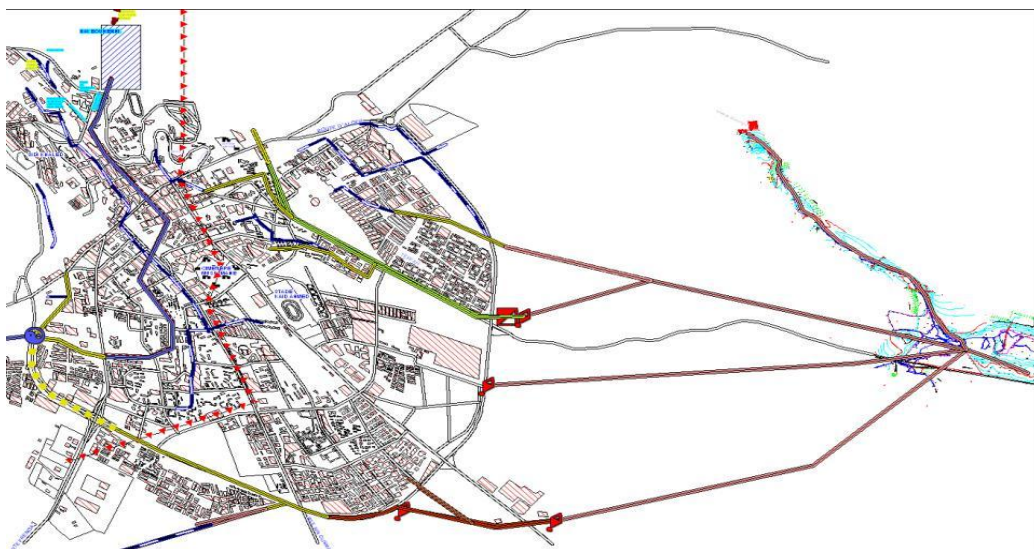



Figure N°01 : Schéma directeur du système d'assainissement de la ville de Tiaret.

2. Fiche Technique de la STEP

La station d'épuration est conçue selon les données de base du dimensionnement des ouvrages.

		Projekt-Nr. / No. de projet 0089 2219 / TIARET	Dok.-Nr. / No. de document P CE 0002	Ausgabe Edition 01	Seite Page 3	von sur 21
2	DONNEES DE BASE					
2.1	Quantité et Qualité des Eaux Usées					
		Quantité et Qualité des Eaux Usées				
Paramètres	Unité	Horizon 2015 (Phase I)	Horizon 2030 (Phase II)			
<u>Charge hydraulique</u>						
Charge nominale	E.H.	390.000	473.000			
Débit moyen de temps sec	m³/j	38.000	56.760			
	m³/h	1.583	2.365			
Débit journalière maximum	m³/h	2.533	3.784			
Débit de pointe par temps de pluie (2,5 fois le débit moyen de temps sec)	m³/h	3.958	5.913			
<u>Teneur en nutriments</u>						
Demande chimique en oxygène (DCO)	mg/l	1.108	900			
Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	mg/l	554	450			
Rapport DCO/DBO ₅	–	2,0	2,0			
Teneur en matières en suspension (MES)	mg/l	718	583			
Teneur en azote ammoniacale (NH ₄ -N)	mg/l	100-150	100-150			
Teneur en phosphore total	mg/l	15-20	15-20			
<u>Charges polluante</u>						
Charge journalière en DCO	kg/j	42.120	51.085			
Charge journalière en DBO ₅	kg/j	21.060	25.542			
Charge journalière en MES	kg/j	27.300	33.111			
Charge journalière en MES réduite *)	kg/j	27.480	28.475			
<p>*) <u>Note:</u> Pour le dimensionnement du traitement biologique, la charge des matières en suspension a été réduite par 14 % parce que selon des résultats d'analyses des eaux usées les charges des matières organiques sont relativement faibles (50-60 %).</p>						

K:\UTM01_HAUPTPROJEKTE\2219_TIARET\VERTRAG_DHWP_CE_0002_DESCRIPTION_PROCÉDÉ.DOC

3. La chaîne d'épuration des eaux usées au niveau de la station de Tiaret

La chaîne d'épuration des eaux usées au niveau de la STEP de Tiaret comprend les étapes suivantes :

3.1. Circuit eau

3.1.1. Le prétraitement

Le prétraitement a pour objectif l'extraction des matières les plus grossières (feuilles, tissus, brindilles...) et éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement, il comprend :

3.1.1.1. Le Degrilleur Grossier

Le premier traitement consiste à faire passer l'eau à travers les grilles dont les barreaux qui vont retenir les déchets volumineux supérieurs à 30 mm ex ; chiffon, les plastiques...etc.

Les résidus recueillis sont déposés à la décharge.

3.1.1.2. Station de Relevage

C'est un ouvrage pour collecter et évacuer les eaux usées vers le dégrilleur fin qui dispose de Trois (03) Groupes Electro pompes d'un Débit de $Q_u = 555$ l/s et d'une Puissance $U = 140$ KW, cette station de relevage contient une bache à eau d'une superficie de 33.60 m² et d'un volume de 114.24 m³.

3.1.1.3. Degrilleur fin

C'est un dégrilleur fin de 08 mm d'espacement des barreaux pour éliminer les déchets les plus petits.

Les déchets recueillis sont disposés dans une presse laveuse pour laver et compacter ces déchets.

3.1.1.4. Le dessablage déshuilage

L'élimination des particules denses et des huiles, susceptibles respectivement d'endommager les pompes et les conduites et de gêner l'oxydation biologique, se fait dans un ouvrage combiné appelé Dessableur-Deshuilleur.

C'est un ouvrage d'une superficie de $107,89$ m² et d'un volume de $773,66$ m³

- Le 1^{er} compartiment est aéré pour la séparation des graisses et huiles des eaux usées
- Le 2^{ièm} compartiment, l'écoulement est calme pour récupérer le gravier, sables et particules minérales plus ou moins fines en suspension.

Le classificateur sépare les sables de l'eau et les graisses sont pompées vers le digesteur.

3.1.2. Décantation primaire

Cette étape consiste à une séparation des éléments liquide et solide sous l'effet de la pesanteur. Les matières solides se déposent par simple gravité au fond des bassins, sous forme de boues, recueillies ensuite par pompage de fond et évacuées vers l'épaississeur, par contre l'eau est collectée dans une goulotte et acheminée vers un puits collecteur. Concernant les boues flottantes sont récupérées et évacuées vers le digesteur

Ce traitement élimine environ 60% des matières en suspension et réduit d'environ 30 % de la DBO5 et la DCO l'eau est plus ou moins claire mais n'est pas encore épurée.

3.1.3. Traitement secondaire

Il s'agit d'un traitement biologique dont l'objectif est l'élimination de la pollution carbonée. Le principe de l'épuration par voie biologique consiste, dans un premier temps, à faire assimiler la pollution carbonée par des microorganismes dont l'activité est améliorée en la plaçant dans des conditions optimales, la pollution de l'eau est alors transformée en biomasse. Puis cette biomasse est extraite de l'eau sous forme de boues.

Ce traitement se fait dans un bassin combiné d'un volume total de 16413.75 m³, la dégradation de la matière organique par les microorganismes et la présence d'air se fait au niveau du bassin d'activation d'un volume de 6928.76 m³ par contre l'eau épurée déversée dans le clarificateur d'un volume de 9484.99 m³ est collectée dans une conduite perforée puis évacuée vers le rejet.

3.2. Circuit boues

3.2.1. Compartiment de distribution des boues de retour

C'est un ouvrage dédié à la distribution de la boue vers le bassin d'activation et décanteur secondaire, il contient trois (03) compartiments :

- Le 1^{er} compartiment pour évacue l'eau usée vers le bassin d'activation
- Le 2^{ème} compartiment pour évacue l'eau vers le clarificateur
- Le 3^{ème} compartiment pour évacue la boue soit vers le 1er compartiment (boue de retour) soit vers l'épaississeur I (boue en excès).

3.2.2.Épaississeurs

C'est un bassin destiné à réduire la teneur en eau des boues primaires et boues en excès, ces derniers sont évacués vers l'épaississeur I qui a un volume de 2162,48 m³, Puis vers le digesteur en plus des graisses et des boues flottantes.

La boue stabilisée s'évacue vers l'épaississeur II qui a un volume 1491,5 m³, Puis vers les lits de séchage.

3.2.3. Digesteur aérobie

C'est un bassin pour stabilisation aérobie des boues par injection d'oxygène d'un volume de 5257,61 m³, il est doté d'un agitateur horizontal et un lit de membrane à fines bulles.

3.2.4. Lits de séchage

Le séchage est une opération de séparation solide – liquide, le moyen le plus simple est de réduire la teneur en eau des boues, la méthode la plus utilisée dans la station c'est le séchage naturel des boues.

La déshydratation sur lits est utilisée dans les régions où les conditions climatiques sont favorables ainsi que la disponibilité du terrain.

Lits de séchage conçu avec un radier imperméable en biton recouvert d'une couche de gravier et de sable, il existe 10 lits de séchage chacun à un volume de 1312,5m³

L'eau filtrant à travers le sable et le gravier s'écoule sur le radier en béton et est collecté par un réseau de drains, l'eau drainée sera réintroduite vers l'entrée de la station.

Chapitre 02

Matériels et Méthodes

2.1l'objectif du travaille :

L'objectif de cette étude est :

- évaluer les caractéristiques physico chimique des boues de la station d'épuration d'Ain bouchakif
- comparer les résultats avec les normes en vue de leur valorisation ou élimination
- faire une étude financière des boues

2.2origine de l'échantillon :

Tous les échantillons ayant servie pour analyse proviennent de la station d'épuration (STEP) de Tiaret ; situé dans la zone d'étude

2.3protocole expérimentale :

La Figure ci dessous représente le protocole expérimentale que nous avons adopté pour notre étude

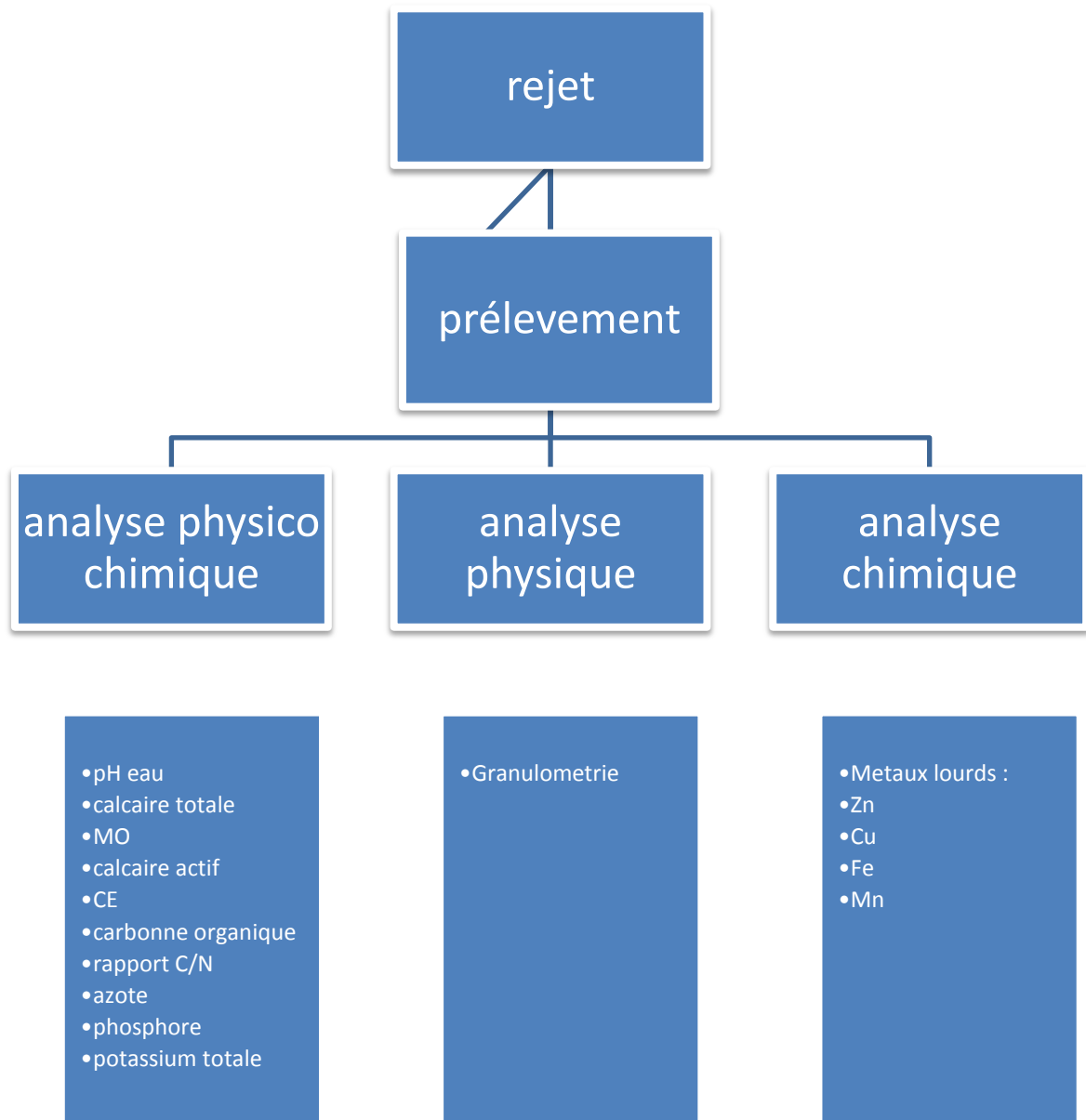


Figure 02: protocole expérimental

3. Méthodes d'analyse :

Les analyse effectuées sur les boues concernent: les analyse physique (granulométrie) ; physico chimiques (Humidité, pH, matière organique , carbone totale, calcaire totale) et chimique (Métaux lourds)qui ont été réalisé au niveau de l'**INSID** (les résultat étaient récupérer au niveau de **ONA**)

3.1. Les analyses physiques :

3.1.1 Granulométrie :

La méthode utilisé pour la détermination des fraction granulométriques , est la méthode internationale à la pipette de (**Robinson**). Cette analyse permet de connaitre la répartition des particules (<2mm) ; selon la classe de grosseur.

Cette méthode est basé sur la destruction de la matière organique par l'eau oxygénée H₂O₂ d'une solution dispersante de l'héxamétaphosphate de sodium et de solution ammoniacale (NH₄).

On effectue une séparation des fractions fines, limons et argile par sédimentation tan disque les fractions grossières, sable grossiers et fins sont séparées par tamisage

La composition granulométrique est exprimée en pour cent % (**BAIZE ,1988**)

3.1.2Humidité :

C'est la perte du poids après séchage a 105°C exprimée par rapport au poids frais (**BAIZE, 1988**)

$$H = \frac{P_{air} - P_{105^{\circ}c}}{P_{air}} * 100$$

3.2. Analyse physico chimique :

3.2.1. Dosage du carbone organique :

Selon la méthode **ANNE(1945)**, le carbone est oxydé par le bichromate de potassium en présence d'acide sulfurique ; l'excès de bichromate de potassium (K₂Cr₂O₇) est tiré par le sel de mhor en présence de déphylamine.

$$C\% = \frac{(y - x) \cdot 0.61}{p}$$

X : la quantité de sel de Mhor qui a oxydé tous les bichromates dans l'échantillon du sol

Y : la quantité de sel de Mhor qui a oxydé tous les bichromates dans l'essai

P : la prise d'essai

La quantité réduite est proportionnelle a la teneur en carbone organique ce dernier est lié a la matière organique par la réaction suivante :

$$\text{MO}(\%) = 1.72 * \text{C}\%$$

3.2.2. calcaire totale :

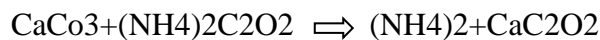
La détermination de la quantité totale du calcaire est réalisée par le calcimètre de BERNARD en dosant la quantité totale de carbonate présent selon la réaction ci –dessous :



Le volume de CO_2 dégager est proportionnel a la quantité de carbonate présent ,a condition que le dosage soit fait a une température et a une pression constante (**BAIZE,1988**)

3.2.3. Calcaire actif :

Le calcaire actif est déterminée selon la méthode décrite par DROUINEAU (1942),consistea exploitées du calcaire a se combiner a l'oxalate pour précipiter sous forme d'oxalate de calcium ,le principe est comme suit :



L'oxalate précipité est déterminer par l'infiltration ;et l'oxalate en excès est déterminer par un manganimétrie .

3.2.4. pH eau :

Il est détermine par la méthode électrochimique, le pH est mesuré par une suspension de terre fine + eau distillée qui est égale au rapport 1/5 après demi heur de repos ; la lecture s'effectue a l'aide d'un pH mètre étalonné (**BAIZE,2000**)

3.2.5. La conductivité électrique (CE) :

La conductivité électrique donne une idée sur la teneur globale en sels solubles d'une solution ,la conductivité est déterminer a partir d'une suspension sol/eau suivant un rapport 1/5 à une température de référence égale à 25°C .Les mesures sont effectuées à l'aide d'un conductimètre sa valeur est exprimée en ms/cm(**DOGAR,1980**)

3.2.6. Azote total :

Le dosage de l'azote total a été effectué selon la méthode de KJELDHAL l'azote transformé en ammoniac est fixé par l'acide sulfurique à l'état de sulfate d'ammonium qui est transformé en ammoniac est fixé par l'acide borique et l'acide sulfurique (réaliser à l'INSIDE)

3.2.7. Le phosphore assimilable :

Le phosphore assimilable est déterminé par la méthode de **JORET HUBERT** dans le sol , le phosphore se trouve sous la forme d'ions phosphorique présent dans la solution du sol ou fixées au complexe argilo humique . la proportion de phosphore assimilable dans le sol est étroitement liée au pH du sol .selon le pH ;une fraction plus ou moins importante du phosphore assimilable se combine avec d'autre éléments du sol et devient indisponible pour la plante (réaliser a l'INSIDE)

3.2.8. Le dosage des métaux lourd :

Pour le dosage des éléments traces (métaux lourds), soient :Fe , Mn ,Zn ,Cu la minéralisation de la boue a été faite par l'eau régale (mélange d'acide nitrique , et acide chlorhydrique) le dosage a été effectué par spectrométrie d'absorption atomique (**ROULA,2005**) réaliser a l'INSIDE

3.3 Rapport C/N :

Le rapport C/N donne une idée sur la vie biologique des substrat; il est déterminer à partir du carbone organique et l'azote total

4. Etude financière :

Pour estimer le cout des boues par un hectare et connaitre le pourcentage de la subvention étatique ; nous avons effectuée des enquêtes auprès de diffèrent agents qui assurent la réalisation des itinéraire technique appropriées a la production.

A grands traits ; le cout total de fourniture d'un service collectif local peut être décomposé en cout de production et en cout administratifs

4.1. Les différents couts de production :

D'une part ; il s'agit des cout liés aux investissement dans des réseaux ;des bâtiments ou encore dans des matériels amortissable et d'autre part des frais de fonctionnement de ces équipement en ce qui concerne le service d'épandage ; les investissements principaux comprennent des équipement de traitement ; de stockage de transport ou encore d'épandage des boues

Le post boues représente en moyenne 14pour cent des investissements réalisés sur une station d'épuration

Les variations sont toute fois significatives selon que les **STEP** traitent des quantités plus ou moins importantes d'effluents (**COPPIN ; 2006**)

4.1.1 Les cout d'organisation:

Ils correspondent aux ressources consacrées à la coordination des différents prestataire qui interviennent successivement dans la fourniture du service ;en ce qui concerne l'épandage agricole des boues les principaux acteurs de la filières sont les suivants :

- les délégataires en charge de l'exploitation des STEP ; les prestataires de transport et d'épandage des boues ainsi que les agriculteurs qui mettent à disposition leurs terre agricole concrètement ; ces cout relèvent de deux catégories :

-les couts ex ante ; supporté avant même que le service d'épandage ne soit fournis ils comprennent les frais de réalisation des études préalable et les couts d'opportunité correspondant aux temps de négociation et de rédaction des contrats qui lient la collectivité et ses partenaires

-les couts ex_post de planification des chantiers d'épandage ; des gestions des plaintes des riverains résidents ou encore de gestion des désistements

4.1.2. Les couts administratifs :

Ils correspondent aux efforts de l'administration décentralisée de l'état pour instruire ; contrôler et suivre l'application des plans d'épandage

Ces cout sont les plus au moins importants selon le degré d'encadrement réglementaire du service ;ils sont supportés par l'état et n'impactent pas directement les choix de la collectivité ni les finances des bénéficiaires du service –ici la facture payé par le consommateur d'eau , en revanche il serait nécessaire de les inclure pour disposer d'une estimation du cout globale pour la société ou cout social du service

Chapitre 03

Résultats et Discussion

3. Résultats des analyses :

3.1 caractérisation physico chimique des boues résiduaire :

Le tableau suivant présente les différentes valeurs des analyses physico chimique de la boue

Tableau n08 : les caractéristiques physico chimique et chimiques de la boue.

Les analyses	valeurs
pH	7.20
Conductivité électrique	3.34
Calcaire total %	32
Calcaire actif %	15
Matière organique %	25.11
Carbone %	14.6
Azote %	1.3
Rapport C/N	10.20
Phosphore total	290
Potassium total	0.19
Cu Ppm	104
Zn Ppm	575
Mn Ppm	177.12
Fe Ppm	94.33
Pb Ppm	124

Selon JARDE 2002, pour la caractérisation de la valeur agronomique des boues , les propriétés physique et chimique sont toujours prises en compte .

1. PH :

D'après les résultats révélés dans le tableau (8) le pH moyen des boues est de l'ordre de 7.20 considéré comme neutre (LECHLECH,2000) et donc favorable à toutes les espèces .

2. conductivité électrique (CE):

La conductivité électrique est de l'ordre 3.34 ,ce qui indique que les boues sont faiblement salées selon le tableau n 9

Tableau n09 : classification des boues en fonction de la CE

Classe	Désignation	Conductivité électrique (mm/cm)
0	Non salé	<2.5
1	Faiblement salé	2.5-5
2	Moyennement salé	5-10
3	Salé	10-15
4	Fortement salé	15-20
5	Très fortement salé	20-27.5
6	Hyper salé	>40

3. matière organique :

Après avoir effectué les analyses de la matière organique ,le taux de cette dernière était estimé à environ 25.11% **on** conclut que le taux de matière organique est important

4. Rapport C/N :

Tableau n10 : le rapport C/N des principaux matériaux de base de substrats

Matériaux de bases	C/N
Boues de stations d'épuration	11
Compost urbain	14
Fumier d'ovin	23
Tourbe brune	20-25
Fumier de bovin	28
Tourbe blonde	40-60
Ecorce de pin maritime fraiche	92

LEMAIRE et al ;1990

Le rapport C/N traduit la capacité minéralisatrice .un rapport C/N <11 accélère la décomposition et limite, par conséquent les possibilités d'humification (**DOMERGUE et MANGENOT,1970**)

En ce qui concerne nos boues,le rapport C/N est de 10.20 <11 (tab10) ce qui signifie que la minéralisation de la matière organique s'effectue rapidement est par conséquent les boues peuvent être utilisées comme substrat de culture à elles seul.

5. l'Azote :

D'après les résultats enregistrés dans le tableau (n08) les analyses montrés que les boues renferment environ 1.3% d'azote total ,ce taux est relativement appréciable et peut être apporté au sol pauvre en azote ,

6. Phosphore :

D'après les résultats enregistré dans le(tab08)nous constatons que la teneur en phosphore assimilable est très élevée ,elle est de l'ordre de 290ppm

7. Le potassium :

Le potassium total de la boue est de l'ordre de 0.19ppm se situe dans la fourchette de la concentration admissible dictée par les normes AFNOR1985.

8. Métaux lourds :

Les boues ont toujours été considérées comme substrat toxique car elle renferment souvent des quantités élevées des métaux lourds , cependant les analyses de ces derniers (tab08)nous ont permis de conclure que nos boues répondent aux normes AFNOR cité par **LACÉE 1985**

3.2. Caractérisation physique de la boue :

Les boues résiduaire ont subi différentes traitements sur différents bacs (dégrillage,dessablage et le déshuilage) ;compte tenu que ces bacs ne fonctionnent pas correctement nous essayons de faire la granulométrie de ces boues ,afin de quantifier les quantité de sable ,limon et d'argile contenues dans le produit final de ces boues

Tableau n 11 : les caractéristiques physiques de la boue

Elément	Teneurs %
Argile	10.88
Limon fin	39.97
Limon grossier	17.29
Sable fin	21.96

Sable grossier	9.90
Texture	Limoneuse

Les boues utilisées dans notre expérimentation sont constituées des fractions suivantes :

57% de limons ,31.86 %du sable et 10.9% d'argile .si l'on rapporte ces résultats sur le triangle texturale américain (USDA),on peut conclure que nos boues ont une texture limoneuse

D'après **HENIN (1969)**, les texture obtenue peuvent être regroupées en trois classe

Tableau n12 : répartitiondes différents types de texture en fonction de classe de texture

Classe de texture	Type de texture
Texture fine	Argilo-sableuse ;Argileuse
Texture moyenne	Limoneuse
Texture grossières	Limono-sableuse ;Sablo-limoneuse ;Sableuse

On se référant au tableau cité par (**HENIN,1969**) on peut classer notre boue dans la classe de texture moyenne

D'après **COTENIE,1976** les textures moyennes ne provoquent pas d'asphyxie pour les systèmes racinaire et permettent un bon développement des racines ,par contre une texture lourde peut entrainer des phénomène d'asphyxie radicaire.

4. Discussion :

Selon (**LAURIF, 2003**)la valorisation des boues de la station d'épuration est fondé sur la loi nf -u44-041 sur les matières fertilisantes et le support de culture ,qui l'autorise sous réserve d'une homologation ou d'une autorisation provisoire de vente ou d'importation ;si elles sont conformes à la norme **AFNOR** citée par (**Lacée,1985**)

Si nous comparons les normes AFNOR citée par LACEE ,1985 relatives à la valorisation des boues et les résultats obtenus des paramètres chimiques et physico-chimique de la boue d'épuration on aboutit au tableau n13

Tableau n 13 : comparaison des résultats physico-chimiques des boues avec les normes AFNOR

Caractéristique	Résultats	Norme AFNOR
pH	7.20	-
Conductivité électrique (CE)	3.34	-
Calcaire total (%)	14.6	-
Carbone total(%)	25.11	40-65%
Phosphore assimilable (ppm)	290	-
Azote total(%)	1.3	2-2.5%
Potassium(%)	0.19	0.16-0.40%

Tableau n14 : comparaison des résultats chimiques des boues avec les normes AFNOR

Caractéristique		Résultats	Norme AFNOR
Zn en ppm	Total	850	3000ppm
	Echangeable	19.20	
Mn en ppm	Total	177.12	800ppm
	Echangeable	65.20	
Cu en ppm	Total	143.12	1000ppm
	Echangeable	80.45	
Fe en ppm	Total	94.33	5000ppm
	Echangeable	23.70	

L'azote :

Les résultats d'analyse (tab08) montrent que la boue est relativement faible en azote total et que sa concentration se situe en dessous de la norme AFNOR expliqué par la mobilité et la solubilisation rapide de cet élément .D'après **VINCENT,2007** la faible teneur en azote est en raison de faible siccité de la boue et d'une perte accrue en azote

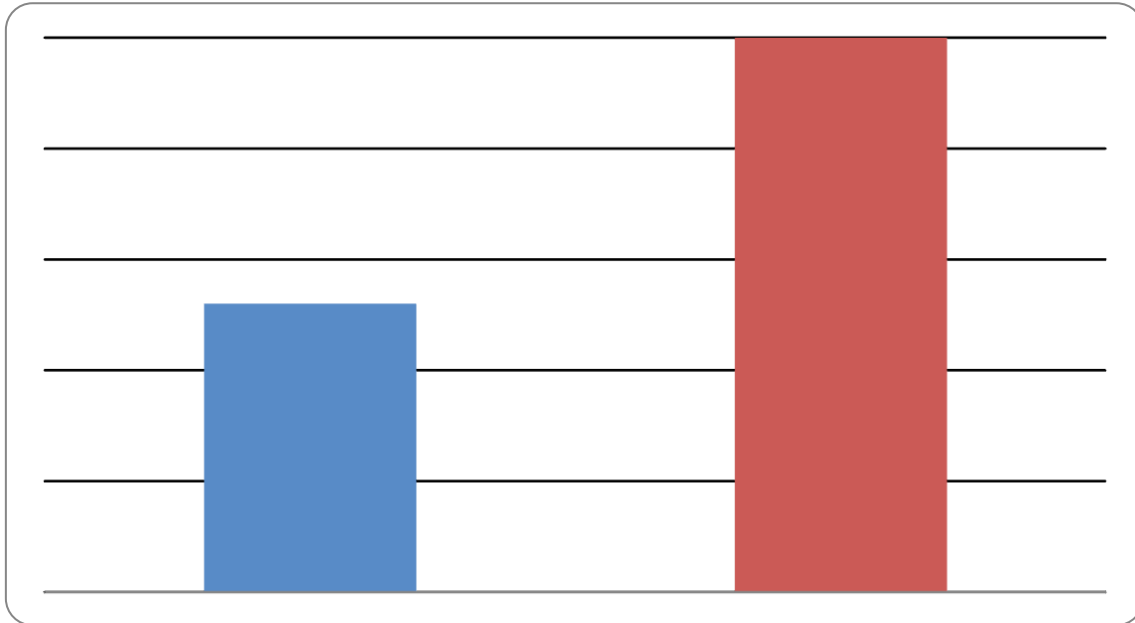


Figure n 03:diagramme comparatif de l'azote des boues par rapport à la norme AFNOR

Potassium total :

Selon les résultats obtenus nous remarquons que la valeur de potassium est élevée est se situe dans la concentration cité par AFNOR , cela probablement due aux amidons trouver dans nos ration qui sont riche en potassium ; a la déminéralisation de l'eau et que ce dernier est un cation sec et peu mobile .

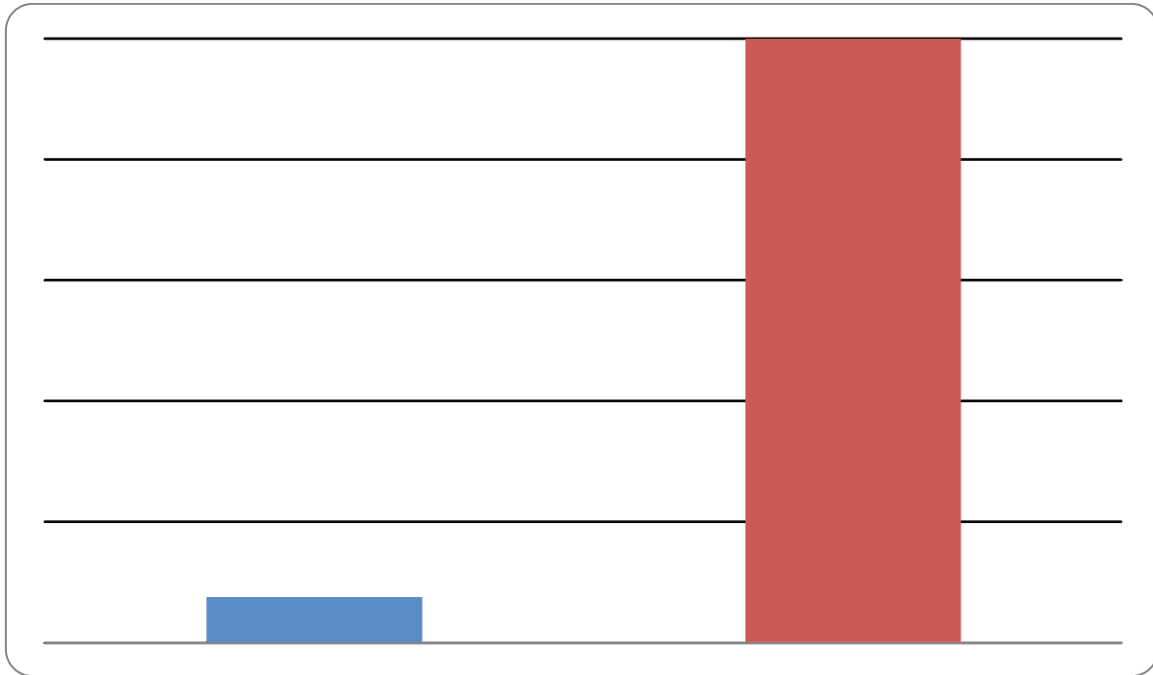


Figure n04 : diagramme comparatif de potassium des boues par rapport a la norme AFNOR

Les analyses chimiques :

En comparant les résultats trouvés dans le (tab08) et en annexe on constate que les teneurs des métaux lourds trouvés dans nos boue a savoir : le Fer ,le cuivre et le zinc sont largement inférieure vis-à-vis aux normes AFNOR .

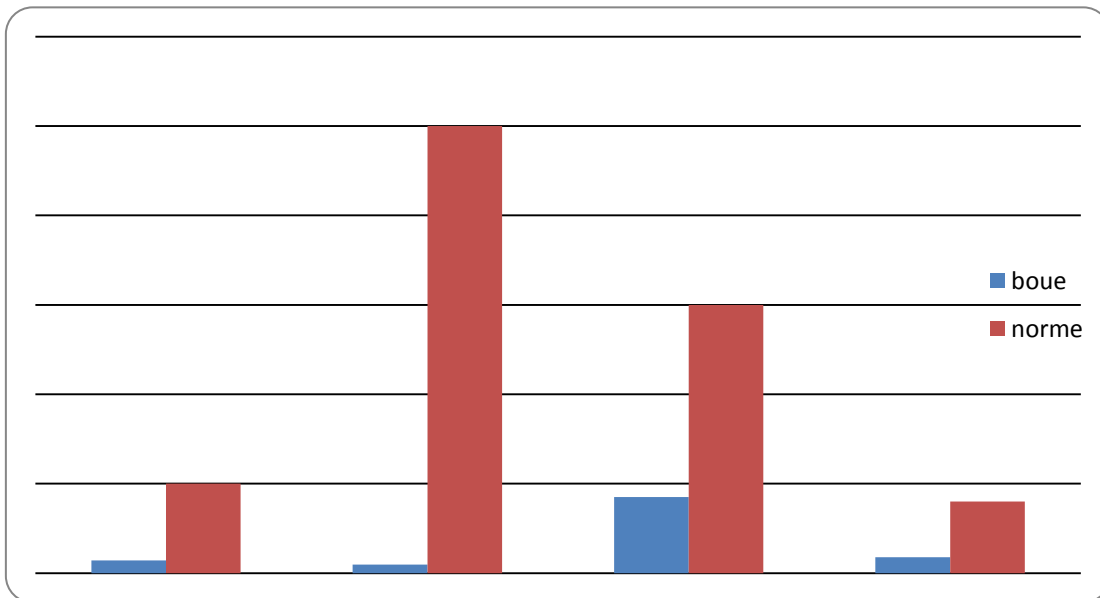


Figure n05 :diagramme comparatif de(Cu ;Fe ;Zn ;Mn) des boues par rapport a la norme AFNOR

Ce qui motive les agriculteurs a utiliser les boues d'épuration c'est avant tout leur composition en matière fertilisante ,la granulométrie nous a permis d'apprécier la classe

texturale de la boue qui est constituée de 57% limons d'où texture limoneuse ;d'après COTENIE,1976 les textures moyennes ne provoquent pas l'asphyxie du système racinaire .

Le pH de la boue tend vers la neutralité malgré la concentration de la boue qui est due probablement à la période du prélèvement de l'échantillon ; notre boue est considérée comme riche en matière organique avec une valeur qui dépasse les 25% cette propriété rend la boue comme un fertilisant organique surtout pour les sols qui sont pauvres à cette matière et la quantité de la boue s'accroît après chaque traitement d'épuration ,ce qui a pour conséquence une pollution de l'environnement .

Concernant l'azote il est inférieur 1.3% ;cette valeur est relativement proche de l'intervalle AFNOR dans ce cas nous considérons la boue comme riche en azote .

La quantité du phosphore est plus importante par rapport au potassium qui se situe dans la fourchette de la concentration admissible par AFNOR . ceci est dû probablement à l'origine des eaux qui sont riches en eaux ménagères et en aliment ,les valeurs des métaux lourds sont largement inférieures aux normes AFNOR ce qui confirme que les boues ne sont pas toxiques ;par ailleurs tous ces paramètres et autres permettent la valorisation en milieu agricole avec quelque correction en cas de carence ou d'excès.

5. étude économique:

Actuellement, l'économie est considérée comme un enjeu important dans les études de projets, principalement dans le domaine de l'assainissement où la disponibilité des ressources financières est un enjeu déterminant. En fait, un projet qui n'a pas assez de ressources financières pour couvrir ses dépenses ne pourra pas être durable dans le temps, car les principaux procédés d'épuration engendrent des coûts importants qu'il faut prendre en charge.

Une des problématiques majeures dans la conception d'une station de traitement de l'eau est la gestion des boues ;la mise en place de traitement de l'eau conduit à la production de déchets d'épuration par la station

5.1 Évaluation de l'impact de la réutilisation des eaux usées : (boues)

5.1.1 Introduction

Dans le but d'évaluer l'impact de la réutilisation des eaux usées en agriculture (dans notre cas l'utilisation de la boue) dans la présente étude, on se basera sur une grille d'évaluation qui a été développée par le Conseil général du Val-de-Marne. On utilisera le même concept que celui adapté dans cette grille.

En fait, la grille a été élaborée afin de disposer d'un outil d'évaluation et d'analyse des projets au regard du concept de développement durable (**Conseil général de Val de Marne, 2004**). Dans cette grille, les projets sont analysés selon les principaux critères du développement durable

qui sont : la gouvernance, l'environnement, l'économie, le social et la politique. Dans le cas de la présente étude, seuls les critères suivants seront considérés : l'environnement,

l'économie et le social. Chacun des critères sera divisé en sous-critères pour faciliter l'analyse. Ensuite, pour chaque sous-critère, une série de questions relatives à la nature du projet sera établie. Après, chaque question aura sa propre réponse sous forme de commentaires, de manière à faciliter, par la suite, l'évaluation des sous-critères.

En ce qui concerne l'évaluation des questions, une autre méthode inspirée du modèle de **l'Institut du développement durable des Premières Nations** du Québec et du Labrador sera appliquée. Il s'agit d'attribuer une note à chaque question selon le degré d'importance de la question envers le sous-critère étudié (**IDDPNQL, 2006**).

Dans le cas de notre analyse, les notes situées entre 0 et 3 seront attribuées aux questions et vont indiquer l'intensité de l'impact des composantes suivantes : la station de traitement et l'irrigation par les eaux usées traitées, sur les principaux sous-critères. Dans le cas d'une note 0, l'impact des composantes sera non significatif, ce qui est considéré comme l'idéal.

La note 1 signifie que l'impact des composantes est faible. La note 2 indique un impact moyen, ce qui veut dire que les composantes affectent de manière significative les sous-critères identifiés dans la grille, qu'il faut le prendre en considération et essayer de le réduire. La note 3, elle, signifie que l'impact est fort et que la composante affecte gravement les sous-critères, par conséquent, il faut prévoir des mesures pour réduire et éliminer l'impact.

Une fois que les notes sont attribuées aux différentes questions, l'évaluation se poursuivra par la pondération de chaque question de manière à ce que le total soit égal à 1. En fait, le degré d'importance de chaque question déterminera la pondération à donner.

Cette importance sera évaluée selon un jugement personnel sur la sensibilité des critères environnementaux et socio-économiques. Par exemple, dans le critère de l'environnement, une question qui portera sur l'impact de l'irrigation sur la qualité des eaux souterraines aura une pondération supérieure à la question qui portera sur l'impact de la station sur la qualité de l'air.

Finalement, en vue d'évaluer l'impact du traitement des eaux usées et de leur réutilisation sur les principaux critères, une moyenne pondérée sera calculée pour chaque critère. Ces critères seront présentés sous forme d'un triangle.

Donc, le résultat final s'interprétera comme suit : si la moyenne est localisée entre 3 et 2, l'impact des composantes sera très important sur le critère choisi et il faudra trouver des solutions immédiates aux différents problèmes identifiés dans l'analyse.

Si la moyenne se situe entre 2 et 1, l'impact sera moyennement important sur le critère, mais il faudra trouver des mesures correctives. Or, lorsque la moyenne sera entre 1 et 0, l'impact sur le critère sera non significatif et la composante aura un impact positif sur le critère établi (annexe 8).

En fait, la grille d'évaluation d'impact (tableau 15) prendra la forme suivante :

Tableau15: Grille d'évaluation d'impact.

				Evaluation d'impact				
				négligeable	Faible	Moyen	fort	
Critères	Sous critères	Questions	pondération	0	1	2	3	commentaire

5.2.2 Critère environnemental :

L'évaluation d'impact sur l'environnement est devenue une étape primordiale avant la conception de chaque projet. D'ailleurs, la majorité des bailleurs de fonds (institutions financières, organismes internationaux de développement, etc.) et d'investisseurs exigent la réalisation d'études et d'évaluations d'impact sur l'environnement à la suite de l'importance de cet enjeu à l'échelle internationale.

Donc, afin d'évaluer ce critère, l'impact sur l'environnement a été décomposé en sous-critères : eau, air, sol, écosystème et matières résiduelles. Ensuite, pour chaque sous-critère a été déterminé un certain nombre de questions dont la réponse permettra d'évaluer l'impact. Donc, pour le sous-critère « eau », l'évaluation a pour but de déterminer le degré d'efficacité du traitement et d'abattement de la pollution des eaux usées, l'impact de l'utilisation des eaux usées épurées sur les ressources en eau, etc.

Quant au sous-critère nommé « sol », l'évaluation est concentrée sur le risque potentiel des boues, sur la qualité et les propriétés du sol agricole, à savoir si cette boues pourra modifier les caractéristiques du sol.

Le sous-critère appelé « écosystème » comprend une seule question qui a pour but de connaître l'impact de la boue sur la faune et la flore.

Pour le sous-critère appelé «air», il comprend des questions ayant comme objectifs de connaître les principales émissions de gaz à partir de la station d'épuration et de déterminer le degré d'impact qu'elles engendrent sur la qualité de l'air.

Finalement, le sous-critère appelé « matières résiduelles » a pour objectif de savoir si la station d'épuration produit des déchets qui seront dangereux sur l'environnement.

5.2.3 Critère économique :

Actuellement, l'économie est considérée comme un enjeu important dans les études de projets, principalement dans le domaine de l'assainissement où la disponibilité des ressources financières est un enjeu déterminant. En fait, un projet qui n'a pas assez de ressources

financières pour couvrir ses dépenses ne pourra pas être durable dans le temps, car les principaux procédés d'épuration engendrent des coûts importants qu'il faut prendre en charge. D'ailleurs, l'absence de financement a causé l'arrêt de plusieurs stations. En effet, afin d'évaluer quel genre d'impact causera la station d'épuration et la réutilisation des eaux épurées, deux sous-critères ont été choisis : l'économie locale et l'efficacité économique.

À travers le premier sous-critère, on veut évaluer l'impact que peut induire la réutilisation des eaux traitées sur l'économie locale de la commune de TIARET, à savoir si cette opération permettrait de créer une certaine dynamique économique, qu'elle soit industrielle ou agricole, comme : l'encouragement des investissements dans la région par la création d'autres filières industrielles et l'augmentation de la rentabilité des terres agricoles. En outre, on évaluera même l'impact sur les rentrées financières de la commune et celles des agriculteurs.

Quant au deuxième sous-critère, on évaluera l'efficacité économique des différentes opérations, qu'il s'agisse du traitement ou de l'irrigation. En fait, cette évaluation permettra de savoir si le projet tombera dans un déficit financier ou permettra de réaliser des gains économiques importants. Donc, les coûts de fonctionnement et de maintenance de la station et les mécanismes de recouvrement des dépenses seront tous évalués. De plus, on analysera aussi l'impact de la station sur le niveau de vie de la population de la commune

5.2.4 Critère du social :

Comme les critères environnemental et économique, le critère social est un enjeu important dans les études d'impact de la majorité des projets. L'évaluation du critère social implique souvent les concepts de santé-sécurité, la création d'emplois, l'acceptabilité publique du projet et l'amélioration de la qualité de vie.

En fait, pour la création d'emplois, l'analyse a porté sur l'impact de la station et de l'irrigation sur l'emploi, de manière à savoir s'ils vont encourager la création d'emplois ou le contraire.

Aussi, l'analyse permettra d'évaluer l'impact de la présence ou de l'absence des formations en techniques d'assainissement sur l'emploi. De plus, le concept de l'égalité des sexes envers l'accès à l'emploi sera aussi évalué.

La santé-sécurité est le deuxième sous-critère qui a été analysé. Pour ce faire, plusieurs enjeux ont été analysés, tels que : la sécurité des employés qui travaillent dans la station d'épuration et l'évaluation des risques sanitaires de contamination des usagers de l'eau et des consommateurs de produits irrigués par les eaux traitées. D'autres enjeux, comme la santé des

consommateurs et des agriculteurs, ont aussi été évalués à cause de leur importance dans la prise de décision concernant l'acceptabilité de l'irrigation.

Cette dernière sera évaluée à part. En fait, on essaiera de savoir si les agriculteurs accepteront d'acheter les boues pour fertiliser leurs champs et si la population acceptera d'acheter une telle production alimentaire

5.3 Impact sur l'environnement :

D'après la grille d'évaluation d'impact, le critère de l'environnement présente un résultat de 1,2 sur 3 (tableau 16) (annexe 8), ce qui est considéré comme un impact moyennement important.

En effet, en cas de dysfonctionnement de l'une des étapes de traitement, l'effluent final risque de causer une contamination des ressources en eau, notamment par la contamination des eaux souterraines par les nitrates par percolation de l'eau d'irrigation vers la nappe phréatique.

Concernant le sous-critère de l'air, la production de biogaz (méthane) reste le principal problème (gaz explosif) qui risque de nuire à la qualité de l'air. En plus du méthane, la dégradation dans le bassin non aéré se fait en l'absence d'oxygène, ce qui peut causer un dégagement d'odeurs nauséabondes dans l'entourage de la station.

En plus des risques d'explosion, le méthane est un puissant gaz à effet de serre.

Quant à l'impact sur la qualité et les propriétés du sol, il est considéré comme faible tant que la qualité de l'effluent final rencontre les normes. Cependant, un dysfonctionnement de l'une des étapes de traitement constituerait un risque potentiel sur le sol, causant ainsi la contamination par la présence de métaux potentiellement toxiques ou l'augmentation de la concentration de certains minéraux dans le sol, ce qui peut nuire à la croissance des cultures (Azad, 1987). Toutefois, si le traitement fonctionne bien, tous ces éléments seront éliminés rapidement parce que toutes les eaux usées traitées proviennent essentiellement d'un secteur entièrement résidentiel, où la concentration des métaux lourds est souvent non-significative.

Enfin, l'évaluation du sous-critère des matières résiduelles a montré un impact fort des déchets sur l'environnement. En raison des bassins de dénitrification et des bassins non aérés, la station génère des boues qui décantent au fond des bassins. Ensuite, elles sont envoyées vers des lits de séchage grâce à des pompes submersibles (Environmental Alternatives Unlimited et L.L.C., 2009). Une fois séchées, les boues sont acheminées vers la décharge municipale pour qu'elles soient éliminées avec les déchets ménagers. En conséquence, ces boues peuvent engendrer des conséquences sur l'environnement et sur les personnes qui

habitent près de cette décharge parce qu'elles pourraient constituer une source de contamination pour les sources d'alimentation en eau potable, notamment les eaux de puits.

Tableau N16 : Grille d'évaluation de l'impact sur l'environnement.

Critères	Sous-critères	Questions	Pondération	Évaluation	
L'environnement	Eau	Le manque de OD peut-il perturber le traitement?	0,04	1	
		La méthode de diffusion de l'oxygène est-elle fiable?	0,04	1	
		La DBO5 est-elle suffisamment éliminée?	0,04	2	
		La DCO est-elle suffisamment éliminée?	0,04	0	
		Le traitement élimine-t-il les métaux lourds de l'eau?	0,04	3	
		L'azote généré par la station comporte-t-il un danger sur l'environnement?	0,04	0	
		Le traitement réduit-il la concentration de l'ammoniac dans l'effluent final?	0,04	2	
		Le traitement élimine-t-il les substances toxiques de l'eau?	0,04	3	
		Le traitement élimine-t-il les coliformes fécaux de l'eau?	0,035	0	
		L'irrigation a-t-elle un impact sur les eaux de surface?	0,035	0	
		L'irrigation a-t-elle un impact sur les eaux souterraines?	0,04	1	
		L'irrigation a-t-elle un impact sur le bilan hydrique de la région?	0,04	1	
		Air	Le traitement engendre-t-il des émissions de monoxyde de carbone?	0,035	0
	Le traitement engendre-t-il des émissions de dioxyde de carbone?		0,04	1	
	Le traitement engendre-t-il des émissions du méthane?		0,045	3	
	Le traitement engendre-t-il des émissions particulières?		0,04	0	
	Le traitement dégage-t-il des odeurs?		0,04	2	
	Le traitement engendre-t-il du bruit?		0,04	0	
	Sol	L'irrigation cause-t-elle une contamination du sol?	0,045	1	
		L'irrigation cause-t-elle une amélioration de la qualité du sol?	0,045	0	
		L'irrigation change-t-elle les propriétés du sol?	0,04	1	
	Écosystème	L'irrigation a-t-elle un impact sur l'écosystème?	0,045	1	
	Matière résiduelle	Les déchets produits constituent-ils un danger sur l'environnement?	0,045	3	
		La station produit-elle des déchets dangereux?	0,04	3	
		Existe-t-il un plan de gestion des matières résiduelles?	0,03	1	
	Moyenne pondérée	1,2	Total de la pondération	1	

5.4 Impact sur l'économie :

Le critère de l'économie a obtenu un résultat de 1,6 sur 3 (tableau 17) (annexe 8), ce qui est l'équivalent d'un impact moyennement fort. En fait, plusieurs éléments affectent l'efficacité économique du projet de la réutilisation. Premièrement, la majorité des équipements installés dans la station, comme les plaques d'arrêt de l'écoulement, les vannes, les pompes de recyclage, les pompes à effluents et les pompes à boues, ont tous été importés. Dès lors, en cas d'un bris mécanique d'un équipement, les responsables sont obligés d'importer les pièces de rechange de l'extérieur des prix élevés et s'attendre à de longs délais. De plus, des pièces qui viendront de l'extérieur auront parfois besoin d'une main-d'oeuvre qualifiée. Donc, en plus de l'achat du matériel, il faudra payer le déplacement, le séjour et les heures de travail de cette main d'oeuvre, ce qui risque d'augmenter les charges financières de façon non durable

. Deuxièmement, tous les coûts de gestion de la station d'épuration sont calculés, mais ils ne sont pas bien détaillés (tableau 17), surtout la rubrique « Divers » et celle des « Salaires ». Dans la première, on ne sait pas quelle est la nature des dépenses qui sont liées à « Divers » et, dans la deuxième, on ne connaît pas le nombre d'emplois disponibles dans la station.

Tableau n 17 : Coûts de gestion de la station d'épuration

Rubrique	Cout (an)	Cout (%)
Electricité	7894	23.1
Salaire	9209	26.9
Analyse de laboratoire	10525	30.8
Divers	6578	19.2
Total de cout de gestion	34206	100

Finalement, la station devra faire face au problème de financement. Depuis le début du fonctionnement de la station, le paiement de la facture d'alimentation en eau potable par la population reste la seule source de revenus de la station.

En effet, le financement de la station d'épuration représente une importance majeure pour le maintien des opérations de traitement ainsi que le conditionnement des eaux usées avant leur réutilisation

d'autres mécanismes de recouvrement des coûts ont été déterminés, mais sans qu'ils ne soient toutefois appliqués. Il s'agit de la vente des boues résiduelles après leur compostage aux agriculteurs, la vente des roseaux après leur récolte aux agriculteurs et la valorisation du biogaz des bassins non aérés pour produire l'électricité nécessaire à la station afin de réduire les coûts d'opération.

Cependant, depuis la mise en marche de la station d'épuration, aucun de ces mécanismes n'a fonctionné, d'une part à cause du manque de moyens techniques essentiels : c'est le cas des boues. L'absence d'une plate-forme de compostage pour la stabilisation des boues ne permet pas de les valoriser et de leur donner une valeur agronomique importante qui facilitera, par la suite, leur vente auprès des agriculteurs; d'autre part, en raison de l'absence de l'exécution des tâches de la part des employés. C'est le cas des roseaux qui n'ont jamais été coupés pour être vendus depuis la mise en marche de la station. Aussi, le biogaz n'a jamais été valorisé alors qu'un groupe électrogène a été mis en place pour produire de l'électricité à partir d'un mélange de biogaz et de diesel (**Environmental Alternatives Unlimited et L.L.C., 2009**).

Tableau n 18 : Grille d'évaluation de l'impact sur l'économie.

Critères	Sous-critères	Questions	Pondération	Évaluation		
Économie	Économie locale	L'irrigation encourage-t-elle les investissements dans la région?	0,06	1		
		L'irrigation engendre-t-elle une dynamique économique?	0,055	1		
		L'irrigation aura-t-elle un impact sur les rentrées financières de la commune?	0,055	2		
		L'irrigation aura-t-elle un impact sur la valeur financière du terrain agricole?	0,05	2		
		L'irrigation pourra-t-elle encourager certains types de commerce?	0,06	1		
		L'irrigation encouragera-t-elle la création d'autres filières industrielles?	0,06	0		
		L'irrigation engendra-t-elle un impact sur les dépenses financières des agriculteurs?	0,06	1		
	L'efficacité économique	L'irrigation augmentera-t-elle la rentabilité des agriculteurs?	0,06	1		
		La station aura-t-elle un impact sur la facture de l'eau?	0,06	3		
		Le matériel utilisé dans le fonctionnement de la station de traitement provient-il du Maroc?	0,065	3		
		Les coûts d'exploitation de la station ont-ils été évalués?	0,065	0		
		La station ne sera-t-elle pas auto-suffisante?	0,055	3		
		L'irrigation est-elle rentable pour la station?	0,06	1		
		Les coûts de recouvrement des frais ont-ils été évalués?	0,055	2		
		Les mécanismes de recouvrement des coûts sont-ils identifiés?	0,06	3		
		Est-ce qu'il y a un budget de fonctionnement annuel disponible?	0,06	3		
		Le prix de vente des eaux traitées est-il adapté à la réalité et au niveau de vie des agriculteurs?	0,06	1		
		Moyenne pondérée	1,635	Total de la pondération	1	

5.5 Impact sur le social

Le critère social a obtenu un résultat de 2,10 sur 3, ce qui est considéré comme un impact fort (tableau 19) (annexe 8).

En fait, l'analyse a montré que la station d'épuration présente des impacts négatifs dans le succès du projet. En fait, la station d'épuration pourrait bien créer de l'emploi, mais les formations académiques dans le domaine de l'assainissement sont presque absentes. Donc, en cas de besoin de main-d'œuvre, la région ne sera pas capable de combler ce besoin.

sauf pour le financement qui a été assuré par l'état (Environmental Alternatives Unlimited et al., 2004). En conséquence, l'expérience dans le domaine de l'assainissement n'a pas profité au projet.

Par contre, si les agriculteurs acceptent de réutiliser les boues, cela pourrait bien générer des emplois dans le domaine agricole, parce qu'il faudra contrôler la qualité de l'effluent, le transport et l'utilisation de l'eau auprès des agriculteurs.

Quant au sous-critère de santé-sécurité, l'analyse a soulevé certains points négatifs, comme le ratisage manuel des lits de sable, ce qui constitue un risque sur la sécurité et la santé des employés qui seront en contact direct avec ces eaux gorgées de polluants et de micro-organismes pathogènes. Il y a également des contraintes de nature microbiologique qui peuvent nuire à la santé des agriculteurs, lorsque ces derniers entrent en contact direct avec ces eaux sans prendre en considération les mesures de précaution qui assurent la protection de la santé humaine, surtout lorsque la qualité de l'effluent final ne rencontre pas les normes de réutilisation préétablies.

En ce qui concerne le sous-critère de l'acceptabilité, ce dernier risque d'être l'enjeu le plus important dans l'équation. D'une part, si les agriculteurs ne veulent pas utiliser les boues, ils vont continuer à acheter des engrais minéraux pour augmenter leurs rendements agricoles, causant ainsi des dommages inhérents à l'environnement, en raison de l'épuisement des ressources hydriques qui sont déjà en déficit, en plus de la contamination des nappes par les nitrates qui se trouvent dans les engrais.

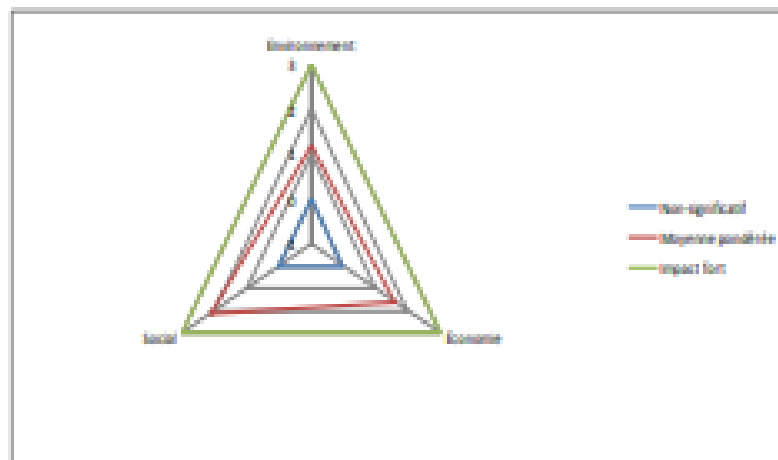
D'autre part, l'acceptabilité des produits agricoles irrigués par ces eaux épurées par les citoyens joue un rôle déterminant. Dans ce cas, le contexte socioculturel, les valeurs, les croyances et les coutumes peuvent amener des changements sur l'acceptabilité (**Al KHATEEB, 2001**).

Tableau 19 : Grille d'évaluation de l'impact sur la société.

Critères	Sous-critères	Questions	Pondération	Évaluation
Social	Emploi	La station offre-t-elle des emplois à temps complet?	0,065	0
		Est-ce que les emplois sont accessibles à la population?	0,065	1
		Existe-il des formations sur les techniques d'assainissement?	0,06	3
		L'irrigation offre-t-elle des emplois à temps complet?	0,074	2
		Est-ce qu'il y a eu recours aux expériences nationales dans la construction de la station?	0,065	3
		La maintenance de la station sera-t-elle assurée par des Marocains?	0,08	3
	Santé et sécurité	La station assure-t-elle la protection des employés?	0,066	2
		Existe-t-il un plan d'évacuation des eaux usées au niveau de la station?	0,075	2
		Existe-il un risque d'inondation de la station?	0,07	3
		L'irrigation engendre-t-elle un risque sur les agriculteurs?	0,075	1
		La sécurité de la station est-elle assurée?	0,065	3
		Existe-t-il un risque sur la santé des consommateurs?	0,08	1
	Acceptabilité	L'irrigation est-elle acceptée par les agriculteurs?	0,08	3
		La population achètera-t-elle des produits provenant des terres irriguées par les eaux traitées?	0,08	1
Moyenne pondérée	2,102	Total de la pondération	1	

5.6 Représentation des résultats d'analyse :

La figure 5.1 représente la moyenne pondérée obtenue lors de l'analyse de l'impact de la station et de la réutilisation des eaux usées traitées en irrigation. En effet, cette analyse a montré que l'impact sur l'environnement et l'économie sera moyennement important, tandis que l'impact sur la société est très important. Donc, il faudra bien établir des recommandations pertinentes afin de réduire les impacts négatifs identifiés dans l'analyse et favoriser les différents points positifs obtenus sur le plan des trois critères.



6. ÉVALUATION CRITIQUE ET RECOMMANDATIONS :

6.1 Évaluation critique environnementale et socio-économique :

Malgré les nombreux avantages de la station d'épuration et de la réutilisation des eaux usées traitées et leur déchet (boue) en domaine agricole, l'analyse des différentes données relatives au fonctionnement de la station ainsi que l'évaluation de l'impact probable de l'utilisation de l'effluent final dans le secteur agricole ont soulevé certaines contraintes environnementales et socio-économiques

Du point de vue environnemental, l'analyse des différents impacts a soulevé les faiblesses suivantes

le processus d'oxygénation manuelle des filtres à sable, recommandé par les concepteurs de la station, demeure une opération qui risque d'affecter le traitement secondaire basé principalement sur la disponibilité de l'oxygène pour que les micro-organismes puissent bien remplir leurs tâches;

le traitement primaire se fait dans un milieu anaérobie, où la dégradation microbienne de la pollution est accompagnée d'une production de gaz composée principalement de méthane. Ce biogaz reste, jusqu'à aujourd'hui, non valorisé malgré la mise en place d'équipements sophistiqués. En plus de ne pas servir à réduire la dépendance énergétique de la station, ce biogaz contribue au réchauffement climatique;

les boues sont considérées comme étant des déchets ordinaires par les responsables de la station. Donc, elles finissent par se retrouver mélangées avec les déchets de la décharge publique

Quant à l'économie, l'analyse a montré que la station d'épuration risque de souffrir de problèmes financiers, à cause des facteurs suivants :

tous les équipements de traitement de la station ont été importés des États-Unis. Donc, une éventuelle panne mécanique dans la station risque d'alourdir la facture de la station et d'occasionner des défaillances sur le plan de la qualité de l'eau traitée;

les mécanismes de recouvrement des coûts de fonctionnement de la station ont été définis, mais sans évoquer les détails et les preneurs de certains des extrants comme les boues et les eaux traitées;

aucun de ces mécanismes de recouvrement identifiés précédemment n'est appliqué.

Finalement, l'analyse du critère social a obtenu la pondération la plus élevée parce que ce critère est déterminant dans la réutilisation de l'effluent traité en irrigation. Ce sont ainsi les points suivants qui sont responsables de la pondération obtenue :

le manque de formation en techniques d'assainissement nuit aux efforts de la station à trouver une main-d'œuvre qualifiée pour assurer un bon contrôle aux différentes étapes d'assainissement;

les agriculteurs refusent de prendre des boues pour fertiliser leurs terres agricoles;

un vide dans la législation concernant la réutilisation des boues ne permet pas de désigner un organisme qui puise prélever et gérer les revenus si les agriculteurs acceptent d'acheter les boues compostées

6.2 Avantages de la réutilisation et recommandations socio-économiques :

En ce qui concerne le critère de l'environnement, la réutilisation des boues assurera la protection des ressources en eau pour des fins agricoles au niveau local. En conséquence, cela pourrait améliorer le bilan négatif causé principalement par l'importation des engrais chimique. De plus, les analyses des boues ont indiqué une valeur nutritive pour les terres agricoles et les plantes à cause de la présence de l'azote et de phosphore en quantité importante dans l'effluent final (SOUDI et al., 2002).

En effet, cela pourrait réduire le risque potentiel de la contamination des nappes d'eau vulnérables à l'utilisation des engrais minéraux en agriculture et même améliorer et préserver la qualité du sol agricole.

6.2.1 Avantages économiques :

Du point de vue économique, la réutilisation des boues résiduelles contribuerait à l'amélioration de la situation économique auprès des agriculteurs., pour ce qui est de l'agriculture dite « classique » basée principalement sur utilisation des amendement . L'augmentation des récoltes est l'autre facette positive de cette réutilisation, ce qui encouragerait les agriculteurs à augmenter le niveau et les variétés de cultures.

Un autre avantage est, cette fois, en lien avec les coûts liés à l'utilisation des engrais. En fait, l'analyse environnementale et économique a démontré que cette réutilisation permettrait aux agriculteurs de réaliser des économies importantes en remplaçant l'achat d'engrais par la réutilisation des boues puisque ces dernières représentent la même valeur agronomique que celle des amendements agricoles.

De même, la réutilisation et le développement du domaine agricole encourageraient le commerce des équipements dans la commune.

6.3. Recouvrement des coûts :

Afin que les agriculteurs profitent des boues résiduaires, il faudrait que la station d'épuration puisse fonctionner pendant toute l'année. Cela ne sera possible que si la station arrive à couvrir toutes ses dépenses financières.

En premier lieu, la vente des boues compostées, comme des amendements agricoles, pourrait générer des revenus importants pour la station. Afin de calculer le revenu de cette vente, il faudrait connaître la quantité de boue produite par la station. Mais en faisant notre enquête on a constaté que les boues sont pas vendues aux agriculteurs et même dans le cas de récupération par ces derniers il n'y a pas de suivi entre la station et les agriculteurs malgré les engagements signés.

Selon le directeur de l'ONA, à la commune de TIARET : le volume épuré est de 11,63 MILLION m³.

La boue produite est de 1376 m³ LIQUIDE

Frais d'épuration est de 48,364 MILLION DA

En effet, la station générerait environ, 1,001 kg de boue par jour. De plus, les autres étapes de traitement et la biomasse de la roselière devraient amener le volume de boues autour de 20 kg/j à 30 kg/j. Ces boues sont acheminées vers les lits de séchage, où le taux de siccité dépend majoritairement des conditions climatiques. Dans ces lits, le taux de matières sèches varie entre 35 et 40 %.

Par conséquent, la station produirait environ 12 kg ($30 \text{ kg/j} * 0,40 = 12 \text{ kg}$) de boues déshydratées par jour.

Afin de mieux valoriser ces boues, le recours à leur compostage avec certains débris (feuilles, bois, papier, carton, écorces, etc.) permettrait de réduire leur volume de 2 à 3 fois. Par

Conclusion Générale

Conclusion générale

Conclusion générale :

Les boues produites par la station d'épuration sont rejetées après leur séchage dans la décharge publique, malgré leurs avantages agronomiques reconnus. En fait, les boues issues d'une station de traitement peuvent être considérées comme étant des fertilisants agricoles parce qu'elles renferment souvent des éléments nutritifs dont les plantes ont toutes besoin, principalement de l'azote et du phosphore, du calcium et du soufre un peu de potassium et du magnésium (**ADEME, s. d.b**). De plus, les boues compostées possèdent une bonne teneur en matière organique. Un sol riche en matière organique est propice pour l'agriculture et permet une meilleure rétention de l'eau, ce qui permet de pouvoir espacer les arrosages et réduire le risque de stress hydrique pour les plantes en période de sécheresse.

En effet, au lieu de jeter les boues dans la décharge publique, les responsables de la station pourraient vendre ces matières fertilisantes aux agriculteurs. Cela ne peut cependant se faire que si les boues respectent les exigences sanitaires applicables, parce qu'elles peuvent contenir des polluants chimiques et aussi des micro-organismes pathogènes (**MDDEP, 2002**).

Toutefois, on ne trouve aucun règlement qui suggère l'utilisation des boues dans le domaine agricole.

En plus de leur valorisation agricole, les boues pourraient bien être vendues auprès des carrières et sablières qui sont actives dans la commune. Elles serviraient au réaménagement et à la réhabilitation des sites ayant connu une détérioration de leur paysage après leur exploitation. Il serait toutefois très important, avant la réutilisation des boues, de procéder à leur caractérisation et à leur analyse de manière à éviter toutes sortes de contaminations potentielles ou de modifications de la composition du sol, par des éléments chimiques et autres qui peuvent entrer dans la composition de ces boues. Néanmoins, les boues ne seront pas simplement considérées comme matériel de remplissage des sites, mais elles serviront aussi à revégétaliser les sites grâce à leur valeur agronomique.

Nous avons entrepris un travail dans le cadre de la valorisation agricole des boues issue de la station d'épuration des eaux usées urbaines.

les analyses physico chimique des boues de la station d'épuration de TIARET ,ont permis en premier lieu de s'assurer que ces dernière ne sont pas polluant pour le sol ainsi que pour la plante car elle renferment une quantité très minime de métaux lourds qui est largement inférieure aux normes AFNOR.

Par ailleurs, on a pu conclure ; que la texture limono sableuse de la boue peut améliorer et apporté des modification textural au sol ,surtout si ce dernier est argileux .L'intérêt de leur utilisation améliore physiquement la structure de favoriser l'installation et le développement des culture maraichère ;

Conclusion générale

Enfin les boues sont riches en matière organique par rapport à d'autres substrats organiques tels que le fumier.

Plusieurs choix existent pour l'élimination de ces boues mais le choix doit être tributaire du coût d'installation et de l'origine des boues.

Le choix d'une méthode de fertilisation moins coûteuse efficace et l'assurance du financement assure une durabilité économique ; la décision des agriculteurs face à l'acceptation ou au refus de l'usage des boues résiduaires traitées peut provoquer d'une part un échec total, parce que tous les avantages ne peuvent pas être générés ; et d'autre part leur acceptation assurera une protection de l'environnement ; un développement économique car elle améliore le rendement agricole et diminue les factures d'importation des engrais chimiques.

En effet en vue d'assurer les impacts positifs et éliminer ceux qui sont négatifs une série de recommandations et de calculs a été élaborée, il s'agit de la sensibilisation des agriculteurs aux différents avantages environnementaux et socio-économiques de la réutilisation ; l'identification des mécanismes de recouvrement des coûts de gestion.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

FERRADJI NACERA,2011 .caractérisation physico chimique et microbiologique des boues résiduaires

ADEM E;2000.le séchage thermique des boues urbaines et industrielles ;agence de l'environnement et de la maitrise de l'énergie .Ed ADEME ,France ,10p

ADEME ;2001 a.les boues chaulées des stations d'épuration municipales :production ,qualité et valeur agronomique .Ed ADEME, Paris ,224p

ADEME ;2001 b. les boues d'épuration municipales et leur utilisation en agriculture .Ed ADEME ,paris ,101p

ARNED ;1982.la valorisation agricole des boues de la station d'épuration .cahier technique p63

AFNOR ;1985.norme française NU44-041.matière fertilisante .boues des ouvrages des eaux usées urbaine .détermination et spécification

ALEXENDRE D,1979.valorisation des boues ,utilisation en agriculture

AMIR S ,2005.contribution a la valorisation des boues de la station d'épuration par compostage :devenir des micropolluants métallique et organique et billon humique du compost thèse ,doctorat ,Maroc ,341p

APRIFEL,2001. Les boues d'épuration .document et synthèse ,p42

ARRETE DE 8 JANVIER ;1998.N26 du 31 JANVIER 1998.1563p

BAIZE D ;1988.guide des analyse courante en pédologie I.N.R.A ,172p

BAIZED ;2000.guide des analyse en pédologie ,2eme Ed I.N.R.A paris

BOUTIN P;1982.risque sanitaire provenant de l'utilisation d'eau polluée ou de boue de station d'épuration en agriculture .Ed T.S.M,n12Paris 547p

BRAME V ;1986.les procédé physico chimique d'épuration des eaux usées urbaine .série documentaire technique A.F.E.E .France

COTE NIE A;1980 .le sol comme réservoir et tampon naturel dans l'environnement, pédologie 27.01.19p

DUCHENE ;1990 .les système de traitement de boues des stations d'épuration des petites collectivité Tec et Doc ,1ere Ed CEMARGEF ,paris ,30p

DEGREMONT ;1989 .mémento technique de l'eau ;Tec et Doc 9ème Ed , Tom 2Ed la VASIER ,Paris 592p

EMILLAN K ;2004 .traitement des pollution industrielle Ed DUNOD, Paris 424p

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- GAID A ;1984.**épuration biologique des eaux usées .tome1 Ed OPU .Alger ,261p
- GAMRASNI M-A1979.**utilisation agricole des boues d'origine urbaine .Ed A.F.E.E,128p
- GAMRASNI M-A1981.**utilisation agricole des boues résiduaires d'origine urbaine Ed A.F.E.E, doctorat ,paris 128p
- GUY M ;2003.**les boues d'épuration et leur perspective de gestion en ile de France thèse doctorat , traité environnement ;NANCY
- JAMONET B ;1987 .**le traitement des boues résiduaires UNIV des science du Languedoc Montpellier ,10p
- JAROZ J ;1985.** Le traitement des boues des stations d'épuration .centre de formation et documentation sur l'environnement industriel ,Marseille
- KOLLER E ;2004.**traitement des pollution industrielles eau ,air ,sols boues Ed DUNOD .424p
- LACEE C ;1985.**analyse des boues Ed A.F.E.E tome 1,paris 135p
- MOREL R ;1996.** Les sols cultivés 2eme édition LAVOISIER paris 399p
- POMMEL B ;1973.**valorisation agricole des déchet :les boues résiduaires urbaines station d'agronomie de bordeaux ,Ed INRA, paris 70p
- ROBERT ET JUST ; 1997.**épandage des boues résiduaires ,aspect sanitaire et environnementaux .Ed ADEME 192/205p
- ROULA ;2005** caractérisation physico chimique et valorisation des boues résiduaires urbaines , thèse magister en science agronomique
- THOMAZEAU ;1981** station d'épuration eau potable – eau usées
- DEROUICHE FATMA ;2012** contribution a l'étude des boues résiduaires comme amendement organique pour les cultures maraichères , thèse magister
- Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) (s. d.a).** La stabilisation des boues. *In* ADEME. *Les différents types de boues d'épuration et leurs traitements*, En ligne. <http://www.ademe.fr/partenaires/boues/pages/f15.htm> (Page consultée le 17 décembre 2009).
- Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) (s. d.b).** La conjonction de l'intérêt agronomique et des capacités épuratrices du sol. *In* ADEME. *L'épandage agricole : pour tirer parti de l'intérêt agronomique des boues d'épuration*, En ligne. <http://www.ademe.fr/partenaires/Boues/Pages/chap21.htm> (Page consultée le 8 février 2010).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

Al Khateeb, N. (2001). L'acceptabilité socioculturelle de la réutilisation des eaux usées en Palestine. In Faruqui, N.I. Biswas, A.K. et Binoet, M.J (éd). La gestion de l'eau selon l'Islam, En ligne. http://www.idrc.ca/fr/ev-93955-201-1-DO_TOPIC.html (Page consultée le 5 octobre 2009).

Azad, A.S. (1987). Effect of sewage waste waters on some soil properties. *Indien journal of écologie*, vol. 14, n 1, p. 7-13.

Environnement Canada, École polytechnique (Montréal), Hydromantis Inc., et Axor Experts-Conseils Inc. (2003). NH3 procédés de traitement pour l'enlèvement de l'ammoniac des eaux usées municipales. Ottawa, Environnement Canada, 281 p.

Environmental Alternatives Unlimited, Chemonics International Inc. ECODIT, University of Georgia, Planning Assistance, G.S. Engineering Coverdale Organization Inc. (2004). Projet Pérennité des Ressources en Eau au Maroc. In United States Agency for International Development (USAID). USAID Documents, En ligne. http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PDABZ562.pdf (Page consultée le 23 octobre 2009).

Environmental Alternatives Unlimited et L.L.C. (2009). Manuel d'exploitation et de maintenance de la station de traitement des eaux usées de Drarga. Communication personnelle. Visite à la division de l'ONEP, les 14-16 décembre 2009, la commune de Drarga.

Fernandez, S. Verdier, J. et IPTRID (2004). Problématique de l'eau agricole en méditerranée. In Fernandez, S. Verdier, J. et IPTRID. Problématique de l'eau agricole en méditerranée,

Institut de développement durable des premières nations du Québec et du Labrador (IDDPNQL) (2006). Guide de l'utilisateur : Grille d'analyse en développement durable pour une planification communautaire et une gestion territoriale. In IDDPNQL. Stratégie de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador 2006-2009, [En ligne]. http://www.iddpnql.ca/fichiers/GUIDE_UTILISATEUR.pdf (Page consultée le 2 janvier 2010)

Maarouf, H. (2002). Analyse critique de l'efficacité des stations d'épuration des eaux usées au Maroc. Essai de maîtrise en environnement, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 67 p.

Annexes

Annexes



Annexe 01 :


Tableau : norme AFNOR

Les éléments	Normes afnor
Matière organique	40-65%
Azote total	2-2.5%
Phosphore total	0.43-0.47%
Potassium total	0.16-0.40%
Zinc (ppm)	3000ppm
Cuivre (ppm)	1000ppm
Fer (ppm)	5000ppm

Annexes

Annexe 02 :

**الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية**
République Algérienne Démocratique Et Populaire
وزارة الفلاحة و التنمية الريفية و الصيد البحري
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DU DÉVELOPPEMENT RURAL ET DE LA PÊCHE
Office Algérien Interprofessionnel Des Céréales الديوان الجزائري المهني للحبوب
Coopérative De Céréales Et Légumes Secs Tiaret تعاونية الحبوب والبقول الجافة تيارت




LES PRIX DES ENGRAIS

DESIGNATION	PRIX APPLIQUE
TSP	6 920,00
FOSFACTYL	9 272,30
NPK 15 15	7 990,00
UREE ASFERT	5 110,50
UREE PERLE	6 720,00
AZOSUL	6 620,00
WEATFERT	10 820,00
MAP NUTAGRA	8 990,00
MAP NUTAGRA	8 990,00
MAP CASAP	8 990,00
MAP CASAP	8 990,00
MATRIX	8 592,17

.....

SERVICE COMMERCIAL



Ccls Tiaret - Adresse :01 Rue Moulay Nadjem Tiaret - Tel : 046 41 58 05 / Fax : 046 41 56 96 .

Annexes

Annexe 03 :

Office National de l'Assainissement
 Direction de l'Exploitation et de la Maintenance
 UNITE DE : Taret

1) EFFECTIFS OPERATIONNELS

UNITE	Effectif affecté au Siège de Taret			Effectif affecté aux STEP			Effectif affecté aux centres			Effectif affecté aux Stations de rétention			TOTAL Effectifs UNITE	
	Cadre Supérieur	Cadre	Maîtrise	Exécution	Cadre	Maîtrise	Exécution	Cadre	Maîtrise	Exécution	Cadre	Maîtrise		Exécution
Effectifs	1	16	6	14	6	10	17	13	46	89	1	1	18	238
CIA	0	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	05
Total Effectifs	01	17	06	14	06	10	19	13	46	91	01	01	18	243

2) FRAIS D'EXPLOITATION DES STEP

STEP	1 : Frais de personnel (salaires et charges) en DA		2 : Frais d'énergie (électricité et gaz) Montant de la facture (n-1) en DA		3 : Frais de maintenance matériel et matériel en DA		4 : Coût des produits chimiques et traitement en DA		5 : Autres frais d'exploitation en DA		TOTAL			
	Cadre	Machine	Exécution	Pièces de rechanges	Achat petit Equipements	Achat Matériel et outillage	Prévisions et réparations à l'extérieur	Produits chimiques traitement	Résidus de laboratoires	Carburants et lubrifiants		EPI	Outillage, robinetterie outillage, ...	
Taret	3 540 189,84	3 945 062,40	6 891 611,24	1 209 327,48	108 780,08	4 500,00	102 860,00	180 000,00	22 000,00	0,00	51 040,00	36 650,27	96 221,60	16 208 382,91
Total	3 540 189,84	3 945 062,40	6 891 611,24	1 209 327,48	108 780,08	4 500,00	102 860,00	180 000,00	22 000,00	0,00	51 040,00	36 650,27	96 221,60	16 208 382,91

- * Les frais de personnel en salaire et charge seront déterminés sur la base des montants réels de l'unité, y compris les charges de personnel du dispositif DAP
- * Frais d'énergie (électricité et gaz), facture (n-1)
- * Coût des produits chimiques (chlorure ferrique) et stérilis pour analyses et polymères et autres additifs
- * Prévisions sous traites (location engins : excavation des bords, transport du personnel : etc.....)

- Autres frais d'exploitation par STEP :

- * Carburants et lubrifiants (carburant *graisse*Huile),
- * EPI
- * Outillage, robinetterie outillage, ...

3) FRAIS D'EXPLOITATION DES CENTRES

Centre	1 : Frais de personnel (salaires et charges) en DA			2 : Frais de maintenance matériel et matériel en DA					3 : Autres frais d'exploitation en DA			TOTAL
	Cadre	Maîtrise	Exécution	Achats matériels et matériels	Achat PPE (pièces Equipement)	Achat Matériel et outillage	Prévisions et réparations à l'extérieur	Carburants et lubrifiants	EPI	Location et Travaux Sous traites	Outillage, robinetterie outillage, ...	
Taret	1 066 063,28	7 569 418,56	10 471 428,80	123 120,00	0,00	107 069,30	90 000,00	194 900,00	163 626,38	0,00	31 222,18	19 813 408,50
K-Chellala	1 734 844,52	1 486 824,96	2 887 783,68	2 000,00	0,00	9 300,00	36 000,00	57 465,00	5 991,00	0,00	19 415,00	6 228 424,56
Rahoua	394 041,07	1 188 118,72	3 189 131,64	185 290,00	0,00	25 529,66	38 000,00	73 870,00	66 728,82	0,00	12 814,00	5 093 824,01

Annexes

Annexe 04 :

Document d'accompagnement des boues :

Bordereau n° :		
1. Émetteur du bordereau : Producteur des boues Dénomination : Adresse : Tél. : Mél : Personne à contacter :	2. Installation de destination ou d'entreposage ou de reconditionnement prévue sur site ou à l'extérieur Entreposage provisoire ou reconditionnement o <input type="checkbox"/> (cadres 10 et 11 à remplir) <input type="checkbox"/> non	
3. Dénomination du déchet Usine de production : Type de traitement :		Consistance : Solide <input type="checkbox"/> pâteuse <input type="checkbox"/>
4. Mentions au titre des installations classées ICPE Numéro de classification ICPE du site de production : Date d'obtention de l'autorisation : Numéro et date du certificat d'utilisation :		
5. Conditionnement: benne <input type="checkbox"/> citerne <input type="checkbox"/> autre <input type="checkbox"/> (préciser) <input type="checkbox"/>		
6. Quantité <input type="checkbox"/> réelle <input type="checkbox"/> estimée <input type="checkbox"/> tonne(s)	(joindre le bon de pesée ou la méthode d'évaluation)	
7. Analyse des Boues Rapport d'analyse disponible : Siccité <input type="checkbox"/> Date : Valeur agronomique <input type="checkbox"/> Date : ETM <input type="checkbox"/> Date :	(joindre les résultats d'analyses des boues)	
8. Déclaration du producteur des boues: Je soussigné certifie que les renseignements portés ci-dessus sont exacts et établis de bonne foi. NOM : Date : / / Signature et cachet :		

À REMPLIR PAR LE COLLECTEUR / TRANSPORTEUR

9. Collecteur-transporteur NOM : Adresse : Tél. : Mél : Personne à contacter :	Date de prise en charge : / / Wilaya de prise en charge : Wilaya de Destination : Fax. : Signature:
--	---

Annexes

Annexe 05 :

À REMPLIR EN CAS D'ENTREPOSAGE PROVISOIRE OU DE RECONDITIONNEMENT -

10. Réception dans l'installation d'entreposage ou de reconditionnement NOM : Adresse : Quantité présentée : <input type="checkbox"/> réelle <input type="checkbox"/> estimée tonne(s) Date de présentation : / / Lot accepté : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Motif de refus : Date : / / Signature et cachet :	11.Type de traitement intermédiaire <input type="checkbox"/> 1°) Traitement de la boue avant distribution <input type="checkbox"/> 2°) Entreposage simple avant épandage <input type="checkbox"/> Mélange Dans les cas 1°) et 3°), une analyse des boues doit être réalisée sur le produit modifié et jointe à ce bordereau
---	---

Annexe 06 :

À REMPLIR PAR LE REPRESENTANT AUTORISANT L'EPANDAGE

12. Déclaration de l'autorité compétente pour autoriser l'épandage : Je certifie que les renseignements portés ci-dessus sont conformes aux dispositions définies dans le dossier d'autorisation d'épandage et que l'épandage est fait selon les quantités prévues sur les parcelles préalablement identifiées. Autorité compétente : Adresse : NOM : Date : / / Signature et cachet :

Annexes

Annexe 07 :

À REMPLIR PAR LE DESTINATAIRE DES BOUES -

13. Identification de l'utilisateur final : NOM : Adresse : Personne à contacter : Quantité réelle présentée : tonne(s) Date de présentation : / / Lot accepté : oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> Motif de refus : Signataire : Signature et cachet : Date : / /	13. Réalisation de l'opération d'épandage : Numéro de l'autorisation d'épandage : Identification GPS de la parcelle concernée : Matériel utilisé : Dose appliquée : Type de culture : Je soussigné certifie que l'opération ci-dessus a été effectuée NOM : Date : / / Signature et cachet :
--	---

Annexes

Annexe 07 :

GRILLE D'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE

Critères	Sous-critères	Questions	Pondération	Évaluation d'impact				Commentaires	
				Négligeable	Faible	Moyen	Fort		
L'environnement	Eau	Le manque de OD peut-il perturber le traitement?	0,04		1			Si fongicide dissout disponible dans les lits de sable n'est pas suffisant pour les micro-organismes, le processus de nitrification ne peut pas avoir lieu.	
		La méthode de diffusion de fongicide est-elle faible?	0,04		1			Le ratisage manuel suggéré pour introduire de fongicide dans le milieu risque de ne pas être suffisant pour couvrir toute la demande de la biomasse.	
		La DBO5 est-elle suffisamment éliminée?	0,04			2		Selon les résultats d'analyse de l'effluent final, la concentration de la DBO5 diminue de 625 mg/l à 9 mg/l, mais on ne trouve pas de mise à jour des analyses en 2010.	
		La DCO est-elle suffisamment éliminée?	0,04	0				Dans les bassins non aérés, les micro-organismes travaillent sur la dégradation de la pollution, ce qui diminue par la suite la DCO.	
		Le traitement élimine-t-il les métaux lourds de l'eau?	0,04				3	S'il y a une maintenance permanente de la roselière, cette dernière pourrait éliminer les métaux, sauf que, selon un responsable, les plantes n'ont jamais été coupées.	
		L'aérite généré par la station comporte-t-il un danger sur l'environnement?	0,04	0				L'aérite qui sera produit par la station et qui sera acheminé vers les cubans représentera une valeur agronomique importante qui remplacera l'achat des engrais chimiques par les agriculteurs et donnera de bons résultats à la fin de la saison.	
		Le traitement réduit-il la concentration de l'ammoniac dans l'effluent final?	0,04			2		Les filtres à sable assurent la nitrification, ce qui permet l'élimination de l'ammoniac, mais le processus de dénitrification peut avoir lieu si fongicide manque dans le milieu.	
		Le traitement élimine-t-il les substances toxiques de l'eau?	0,04				3	On ne parle pas de substances toxiques dans le rapport technique, ce qui pourrait s'expliquer soit par leur absence dans l'eau usée, ou leur présence a été négligée.	
		Le traitement élimine-t-il les coliformes fécaux de l'eau?	0,035	0				Selon les résultats d'analyse, la concentration de coliformes fécaux dans l'effluent final est conforme à la directive de la qualité microbiologique de l'OMS.	
		L'irrigation a-t-elle un impact sur les eaux de surface?	0,035	0				Tant que la qualité des eaux traitées est conforme à la norme, il n'y aura pas d'impact.	
		L'irrigation a-t-elle un impact sur les eaux souterraines?	0,04		1			En cas d'un dysfonctionnement de la station, ou un manque de suivi, l'irrigation par des eaux traitées risque de contaminer les eaux souterraines.	
		L'irrigation a-t-elle un impact sur le bilan hydrique de la région?	0,04		1			La réutilisation des eaux traitées en irrigation doit être une politique appliquée au niveau de toute la région, mais il y aura un impact positif au niveau de la commune.	
		Air	Le traitement engendre-t-il des émissions de monoxyde de carbone?	0,035	0				Il n'y a pas de production de monoxyde de carbone.
			Le traitement engendre-t-il des émissions de dioxyde de carbone?	0,04		1			Le processus de dégradation anaérobie dans les bassins n'engendre pas l'émission de dioxyde de carbone, mais il reste que cette étape est importante dans le traitement.
			Le traitement engendre-t-il des émissions de méthane?	0,045				3	La dégradation dans des conditions anaérobies produit le gaz de méthane, sans qu'il soit valorisé.
	Le traitement engendre-t-il des émissions particulières?		0,04	0				Le processus de traitement appliqué ne génère pas de poussières.	
	Le traitement dégage-t-il des odeurs?		0,04			2		Les odeurs sont dégagées au cours du traitement anaérobie, mais le rapport technique ne mentionne aucun problème par rapport à ce point.	
	Le traitement engendre-t-il du bruit?		0,04	0				Le traitement par filtration-percolation avec recirculation ne comprend pas de grandes machines qui peuvent produire du bruit.	
	Sol		L'irrigation cause-t-elle une contamination du sol?	0,045		1			Dans le cas d'un dysfonctionnement de la station, il peut y avoir une contamination du sol par des composés azotés et d'autres substances.
		L'irrigation cause-t-elle une amélioration de la qualité du sol?	0,045	0				La disposition des eaux traitées riches en matières enrichissantes, peut améliorer la qualité du sol, surtout si ce dernier en manque beaucoup.	
		L'irrigation change-t-elle les propriétés du sol?	0,04		1			Si l'eau traitée est riche en matières minérales, cela peut avoir un impact sur quelques propriétés du sol, comme sa conductivité.	
	Écosystème	L'irrigation a-t-elle un impact sur l'écosystème?	0,045		1			Tant que les eaux usées sont parfaitement traitées, il n'y aura pas d'impact ni sur la faune ni sur la flore.	
		Matière résiduelle	Les déchets produits constituent-ils un danger sur l'environnement?	0,045				3	Certains déchets, comme les boîtes, sont acheminés directement dans la décharge municipale, ce qui peut engendrer un impact négatif sur l'environnement.
	La station produit-elle des déchets dangereux?		0,04				3	Les opérations de maintenance de la station peuvent générer des déchets dangereux qui seront mélangés avec les autres types de déchets au niveau de la décharge publique.	
	Existe-t-il un plan de gestion des matières résiduelles?		0,03		1			Le rapport technique de la station ne fait signe à aucun plan de gestion des matières résiduelles.	
	Moyenne pondérée	1,2	Total de la pondération	1					

Annexes

Annexe 08 :

GRILLE D'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE

Critères	sous-critères	Questions	Pondération	Évaluation d'impact				Commentaires	
				Négligeable 0	Faible 1	Moyen 2	Fort 3		
Économie	Économie locale	L'irrigation encourage-t-elle les investissements dans la région?	0,06		1			La disponibilité des eaux pour l'agriculture peut encourager les investissements agricoles.	
		L'irrigation engendre-t-elle une dynamique économique?	0,055		1			La disponibilité des eaux pourrait augmenter le rendement agricole, ce qui créerait une dynamique économique parce que l'économie locale est basée sur l'agriculture.	
		L'irrigation aura-t-elle un impact sur les rentrées financières de la commune?	0,055			2		Le recours aux demandes administratives par les agriculteurs sera considéré comme une ressource financière pour la commune.	
		L'irrigation aura-t-elle un impact sur la valeur foncière du terrain agricole?	0,05			2		Si le rendement agricole augmente, le prix de la terre agricole augmentera aussi, ce qui n'est pas encourageant pour les investissements agricoles.	
		L'irrigation pourra-t-elle encourager certains types de commerce?	0,06		1			L'irrigation va encourager le commerce des équipements agricoles nécessaires pour l'irrigation des champs agricoles et sera plus avantageuse si ce commerce se trouve dans la commune.	
		L'irrigation encourage-t-elle la création d'autres filières industrielles?	0,06	0				L'augmentation du rendement agricole peut encourager l'industrie agro-alimentaire et l'industrie du compostage.	
		L'irrigation engendra-t-elle un impact sur les dépenses financières des agriculteurs?	0,06		1			Le prix de vente des eaux traitées permettra aux agriculteurs de réaliser des économies importantes, ainsi l'utilisation des engrais ne sera pas la même, donc ils n'auront plus les mêmes dépenses.	
		L'irrigation augmentera-t-elle la rentabilité des agriculteurs?	0,06		1			Si le rendement agricole augmente en utilisant des eaux usées traitées en irrigation.	
	L'efficacité économique	La station aura-t-elle un impact sur la facture de l'eau?	0,06				3	La facture d'eau payée par la population ne sera pas la même parce qu'il y a le prix du traitement qui sera ajouté en fonction de la quantité d'eau potable consommée.	
		Le matériel utilisé dans le fonctionnement de la station de traitement provient-il du Maroc?	0,065				3	Tous les équipements de fonctionnement de la station ont été importés des États-Unis d'Amérique.	
		Les coûts d'exploitation de la station ont-ils été évalués?	0,065	0				Selon le rapport final de l'USAID, les coûts d'exploitation sont de 22 000 \$/an.	
		La station ne sera-t-elle pas auto-suffisante?	0,055				3	Au cas où la station réussisse à vendre les eaux traitées et les boues compostées, elles sera capable de couvrir ses dépenses.	
		L'irrigation est-elle rentable pour la station?	0,06		1			Si les agriculteurs acceptent d'acheter les eaux épurées, cela pourrait être rentable. Toutefois, la rentabilité n'est pas le but du projet.	
		Les coûts de recouvrement des frais ont-ils été évalués?	0,055			2		Les coûts de recouvrements sont évalués, mais ne sont pas détaillés suffisamment.	
		Les mécanismes de recouvrement des coûts sont-ils identifiés?	0,06				3	Les mécanismes de recouvrement sont identifiés, mais on ne sait pas combien d'argent va rapporter chacun d'eux.	
		Est-ce qu'il y a un budget de fonctionnement annuel disponible?	0,06				3	Le rapport ne contient aucun budget fixe, seuls les frais d'exploitation sont annoncés.	
		Le prix de vente des eaux traitées est-il adapté à la réalité et au niveau de vie des agriculteurs?	0,06		1			Le prix de vente est très encourageant pour la réutilisation, puisqu'il s'agit de la moitié du prix de l'eau ordinaire.	
		Moyenne pondérée	1,635	Total de la pondération	1				

Annexes

Annexes 09 :

GRILLE D'ÉVALUATION SOCIALE

Critères	Sous-critères	Questions	Pondération	Évaluation d'impact				Commentaires
				Négligeable	Faible	Moyen	Fort	
				0	1	2	3	
Social	Emploi	La station offre-t-elle des emplois à temps complet?	0,065	0				Le fonctionnement de la station nécessite un suivi journalier, ce qui implique la mise en place d'une main-d'œuvre qualifiée à temps complet.
		Est-ce que les emplois sont accessibles à la population?	0,065		1			Si une personne de la population se trouve capable d'occuper un poste disponible puis s'il a réussi le concours, il pourra obtenir le poste.
		Existe-il des formations sur les techniques d'assainissement?	0,06				3	Il n'existe aucun établissement d'enseignement dans la commune qui donne des formations techniques sur l'assainissement.
		L'irrigation offre-t-elle des emplois à temps complet?	0,074			2		Actuellement, les agriculteurs n'utilisent pas les eaux épurées dans l'irrigation, mais une fois qu'elles seront utilisées, des emplois pourront être créés.
		Est-ce qu'il y a eu recours aux expériences nationales dans la construction de la station?	0,065				3	Des établissements américains étaient responsables de l'étude du projet et de sa mise en marche.
		La maintenance de la station sera-t-elle assurée par des Mameçais?	0,08				3	Si un problème technique arrive à la station de traitement, les responsables américains seront consultés pour trouver des solutions, car ce sont eux qui ont conçu la station.
		La station assure-t-elle la protection des employés?	0,066			2		Certaines opérations de maintenance, comme le ramassage des lits de sable, sont faites manuellement.
	Santé et sécurité	Existe-t-il un plan d'évacuation des eaux usées au niveau de la station?	0,075			2		Le rapport technique de la station contient une description des différentes situations d'urgence au cas où les eaux usées dépassent le niveau maximal, dans ce cas, elles seront rejetées directement dans le milieu naturel.
		Existe-il un risque d'inondation de la station?	0,07				3	La station se trouve en aval de la commune, une inondation peut donc avoir lieu si des précipitations arrivent à des niveaux alarmants, ce qui est rare.
		L'irrigation engendre-t-elle un risque sur les agriculteurs?	0,075		1			Si les eaux usées traitées ne rencontrent pas les normes et si les agriculteurs entrent en contact direct ou indirect avec ces eaux.
		La sécurité de la station est-elle assurée?	0,065				3	À l'entrée de la station, il y a un gardien, mais l'absence d'un mur autour de la station peut laisser entrer des enfants ou des animaux à l'intérieur de la station, en l'absence du gardien.
		Existe-t-il un risque sur la santé des consommateurs?	0,08		1			Les eaux réutilisées en irrigation rencontrent les normes de l'OMS, donc il n'y aura un risque que si le rendement du traitement diminue.
	Acceptabilité	L'irrigation est-elle acceptée par les agriculteurs?	0,08				3	Les agriculteurs veulent utiliser les eaux traitées gratuitement, sans rien payer.
		La population achète-t-elle des produits provenant des terres irriguées par les eaux traitées?	0,08		1			Si les aliments ne présentent pas de risques sur la santé publique et le prix de vente est convenable, les citoyens pourront acheter ces aliments.
	Moyenne pondérée	2,102	Total de la pondération	1				

Annexes

Annexe 10 :

<i>La moyenne pondérée</i>	<i>Le type d'impact</i>
<i>Entre 0 et 1</i>	<i>L'impact est non significatif</i>
<i>Entre 1 et 2</i>	<i>L'impact est moyennement fort</i>
<i>Entre 2 et 3</i>	<i>L'impact est fort</i>

Résumé

La réutilisation des boues résiduelles peut constituer une alternative importante dans le secteur agricole, notamment dans un pays comme l'Algérie. Cet essai a pour but d'évaluer l'impact de cette réutilisation.

L'évaluation identifie les impacts positifs et négatifs de la réutilisation sur la société, l'économie et l'environnement. En effet, l'efficacité de la station de traitement et la réutilisation de l'effluent sont les deux éléments évalués.

Plusieurs recommandations techniques et socio-économiques sont identifiées pour mieux favoriser tous les avantages soulevés pendant l'évaluation.

Mots clés : eaux usées, infiltration-percolation, impacts environnementaux, impacts socio-économiques, réutilisation d'eaux usées, valorisation des boues.

ملخص

يمكن أن تكون إعادة استخدام الحمأة المتبقية بديلاً هاماً في القطاع الزراعي ، خاصة في بلد مثل الجزائر ، وتهدف هذه التجربة إلى تقييم تأثير إعادة الاستخدام هذه.

يحدد التقييم الآثار الإيجابية والسلبية لإعادة الاستخدام على المجتمع والاقتصاد والبيئة. في الواقع ، فإن كفاءة محطة المعالجة وإعادة استخدام النفايات السائلة هما العنصران اللذان تم تقييمهما.

تم تحديد العديد من التوصيات التقنية والاجتماعية والاقتصادية لتحسين تعزيز جميع المزايا التي أثرت أثناء التقييم.

الكلمات المفتاحية: المياه العادمة ، التسرب الترشيح ، التأثيرات البيئية ، التأثيرات الاجتماعية والاقتصادية ، إعادة استخدام المياه العادمة ، استعادة الحمأة.