UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES - FES
Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques de l'Ingénieur

N° d'ordre 2/2013

Fès le 16-03-2013

THÈSE DE DOCTORAT

Présentée par

Mr : Nour-eddine AMEZIANE

Discipline : Sciences de la Terre, la Vie et la Matière

Spécialité : Environnement

Sujet de la thèse : Déchets hospitaliers entre gestion et impact sur l'environnement et la santé humaine, cas de l'hôpital Mohamed V de Meknès

Thèse présentée et soutenue le 16-03-2013 devant le jury composé de

Nom Prénom	Titre	Etablissement	
JABRANE Raouf	PES	FST Fès	Président
CHAHLAOUI Abdelkader	PES	FS Meknès	Rapporteur
El HALOUANI Hassan	PES	FS Oujda	Rapporteur
RAIS Naoual	PES	FST Fès	Rapporteur
IBIJBIJEN Jamal	PES	FS Meknès	Examinateur
LAKHLIFI Tahar	PES	FS Meknès	Examinateur
BENAABIDATE Lahcen	PES	FST Fès	Directeur de thèse

Laboratoire d'accueil : Géoressources et Environnement
Etablissement : Faculté des Sciences et Techniques, Fès

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Résumé 1

Abstract 2

Liste des figures..... 3

Liste des tableaux..... 4

Liste des photos..... 6

Liste des acronymes..... 7

INTRODUCTION GÉNÉRALE 10

Partie 1 : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction 14

Chapitre I : Déchets hospitaliers

Introduction 15

I- Définition des déchets 16

II- Classification des déchets hospitaliers 17

A. Déchets solides 17

1. Classification des déchets hospitaliers selon leurs natures 17

2. Classification des déchets hospitaliers selon leurs origines 17

3. Classification des déchets hospitaliers selon leurs dangerosités 17

4. Classification selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) 19

B. Déchets liquides 19

1. Les rejets d'origine domestique 21

2. Les effluents comparables à des effluents industriels 21

3. Les rejets spécifiques aux établissements hospitaliers 21

C. Typologie des déchets de l'hôpital Mohamed V de Meknès 22

1. Déchets liquide 22

2. Déchets solides 23

III- Les dangers liés aux déchets hospitaliers 24
A. Stress hydrique et dégradation des écosystèmes aquatiques et des sols au Maroc 24
B. Dégradation des écosystèmes aquatiques et des sols au niveau de la ville de Meknès 25
C. Déchets liquides 26
1. Caractéristiques communes entre effluents hospitaliers et effluents domestiques 26
2. Caractéristiques des déchets ménagers hospitaliers 27
3. Substances polluantes spécifiques aux effluents hospitaliers 28
D. Déchets solides 29
1. Problématique liée à la sensibilisation et au manque d'informations du personnel 29
2. Problématique liée à l'absence de contrôle par les autorités compétentes 31
E. Impacts de rejets des déchets médicaux dans la décharge publique de Meknès 32
1. Cadre socio-économique 32
2. Risques engendrés par les déchets d'activité de soins 33
3. État des lieux sur les impacts de la décharge publique de la ville de Meknès sur les écosystèmes aquatiques 34
IV- Cadre juridique et réglementaire national et international de la gestion des déchets 34
A. Cadre juridique international 35
B. Contexte juridique officiel national 35
1. Déchets solides 36
2. Déchets liquides 36
3. Conception du ministère de la santé publique marocain 38
V- Contexte provincial 39

Chapitre II : Caractérisation des déchets liquides hospitaliers

Introduction 41
I- Caractérisation microbiologique des effluents 41
A. Généralités 41

B. Bactéries marqueuses de la pollution fécale 42
C. Témoins bactériologiques spécifiques 46
II- Caractérisation physico-chimique des effluents 48
A. Généralités 48
B. Paramètres mesurés sur le terrain 49
1. Température 49
2. pH 50
3. Conductivité 51
4. Concentration en oxygène dissous 53
C. Paramètres mesurés au laboratoire 54
1. Matière en suspension 54
2. Nitrites et nitrates (NO_2^- ; NO_3^-) 56
3. Chlorures (Cl^-) 60
4. Orthophosphates (PO_4^{3-}) 61
5. Demande Biochimique en Oxygène sur cinq jours : DBO_5 62
6. Demande Chimiques en Oxygène : DCO 63
III- Caractérisation métallique 64
A. Définition des métaux lourds 64
B. Caractéristiques des métaux lourds et leurs effets de sur l'environnement 65
C. Effets des métaux lourds sur la santé humaine 74
IV- Techniques de traitement des déchets liquides hospitaliers 85
A. Étude historique 85
B. Principes de l'électrocoagulation 85
C. Caractéristiques chimiques et électrochimiques du fer 86
D. Avantages du traitement à l'électrocoagulation 88

Chapitre III : Déchets solides hospitaliers

I- Gestion des déchets solides : différentes étapes 90
A. Production des déchets solides hospitaliers 90
B. Tri et conditionnement 91
C. Collecte et transport des déchets de soins médicaux 94

D. Stockage 95
E. Transport 96
F. Traitement des déchets hospitaliers solides 96
1. Incinération 97
2. Broyage 98
II- Caractérisation de la pollution chimique provenant de l'incinération des déchets solides hospitaliers 99
A. Etudes des substances PCDD/PCDF 99
III- Génération des polluants organiques persistants 104
A. Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants 104
B. Sources d'émission des dioxines et furannes au Maroc 105
Conclusion 106

Partie 2 : MATÉRIELS ET MÉTHODES

Chapitre I : Méthodes de prélèvement, transport et conservation

I- Présentation des sites 108
A. Présentation de l'hôpital Mohamed V 109
B. Eaux résiduaires du quartier Ain Choubbik 111
II- Caractérisation des matériels étudiés 112
A. Effluents 113
B. Eaux douces 113
C. Sols 114
D. Déchets solides 115
III- Généralités 115
IV- Échantillonnage des eaux et des effluents : méthodologie 116
A. Échantillonnages en vue d'analyses physico-chimiques 117
B. Échantillonnages en vue d'analyses bactériologiques 119
V- Échantillonnage des sols : méthodologie 120
A. Échantillonnage des sols en vue d'analyse métallique 120
B. Échantillonnage du sol en vue d'analyse des substances organique polluantes 122
VI- Mode d'étude de la gestion des déchets solides à l'hôpital Mohamed V 124

Chapitre II : Paramètres d'analyse et techniques de mesures

I- Techniques d'analyse physico-chimique des effluents hospitaliers et urbains 126
A. Paramètres mesurés sur le terrain 126
1. Mesure de la température 126
2. Mesure du pH 126
3. Mesure de la conductivité électrique 127
4. concentration en oxygène dissous 127
B. Paramètres mesurés au laboratoire 127
1. Matière en suspension 127
2. Demande chimique en oxygène (DCO) 128
3. Demande biochimique en oxygène (DBO_5) 128
4. Dosage des chlorures (Cl^-) 130
5. Dosage des nitrites et nitrates (NO_2^- ; NO_3^-) 131
6. Dosage des orthophosphates (PO_4^{3-}) 131
II- Techniques d'analyse des éléments traces métalliques toxiques 132
A. Principe de la Spectrométrie d'Emission Atomique par Plasma à Couplage Inductif : ICP-AES 132
B. Détermination du mercure par absorption atomique avec génération de vapeur froide 133
C. Dosage des éléments traces métalliques toxiques dans le sol 135
III- Techniques d'analyse bactériologique des effluents hospitaliers et urbains 135
A. Généralités 135
B. Matériel utilisé pour filtration sur membrane 135
C. Méthode de recherche des clostridium par incorporation en gélose 137
D. Méthode de recherche des salmonelles 137
E. Matériel utilisé 138
IV- Procédé de traitement des effluents de l'hôpital Mohamed V 139
A. Électrocoagulation 139
V- Techniques d'analyse des substances organiques polluantes au niveau du sol environnant l'ex-incinérateur de l'hôpital Mohamed V 141

A. Différentes étapes de préparation de l'échantillon à l'analyse 141
B. Analyse à la chromatographie en phase gazeuse liée à la spectrométrie de masse 142

Partie 3 : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Chapitre I : Analyses physico-chimiques comparative entre les effluents hospitaliers et les effluents urbains réceptacles

Introduction 146
I- Paramètres majeurs : Température ; pH ; conductivité électrique ; oxygène dissous ; chlorures 146
II- Paramètres globaux : Matières en suspension, DCO, DBO_5, Nitrites, Nitrates, orthophosphates 150
Conclusion 159

Chapitre II : Teneur en éléments traces métalliques toxiques

Introduction 160
I- Analyse comparative entre les effluents hospitaliers et les effluents urbains réceptacles : Résultats et discussions 160
A. Problématiques caractérisant les effluents hospitaliers 163
B. Comparaison avec les différentes normes nationales et internationales 164
Conclusion 164
II- Analyse métallique du lixiviat émanant du broyeur 166
III- Impacts sur les eaux superficielles et souterraines 167
Conclusion 168
IV- Impacts des effluents hospitaliers et urbains sur les sols 168
Conclusion 171

Chapitre III : Analyses bactériologiques comparative entre les effluents de l'hôpital Mohamed V et les effluents urbains de Ain Choubbik

Introduction 172

I- Témoins bactériologiques classiques de pollution fécale 172
A. Coliformes totaux (CT), coliformes fécaux (CF) et streptocoques fécaux (SF) 172
1. Effets de la quantité d'eau consommée par l'hôpital sur la pollution 177
B. Germes totaux (GT) 178
C. Clostridium sulfitoréductrices 179
II- Témoins bactériologiques spécifiques 180
Conclusion 182

Chapitre IV : Proposition d'un mode de traitement des effluents de l'hôpital

I- Électrocoagulation 184
A. Évaluation du traitement physico-chimique et microbiologique 184
B. Mécanisme d'action de l'électrocoagulation 189
Conclusion 190

Chapitre V : Déchets solides de l'hôpital Mohamed V et leurs impacts sur l'environnement

I- Différentes étapes de gestion des déchets solides à l'hôpital Mohamed V 191
A. Production des déchets à l'hôpital Mohamed V de Meknès 191
B. Tri et conditionnement 192
C. Collecte des DASRI 193
D. Stockage 194
E. Transport 195
F. Traitement et élimination des déchets d'activité de soins médicaux 195
1. Incinération avant 2006 195
2. Broyage après 2006 196
Conclusion 196
II- Études de la contamination des sols environnant l'ex-incinérateur de l'hôpital Mohamed V par les substances organiques polluantes 197
A. Résultats et discussions d'analyse à la chromatographie en phase gazeuse liée à la spectrométrie de masse 197

Conclusion 199

CONCLUSION GÉNÉRALE 201

BIBLIOGRAPHIE 205