

DEDICACE

Je dédie ce travail

A mon très cher Père : Ahmed Bouna AMMAR

Autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes sont-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Tes conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite. Ta patience sans fin, ta compréhension et ton encouragement sont pour moi le soutien indispensable que tu as toujours su m'apporter. Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir. Que Dieu le tout puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et te protège de tout mal.

A ma très chère Mère : Zahra Ahmed VALL

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, tu as toujours été présente à mes côtés pour me consoler quand il fallait. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime. Puisse le tout puissant te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.

A mon épouse : Maye Sidi El Mokhtar Ndary

Ce travail a aussi été réalisé grâce à toi, au temps que tu as bien voulu m'accorder, par amour, soutien et par respect vis-à-vis de mon objectif. Je me dois considérer ma réussite comme en œuvre commune, une œuvre de notre couple. Merci

A ma fille : Zahra Mohamed Bouna Dite Nessime

Ma chère fille Zahra toutes ces fatigues et ces efforts sont vraiment pour toi, pour ton avenir. Je t'aime de tout mon cœur. Que dieu te protège.

A ma chère tante Aichetou Bouna AMMAR

Ce présent travail est dédié à mon chère tante Aichetou et sa famille, pour son soutien moral durant mon séjour au Maroc pour l'étude, leur amour et qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

A mes chères frères et sœurs

Pour toute l'ambiance dont vous m'avez entouré, pour toute la spontanéité et vous élan chaleureux, Je vous dédie ce travail. Puisse Dieu le tout puissant exhausser tous vos vœux.

A mes amis et toute ma famille.

REMERCIEMENT

Ce travail de thèse a été réalisé au laboratoire de Patrimoine National de la Géo-biodiversité (LGBPN) de l'institut scientifique à l'université Mohammed V à Rabat, sous la direction de Monsieur le Professeur Mohammed FEKHAOUI.

Nous remercions tout d'abord ALLAH tout puissant qui nous a donné la santé, le courage et la patience afin de pouvoir accomplir ce modeste travail. Au moment de présenter ce travail, nous mesurons tout le prix des soutiens et concours dont nous avons bénéficié dans l'accomplissement de notre tâche et sans lesquels plusieurs obstacles auraient été insurmontables. Nous assurons de notre profonde reconnaissance tous ceux qui nous ont apporté leur aide.

Je tiens en premier lieu à exprimer ma profonde gratitude à mes directeurs de thèse, Monsieur le Professeur **Mohamed FEKHAOUI**, directeur de thèse et directeur de l'Institut Scientifique de Rabat pour son encadrement exemplaire, son assurance, ses amples conseils, ses aides précieuses, sa bienveillante attention et sa disponibilité permanente.

Je remercie la présidente de jury Madame **Nadia MHAMMEDI**, professeur d'enseignement supérieur à l'Institut Scientifique de Rabat, d'avoir présidée et de faire le rapport de cette thèse.

De même, je remercie Monsieur le Professeur Salah **SOUABI**, professeur d'enseignement supérieur à la faculté des sciences et techniques de Mohammedia, pour avoir accepté d'être rapporteur de cette thèse.

Je remercie aussi Madame **Mariam NACIRI**, professeur d'enseignement supérieur à la faculté des sciences et techniques de Rabat, pour avoir accepté d'être rapporteur de cette thèse.

C'est ainsi que mes remerciements s'adressent aussi à Monsieur le Professeur **Abderrahime EL HOURCH**, professeur d'enseignement supérieur à la faculté des sciences de Rabat, pour avoir accepté d'être rapporteur de cette thèse.

Je remercie vivement Monsieur le Professeur **Mohamed ARAHOU**, professeur d'enseignement supérieur à l'Institut Scientifique de Rabat, d'avoir accepté d'examiner ce travail

Je remercie aussi Madame **Latifa TAHRI** professeur d'enseignement supérieur à l'Institut Scientifique de Rabat, d'avoir accepté d'examiner ce travail et de faire partie de ce jury.

De même, Je remercie de tout mon cœur le **Dr. Brahim Ahmed DICK et Dr. Yahya Maham Sidi**, pour leur encadrement constant et leurs conseils en tant que père. Leur enthousiasme constant, leur présence constante, leur amitié et leur humanité m'ont toujours accompagné tout au long de mes années de recherche doctorale.

Et finalement, je tiens à remercier toute ma famille qui m'a toujours encouragé dans ce travail, que ce soit mes oncles et tantes, mes cousins, et bien sûr mes parents et mes frères, qui ont compté et qui comptent énormément. Et pour terminer, je tiens à remercier mon épouse pour son soutien et ses encouragements durant toutes ces années. Pardon à toutes celles et ceux que j'ai oublié.

RESUME

A l'Hôpital de l'Amitié de la ville de Nouakchott en Mauritanie, les déchets hospitaliers correspondent à un mélange de déchets assimilés aux ordures ménagères et de déchets d'activités de soins à risques infectieux. Dans le cadre de l'hygiène hospitalière, notre étude porte sur l'impact de ces déchets hospitaliers sur les personnes de l'Hôpital de l'Amitié et sur l'environnement, et le traitement des déchets hospitaliers (collecte et transport). Ainsi, la présente étude est axée sur l'amélioration de la gestion des déchets liquides et solides de soins infectieux en milieu hospitalier et plus particulièrement le cas de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

En effet, les établissements de soins sont de véritables producteurs de déchets, et compte tenue du type d'activité qu'ils exercent, plusieurs types de déchets y sont produits quotidiennement. La caractérisation physico-chimique des déchets liquides de l'Hôpital de l'Amitié à Nouakchott (Mauritanie) a été réalisée d'Août 2019 à juin 2020. Les déchets liquides de ces derniers ainsi rejetés sont riches en polluants organiques et en éléments nutritifs. De même, la caractérisation physico-chimique des lixiviats sortant des déchets immergés montre des concentrations élevées pour la plupart des paramètres étudiés.

L'incinérateur est considéré en Mauritanie, comme le moyen le plus utilisé dans les structures sanitaires pour réduire le volume. Mais les gaz dégagés et les résidus par l'incinérateur doivent être traités au mieux pour ne pas porter atteinte à la santé humaine et à l'environnement. Donc une bonne gestion des déchets reste la solution clé à la problématique écologique et économique.

Mots clés : Gestion des déchets, liquide, lixiviat, déchets médicaux, impacts environnementaux, problématiques sanitaires, Mauritanie.

ABSTRACT

At the Friendship Hospital in the city of Nouakchott in Mauritania, hospital waste is a mixture of waste similar to household waste and waste from health care activities with infectious risks. In the context of hospital hygiene, our study focuses on the impact of this hospital waste on the people of the Friendship Hospital and on the environment, and the treatment of hospital waste (collection and transport). Thus, this study focuses on improving the management of liquid and solid infectious health care waste in hospitals and more specifically the case of the Friendship Hospital of Nouakchott.

Indeed, health care institutions are real producers of waste, and given the type of activity they carry out, several types of waste are produced daily. The physico-chemical characterization of the liquid waste of the Hospital of Friendship in Nouakchott (Mauritania) was carried out from August 2019 to June 2020. The liquid waste of the latter thus discharged is rich in organic pollutants and nutrients. Similarly, the physico-chemical characterization of the leachates coming out of the submerged waste shows high concentrations for most of the studied parameters.

The incinerator is considered in Mauritania, as the most used means in the sanitary structures to reduce the volume. But the gases released and the residues from the incinerator must be treated as well as possible so as not to affect human health and the environment. Therefore, a good waste management remains the key solution to the ecological and economic problem.

Keywords: Waste management, liquid, leachate, medical waste, environmental impacts, health issues, Mauritania.

LISTE DES ABREVIATIONS

ACP : Analyse de la Composante Principale

AHP : Analyse Hiérarchique des Procédés

AGV : Acides Gras Volatils

AFSSET : Agence Française de Sécurité de l'Environnement et du Travail

COT : Carbone Organique Total

DBO : Demande Biochimique en Oxygène

DBO5 : Demande Biologique en Oxygène au bout de 5 jours

DCO : Demande Chimique en Oxygène

DASRI : Déchets d'Activités de Soins à Risque Infectieux

DAOM : Déchets Assimilables aux Ordures Ménagères

DRCT : Déchets à Risque Chimique et Toxique

DAR : Déchets d'Activités Radiologiques

DBM : Déchets biomédicaux

EUH : Eau Usée Hospitalier

MEST : Matières en suspension totales

MES : Matières en suspension

HVB : Hépatite Virale

BOCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economiques

OMS : Organisation mondiale de la Santé

STEP : Station d'épuration des eaux usées

PADH : Pièces Anatomiques d'Origine Humaine

VIH : Virus de l'immunodéficience humaine

SIDA : Syndrome d'Immuno-Déficience Acquise

PI : Particules Infectieuses

REFIOM : Résidus d'Épuration des Fumées d'Incinération d'Ordures Ménagères

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Origine de quatre catégories des déchets hospitaliers.	7
Tableau 2 : Les rejets liquides spécifiques aux activités médicales.	9
Tableau 3 : Classement des établissements de soin par lits actifs.	10
Tableau 4 : Synthèse bibliographique de la caractérisation physico-chimique des déchets hospitaliers issus de 17 hôpitaux.	16
Tableau 5 : Caractéristiques typiques aux déchets hospitaliers et domestiques	17
Tableau 6 : Charges polluantes générées par les établissements de soin	17
Tableau 7 : Familles des bactéries spécifiques au déchet hospitalier.	22
Tableau 8 : Classement des classes thérapeutiques par ordre de présence dans les déchets hospitaliers	24
Tableau 9 : Les classes pharmaceutiques les plus utilisées dans les établissements de soin et rejetées dans les déchets hospitaliers.	25
Tableau 10 : Concentration en substances médicamenteuses dosées dans les déchets hospitaliers	27
Tableau 11 : Impacts sanitaires dus à la gestion actuelle des déchets médicaux	31
Tableau 12 : Principaux effets des polluants atmosphériques sur la santé et l'environnement	33
Tableau 13 : Impacts socioculturels spécifiques	35
Tableau 14 : Valeurs limites de rejets des micros polluants	37
Tableau 15 : Axes de recherche concernant le traitement des déchets hospitaliers	42
Tableau 16 : Evaluation des processus de gestion des déchets hospitaliers.	43
Tableau 17 : Système de codage couleur des déchets de soins médicaux	45
Tableau 18 : Synthèse de l'évaluation de la gestion des déchets en Mauritanie.	50
Tableau 19 : Caractéristiques principales des différents types de lixiviats.	56
Tableau 20 : Nature des déchets liquides hospitalier	57
Tableau 21 : Répartition des structures publiques par région	66
Tableau 22 : Répartition des structures privées par région	67
Tableau 23 : Production des DBM par régions	70
Tableau 24 : Quantités annuelles des produits liquides les plus consommés dans les établissements de soin par activités.	75

Tableau 25 : Analyses physico-chimiques et bactériologiques réalisées pour la caractérisation des déchets de l'Hôpital de l'amitié, l'Hôpital national et Laboratoire de control de la qualité des médicaments	76
Tableau 26 : Les résultats des analyses physico-chimiques des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott	82
Tableau 27 : Les résultats des métaux lourds des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott	89
Tableau 28 : Les résultats des microbiologies des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott	92
Tableau 29 : Coopérative des résultats des analyses des déchets liquides des trois établissements sanitaires	98
Tableau 30 : Les résultats des physico-chimiques des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott	105
Tableau 31 : Les résultats des métaux lourds des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott	114
Tableau 32 : Les résultats des microbiologies des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott	117
Tableau 33 : Les effets des déchets solides sure différents milieux.....	123
Tableau 34 : Synthèse des résultats de la caractérisation physico-chimique et bactériologique de déchet liquide de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.....	129
Tableau 35 : Caractéristiques du déchet liquide de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.....	130
Tableau 36 : Des ouvrages de prétraitement des structures sanitaires en Mauritanie.....	131
Tableau 37 : Proposition un planning de suivi analytique des déchets des structures sanitaires en Mauritanie.....	132
Tableau 38 : Taux production de déchets infectieux par les établissements de santé.....	137

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Classification des déchets de soins médicaux	11
Figure 2 : Filière d'élimination des déchets solides hospitaliers.	52
Figure 3 : L'incinération et la désinfection des déchets à risques infectieux sur un site hospitalier.	54
Figure 4 : Schéma du fonctionnement d'une station d'épuration.	59
Figure 5 : Carte de la Mauritanie.....	63
Figure 6 : Approche méthodologique globale.....	72
Figure 7 : Conservation et analyses des échantillons des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	78
Figure 8 : Conservation et analyses les lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	79
Figure 9 : Variation du pH et la température des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	83
Figure 10 : Variation de la conductivité et turbidité des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	84
Figure 11 : Variation en matières en suspension, matière sèches et matière volatiles des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	84
Figure 12 : Variation du DCO, DBO ₅ des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	85
Figure 13 : Variation du DBO ₅ /DCO, DCO/DBO ₅ et MES/DBO ₅ des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.....	86
Figure 14 : Variation d'Ammoniaque, Azote, Nitrite et Nitrate des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.....	86
Figure 15 : Variation du Phosphate, Ortho phosphate et Phosphore des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.....	87
Figure 16 : Variation du Sulfate, Chlore et Silica des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	87
Figure 17 : Variation du Titre Hydrotimétrique (TH), Calcium (Ca ²⁺), Magnésium (Mg ⁺) et Chlorure (Cl ⁻) des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	88
Figure 18 : Variation du Bicarbonate, Titre alcalimétrique (TA) et Titre alcalimétrique Complet (TAC) des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.....	89

Figure 19 : Variation d'Arsenic et Plomb des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	90
Figure 20 : Variation de cyanure et chrome des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	90
Figure 21 : Variation du Cuivre libre, Cuivre total et Cuivre des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	91
Figure 22 : Variation du Fer, Aluminium et Manganèse des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	91
Figure 23 : Diagramme du Piper des analyses globales des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	100
Figure 24 : Représentation sur le diagramme de piper des résultats des analyses des eaux usées de faciès chimique bicarbonaté calcique et manganésienne.....	101
Figure 25 : Représentation sur le diagramme de piper des résultats des analyses des eaux usées de faciès chloruré et sulfaté calcique et magnésien.	102
Figure 26 : Variation du pH et Température des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	106
Figure 27 : Variation du Conductivité et Turbidité des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	106
Figure 28 : Variation du Matières en suspension, matière sèches et matière volatiles des lixiviats des déchets solides.....	107
Figure 29 : Variation du DCO et DBO5 des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	108
Figure 30 : Variation du DCO, DBO5, DBO5/DCO, DCO/DBO5 et MES/DBO5 des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.....	108
Figure 31 : Variation de nitrite et nitrate des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	110
Figure 32 : Variation du Phosphate, Orthophosphate et Phosphore des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	110
Figure 33 : Variation du Sulfate et Silica des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	111
Figure 34 : Variation du Chlore, Chlore libre et Chlore total des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	112
Figure 35 : Variation du Calcium (Ca^{2+}) et Magnésium (Mg^{2+}) des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	112

Figure 36 : Variation du Chlorure et Bicarbonate des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	113
Figure 37 : Variation du TH, TA et TAC des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	114
Figure 38 : Variation du Cadmium, Arsenic et Plomb des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	115
Figure 39 : Variation du Cyanure et Chrome des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	115
Figure 40 : Variation du Fer, Aluminium et Manganèse des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	116
Figure 41 : Variation du Cuivre libre, Cuivre total et Cuivre des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.	117
Figure 42 : Schéma de prétraitement proposé.	130
Figure 43 : Le triage des déchets solides selon l'infection.	134

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Les questionnaires sur la gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques.	157
Annexe 2 : Analyse des dangers à l'intérieur de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott et à l'extérieur de la station de prétraitement	160
Annexe 3 : Analyse du risque et proposition des mesures de prévention	162
Annexe 4 : Méthode de gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques à risque infectieux	172
Annexe 5 : Procédure de gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques à risque chimique	173
Annexe 6 : Fiche de transport externe des structures sanitaires.....	177
Annexe 7 : Les méthodes d'élimination et de traitement adaptées aux différentes catégories de déchets d'activités de soins	178
Annexe 8 : Méthodes de gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques à risque combiné	186

SOMMAIRE

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENT	ii
RESUME.....	iii
ABSTRACT	ivv
LISTE DES ABREVIATIONS	v
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES.....	viii
LISTE DES ANNEXES.....	xii
SOMMAIRE	xii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES DECHETS HOSPITALIERS.....	4
INTRODUCTION	5
CHAPITRE I : LES DECHETS HOSPITALIERS	6
I. Définitions des déchets médicaux	6
II. Source, origine et production.....	6
III. Classification des déchets médicaux.....	10
1. Les déchets de soins médicaux sans risques	11
2. Les déchets de soins médicaux nécessitant une attention spéciale	12
3. Les déchets pharmaceutiques.....	12
4. Les déchets pharmaceutiques cytotoxiques	13
5. Sang et les fluides corporels.....	13
6. Les déchets infectieux et hautement infectieux	14
7. Les autres déchets dangereux.....	14
8. Les déchets radioactifs	15
IV. Caractérisation physico-chimique et microbiologiques.....	15

1. Composés physico-chimiques.....	15
2. Eléments des métaux lourds.....	18
3. Détergents et désinfectants	18
4. Composées iodés contrastés.....	20
5. Composés radioactifs	20
6. Composés micros bactériologiques.....	21
7. Composés virologiques	22
8. Résidus médicamenteux.....	23
V. Risques associés aux déchets hospitaliers et leurs impacts sur la santé et l'environnement	28
1. Risques associés aux déchets hospitaliers.....	28
2. Impacts sur la santé et l'environnement.....	29
CHAPITRE II : CADRE JURIDIQUE ET INSTITUTIONNEL DE LA GESTION DES DECHETS HOSPITALIERS	36
I. Cadre juridique	36
1. Cadre juridique international	36
2. Cadre juridique nationale	38
3. Cadre institutionnel de la gestion des déchets hospitaliers en Mauritanie(MS, 2017).....	40
CHAPITRE III : LES PROCESSUS DE GESTION DES DECHETS HOSPITALIERS ...	42
I. Introduction	42
II. Généralité sur les processus de gestion des déchets hospitalier	42
III. Le processus de gestion des déchets solides hospitaliers.....	44
1. Modalité de gestion déchets solides hospitaliers	44
2. Les processus de gestion des déchets solides hospitaliers en Mauritanie.....	48
3. Procédures de gestion des déchets liquides hospitaliers	56
CONCLUSION	60
PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE	61

INTRODUCTION	62
CHAPITRE I : SITES D'ETUDE	63
I. Contexte biophysique et administratif de la Mauritanie.....	63
II. Contexte démographique et socioculturelle (MS, 2017)	64
III. Organisation du système de santé en Mauritanie.....	64
1. Secteur public de santé en Mauritanie	64
2. Secteur moderne privé en Mauritanie	66
3. La santé communautaire	67
4. Généralités sur les établissements hospitaliers en région de Nouakchott.....	68
IV. La production et caractérisation des déchets de soins médicaux en Mauritanie....	69
1. Composition des déchets en Mauritanie	70
CHAPITRE II : MATIRIELS ET METHODES	72
I. Analyse quantitative et qualitative des déchets hospitaliers.....	74
1. Les méthodes utilisées	74
2. Les matériels utilisés.....	75
3. Caractérisation physico-chimique et bactériologique	75
4. Les déchets liquides de l'hôpital National en Mauritanie.....	76
5. Les déchets du laboratoire de contrôle de la qualité des médicaments en Nouakchott	77
CHAPITRE III : PROTOCOLE DE SUIVI ET D'ECHANTIONAGE	78
I. Les prélèvements des déchets liquides au niveau de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott	78
II. Les prélèvements des lixiviats des déchets solides au niveau de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott	79
CHAPITRE IV : RESULTATS ET DUSCUSSION.....	80
I. Caractérisations quantitative et qualitative des déchets hospitaliers au niveau de la région de Nouakchott.....	80

II. Quantification de la consommation en eau potable et la production des déchets liquides et solides hospitaliers en Mauritanie	80
III. Caractérisation physico-chimique et bactériologique du déchet de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.....	81
1. Etat de la qualité physico-chimique et microbiologies des déchets de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott	81
2. Résultats des analyses physico-chimiques et microbiologies des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.....	81
3. Evaluation des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott	99
4. Les analyses physico-chimiques et microbiologies des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.....	104
PARTIE III : PROPOSITION D'UN PLAN D'ACTION ET DE GESTION DES TRAITEMENTS DES DECHETS (PAG).....	125
I. Introduction	126
II. Evaluation des déchets médicaux et pharmaceutiques liquides et solides au sein des structures sanitaires en Mauritanie.....	126
1. Etat actuel de gestion des déchets liquides à la région de Nouakchott.....	126
2. Estimation de la production des déchets liquides	126
III. Analyse des risques sur l'implantation des ouvrages de prétraitement	127
1. Situation de l'assainissement de la ville de Nouakchott.....	128
2. Proposition des modalités de gestion et de traitement des déchets liquides au sein des structures sanitaires en Mauritanie.....	128
3. Proposition des modalités de gestion et de traitement des déchets solides au sein des structures sanitaires en Mauritanie.....	133
4. Conclusion	137
CONCLUSION GENERALE	139
RECOMMANDATIONS.....	144
BIBLIOGRAPHIE	146
ANNEXES	156

Annexe 1 : les questionnaires sur la gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques .	157
Annexe 2 : Analyse des dangers à l'intérieur de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott et à l'extérieur de la station de prétraitement	160
Annexe 3 : Analyse du risque et proposition des mesures de prévention	162
Annexe 4 : Méthode de gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques à risque infectieux	172
Annexe 5 : Procédure de gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques à risque chimique	173
Annexe 6 : Fiche de transport externe des structures sanitaires	177
Annexe 7 : Les méthodes d'élimination et de traitement adaptées aux différentes catégories de déchets d'activités de soins.....	178
Annexe 8 : Méthodes de gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques à risque combiné	186

INTRODUCTION GENERALE

Les déchets biomédicaux générés par les activités de soins peuvent entraîner de nombreuses nuisances pour la santé et pour l'environnement. Toutes les personnes exposées courent potentiellement le risque d'être blessées, infectées ou intoxiquées. L'amélioration des prestations au niveau des services de soins de santé, occasionne une production sans cesse croissante de déchets avec une proportion appréciable de déchets biomédicaux.

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), une grande partie des déchets des établissements sanitaires (généralement 75%- 90%) est constitué comme ne présentant pas un risque plus important que les déchets municipaux ordinaires, à condition qu'ils soient strictement séparés de la fraction potentiellement dangereuse.

La gestion des déchets de soins médicaux est une question qui est en train d'être examinée à la fois d'un point de vue médical et environnemental. Les rapports entre la santé et le milieu physique sont connus depuis longtemps. Aujourd'hui il n'est plus possible de négliger les effets de la pollution sur l'environnement et l'effet de ce dernier sur la santé (Makoutoude, et al., 1998). L'impact de la pollution sur l'environnement et les répercussions néfastes de l'environnement souillé sur la santé sont connus, surtout avec l'augmentation du nombre d'établissement de santé qui sont de potentiels producteurs de déchets biomédicaux (Daoudi, 2008).

Ces déchets contiennent des micro-organismes et sont responsables de la pollution environnementale et atmosphérique. Leur mauvaise gestion favorise la propagation des infections au-delà des établissements hospitaliers, celle-ci pouvant être liée à la méconnaissance des pratiques d'hygiène (Sidibe, 2011).

D'après une étude menée par l'OMS en 2000, 16000 cas d'infections au virus de l'hépatite B et 66000 cas d'infections au virus de l'hépatite C, ainsi que 200 à 5000 cas d'infections à VIH chez les personnels soignants ont été recensés dans le monde. La mauvaise gestion des déchets biomédicaux a été identifiée comme principale cause de ces cas d'infections (CICR, 2011).

En Afrique la prévalence des infections en rapport avec les activités des soins de santé varie entre 10 à 60%. 14% au Mali, au Sénégal 10,9%, en Côte d'ivoire à 12% (ICP , 2011).

Cette forte prévalence est due en grande partie à la mauvaise qualité de l'hygiène hospitalière, ainsi qu'à une mauvaise manipulation et élimination des déchets biomédicaux.

En 2002, les résultats d'une évaluation conduite par l'OMS dans 22 pays en développement ont montré que la proportion d'établissements de santé qui n'applique pas les méthodes appropriées d'élimination des déchets variait de 60% à 64% (Rayanatou, 1999).

L'évaluation de la situation de la gestion des déchets biomédicaux a montré une situation très préoccupante au niveau de l'ensemble des structures sanitaires des hôpitaux nationaux et centres de santé en Mauritanie. Cette situation se caractérise globalement par des insuffisances et des manquements au niveau de différentes étapes de gestion des déchets issus des soins : tri et collecte, manipulation, manutention, transport, stockage intermédiaire et élimination finale.

Conscient du problème, nous avons proposé ce sujet du thèse doctoral sur la gestion des déchets hospitaliers en Mauritanie, qui comprend une analyse situationnelle afin d'évaluer les politiques et les pratiques existantes en matière de gestion des déchets hospitaliers; l'identification des options potentielles pour les technologies de gestion, l'évaluation du niveau de sensibilisation sur la gestion, le stockage et l'enlèvement des déchets médicaux parmi le personnel médical et d'autres acteurs impliqués. Et l'appréciation des programmes de formation existants.

En Mauritanie, la production annuelle selon cette approche serait de 2 340 234 Kg dont 468 047 Kg de déchets dangereux. La région de Nouakchott à elle seule produirait près du tiers (32%) de ces déchets avec une production quotidienne de 2 024 Kg en 2016(MS, 2016).

Les déchets liquides hospitaliers comptent parmi ceux qui représentent le plus grand risque pour la santé de la population.

Dans le cadre de cette problématique environnementale, l'objectif de cette recherche est d'explorer l'impact des déchets liquides hospitaliers et lixiviats déchets solides sur l'environnement, santé humaine et les eaux souterraines.

En Mauritanie, aucune étude spécifique aux déchets hospitaliers liquides n'a été réalisée. Il devient donc important de savoir si la gestion des déchets liquides dans les établissements sanitaires qui sont par excellence des grands producteurs de déchets répond aux normes nationales en matière de gestion des déchets hospitaliers.

Au clair, cette étude se propose de donner une réponse à la problématique de la gestion des déchets hospitaliers liquides dans les deux plus grands établissements hospitaliers de Nouakchott à savoir. Ceci permettra de proposer à terme des stratégies susceptibles de réduire considérablement les risques en milieu de soins, et d'améliorer la qualité des soins.

PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES DECHETS HOSPITALIERS

INTRODUCTION

Le secteur sanitaire joue un grand rôle dans la protection et la promotion de la santé. Bien que nécessaire, il produit malheureusement des déchets spéciaux avec des risques d'infection, de contamination, de toxicité et des risques d'accidents mécaniques. La gestion des déchets de soins est une préoccupation importante dans le domaine de la santé. Cet intérêt est justifié d'une part par l'importance du risque lié à la production des déchets d'activités de soins, et d'autre part aux nuisances qui peuvent être engendrées par les techniques de traitement pour la santé de l'homme et pour l'environnement.

CHAPITRE I : LES DECHETS HOSPITALIERS

I. Définitions des déchets médicaux

Encore appelés « déchets d'activité de soins » ou « déchets biomédicaux », ce sont les déchets issus des activités de diagnostic, de suivi, de traitement préventif, curatif ou palliatif, dans les domaines de la santé humaine ou vétérinaire ; produits par des institutions médicales (publiques ou privées), des établissements de recherche ou des laboratoires (OMS , 2005).

II. Source, origine et production

Les hôpitaux fonctionnent, généralement, 24 heures sur 24 durant toute l'année. Selon les vocations hospitalières dans un établissement de soin, les différentes pathologies sont réparties en service. C'est ainsi que l'on peut retrouver dans un même hôpital des entités tels que : un service des urgences, de pédiatrie, d'oncologie, de psychiatrie, d'obstétrique, de gynécologie, de gastroentérologie, de pneumologie, de chirurgie générale, d'ophtalmologie, etc.

Les bâtiments des établissements de soin sont des structures disposant des équipements de base permettant aux patients aussi bien qu'aux personnels de santé et aux visiteurs de satisfaire leurs besoins physiologiques. L'ensemble de ces équipements et les différentes activités de l'hôpital nécessitent un approvisionnement en eau potable adéquat et génèrent des eaux usées, des effluents gazeux et des déchets solides (MS, 2016). De ces facilités, on peut citer notamment : les salles de consultations, les salles d'hospitalisation, les cafétérias, la cuisine, la blanchisserie, les toilettes (douches, W.C., lavabos), les laveries, les salles de repos, les laboratoires, les unités de chauffage et de climatisation, etc.

En divisant un établissement de santé en quatre grands secteurs communément présents dans la majorité des établissements de santé : activités ambulatoires, hébergement / hospitalisation, diagnostics thérapeutiques, soutien clinique et le secteur de la recherche, les unités fonctionnelles susceptibles de générer les différents types de déchets liquides (biomédicaux, pharmaceutique, chimiques et radioactifs) dans un établissement de soin tableau ci-dessous(Marc, 2011).

Tableau 1 : Origine de quatre catégories des déchets hospitaliers.

SECTEUR	UNITE FONCTIONNELLE	DECHETS			
		Biomédicaux	Pharmaceutiques	Chimiques	Radioactifs
Activités ambulatoires	Cliniques externes	*			
	Chirurgie d'un jour	*	*		
	Médecine de jour	*	*		
	Hôpital de jour	*	*		
	Néphrologie	*	*		
	Oncologie	*	*		*
	Urgence	*	*		
Hospitalisation	Toutes	*	*		
Diagnostiques thérapeutiques	Bloc opératoire et salles de réveil	*	*	*	
	Endoscopie	*	*	*	
	Electrophysiologie				
	Imagerie médical		*	*	*
	Inhalothérapie				
Soutien clinique	Laboratoire médical	*		*	*
	Pharmacie		*	*	
	Nutrition clinique				
	Psychologie et service social				
	Réadaptation				
	Stérilisation			*	
	Morgue et autopsie	*		*	
	Soutien pastoral				
Soutien général	Services alimentaires			*	
	Approvisionnement distribution/lingerie			*	
	Salubrité			*	
	Autres				
Recherche	Animalerie	*	*	*	*
	Laboratoire spécialisés	*	*	*	*
	Salle académique, bibliothèque				

*Présence des déchets

Ainsi en fonction de la spécialité médicale de l'établissement de soin étudié, on constate qu'il existe de nombreux types de rejets hospitaliers. Ainsi, les déchets liquides hospitaliers peuvent être classés en trois grandes classes (Clotilde, 2008):

- Les rejets d'origine domestique issue de l'activité domestique : cuisine, les rejets résultant des activités de blanchisserie, de l'hygiène des patients, personnel et invités ;
- Les rejets industriels issus des eaux provenant des garages, des ateliers et de l'entretien des machines contenant le plus souvent un volume important d'huiles et de détergents ;
- Les déchets générés par les activités de soins, d'analyse et de recherche, qui sont très spécifiques aux hôpitaux.

Ces rejets peuvent contenir des produits chimiques et radioactifs, des liquides biologiques, des déjections/excrétions contagieuses et également des résidus de médicaments éliminés dans les excréta des patients.

Cette dernière catégorie est responsable de la singularité des déchets hospitaliers et nécessite à ce titre, d'être détaillée. Les rejets liquides spécifiques aux activités médicales comprennent principalement :

Tableau 2 : les rejets liquides spécifiques aux activités médicales.

Nature	Composant	Eléments actifs
Déchets des services de soins	Désinfectants	Glutaraldéhyde, l'hypochlorite de sodium, etc.
	Détergents	Sur factants cationiques, non-ioniques et anioniques
	Résidus médicamenteux	Antibiotiques, anticancéreux, etc.
	Rejets contenant des métaux	Révélateurs et fixateur de radiographies
	Rejets contenant des germes pathogènes qui sont souvent polyrésistants aux antibiotiques	- Germes présents dans les rejets humains (salmonelles, etc) - Bactéries responsables des infections nosocomiales (staphylococcus aureus, pseudomonasaeruginosa, escherichia coli, etc) - Des virus - Des parasites - Déchets issus des bains de dialyse, et de la balnéothérapie
Déchets des services médicotechniques	Liquides des salles d'opération	Liquides biologique très chargés en matières organiques : sang urines, selles, liquide gastrique, aspiration trachéobronchite, liquides d'épanchement péritonéal ou pleural, de drainage ou d'irrigation
Déchets résultant de l'entretien des matériels médicaux et des locaux	Détergents	
	Détergents + désinfectants	
	Désinfectants + traces de matières organiques + résidus médicamenteux	
Déchets des laboratoires de biologie médicale	Rejet complexe qui comporte une panoplie de molécules	- Sang, des crachats, des urines, - Des acides (acétique, lactique, citrique), - Des bases (soude, etc), - Des solvants, - Des hydrocarbures benzéniques (toluène et xylène), - Des désinfectants (formol, alcool éthylique, eau de javel) ; - Des colorants, - Des effluents des services de radiologie (eaux de rinçage des clichés chargées en résidus argentiques) - Des rejets provenant de la pharmacie (préparation de la teinture d'iode, désinfectants, etc), - Les rejets de la médecine nucléaire.
Déchets des services de médecine nucléaire	Certains éléments radioactifs	Iode 131, technétium 99m, ect.

Concernant la production en Déchet hospitalier, le nombre de lits actifs est un indicateur important pour évaluer qualitativement et quantitativement les Déchets solides, liquides et gazeux dans un établissement de santé selon l'American Hospital Association (Association American Hospital, 1986).

Suivant cette hypothèse, les hôpitaux sont classés en huit groupes (Evens, 2004).

Tableau 3 : classement des établissements de soin par lits actifs.

Classe	Nombre de lits actifs
1	6-24
2	25 - 49
3	50 - 99
4	100 - 199
5	200 - 299
6	300 - 399
7	400 - 499
8	500 ou plus

En France, on estime une consommation de 750 litres par lit et par jour soit 350 à 450 litres pour les services généraux, et 250 à 350 litres pour l'hospitalisation et la technique médical. Pour les besoins moyens en eau d'un centre hospitalier universitaire. Les hôpitaux consommeraient 400 à 200 litres d'eau par jour et par lit (Deloffre, 1995)(Clin, 1999). Et vu que la consommation minimale d'eau domestique est de 100 litres par habitant et par jour (Gadelle, 1995), la consommation d'eau par lit serait ainsi approximativement deux fois supérieure de celle attendue sur la base de « l'équivalent-Habitant »(Mansotte , et al., 2000).

A l'échelle internationale, la demande moyenne en eau des établissements de santé aux Etat-Unis d'Amérique est de 968 litres par lit et par jour (USEPA, 1989).

Dans les pays en développement selon (Laber, et al., 1999), la consommation semble plutôt se situer autour de 500 litres par lit et par jour.

De ces spécificités qualitatives et quantitatives découlent des caractéristiques détaillées singulières (physico-chimiques, microbiologiques et écotoxicologiques) que les paragraphes suivants visent à présenter.

III. Classification des déchets médicaux

Selon les directives techniques pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets biomédicaux et de soins médicaux données par la conférence des partis signataires de la convention de bale sur le contrôle des mouvements transfrontaliers des déchets dangereux et leur élimination, les déchets de soins médicaux sont classés en cinq classes elles-mêmes divisées en sous classes (schéma) :

Déchets de soins médicaux

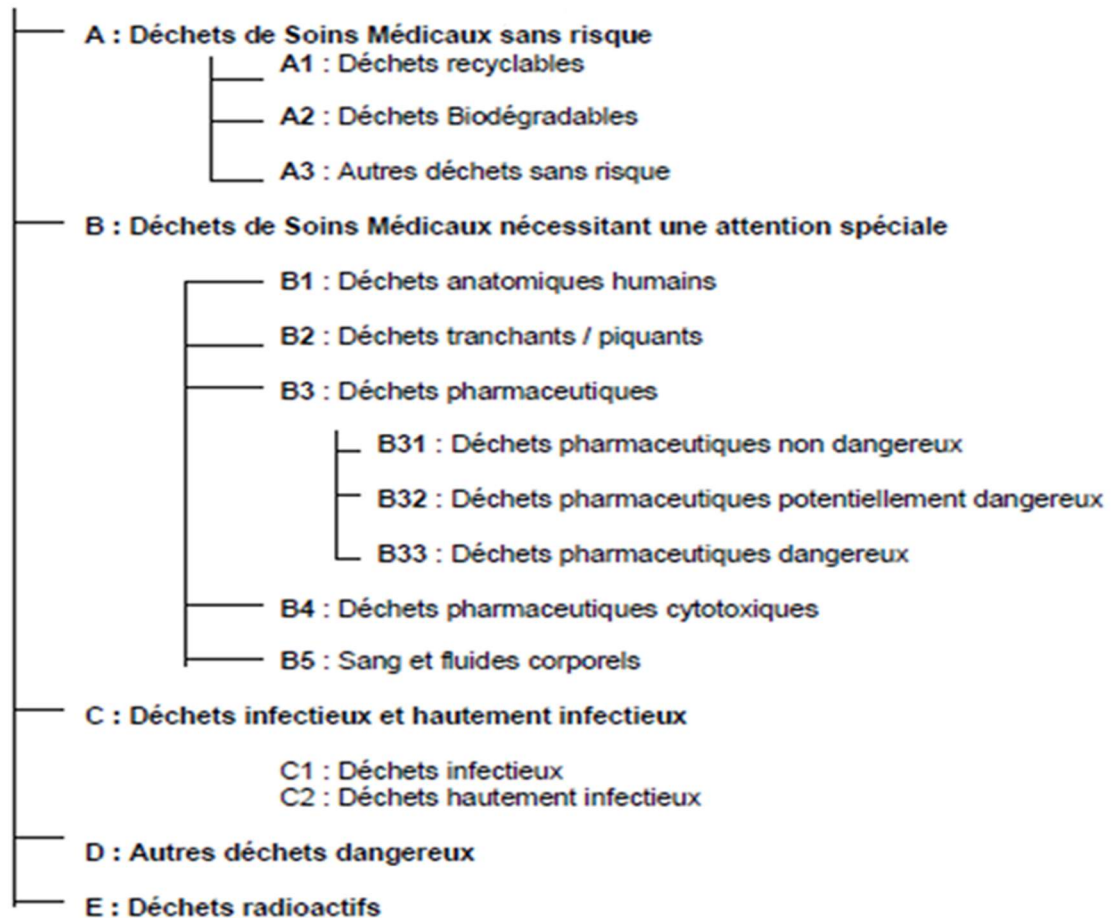


Figure 1 : Classification des déchets de soins médicaux (OMS , 2005)

1. Les déchets de soins médicaux sans risques

Ce sont des déchets similaires aux déchets ménagers, ils comprennent tous les déchets n'ayant pas été infectés comme les ordures de bureaux, les emballages et les restes alimentaires et peuvent être traités par les services municipaux de nettoyage. Ces déchets représentent entre 75% et 90% de la quantité totale des déchets de soins médicaux produits par les institutions médicales. Ils peuvent être répartis en trois groupes :

1.1. Les déchets recyclables

Ils comprennent les papiers, les caisses en carton, les plastiques ou métaux non contaminés, les cannettes ou verres recyclables si une industrie de recyclage existe dans le pays.

1.2. Les déchets de soins médicaux biodégradables

Cette catégorie inclut par exemple, les restes alimentaires, les déchets de jardins pouvant être compostés.

1.3.Les autres déchets non dangereux

Sont inclus dans cette catégorie, tous les déchets ne présentant pas de dangers et qui n'ont pas été ci-haut cités.

2. Les déchets de soins médicaux nécessitant une attention spéciale

2.1.Les déchets anatomiques humains

Les pièces anatomiques sont des organes ou des tissus d'origine humaine ou animale, recueillis à l'occasion des activités de soins.

2.2.Les déchets tranchants et piquants

Les déchets tranchants et piquants sont ceux qui sont étroitement liés aux activités médicales et qui posent un risque potentiel de blessure et d'infection par leur piqûre ou leur caractère tranchant.

Exemples : Tous les types d'aiguilles, de verres cassés, d'ampoules, de lames scalpels, etc.

3. Les déchets pharmaceutiques

Cette catégorie de déchets inclut les produits pharmaceutiques périmés ou non utilisables pour d'autres raisons cas des campagnes de retrait de produits pharmaceutiques. Ils sont divisés en trois classes.

3.1.Déchets pharmaceutiques non dangereux

Cette classe comprend des produits pharmaceutiques qui ne posent pas de danger lors de leur collecte, stockage intermédiaire et traitement. Exemples : infusions de camomille, les sirops antitussifs ; Etant considérés comme non dangereux, leur traitement suit celui des déchets ménagers.

3.2.Les déchets pharmaceutiques potentiellement dangereux

Cette classe comprend les produits pharmaceutiques qui présentent un danger potentiel lorsqu'ils sont mal utilisés par des personnes non autorisées.

Exemples : les drogues, les produits d'euthanasie, etc. Etant considérés comme déchets potentiellement dangereux, leur gestion doit se dérouler dans des unités d'élimination appropriées.

3.3. Les déchets pharmaceutiques dangereux

Cette classe comprend les médicaments contenant des métaux lourds ainsi que les désinfectants contenant ces mêmes métaux qui, à cause de leur composition, requièrent un traitement spécial. Exemples : médicaments expirés, tout objet contaminé par ou contenant les produits pharmaceutiques tels que les flacons, les boîtes, etc. Etant considérés comme déchets dangereux, leur gestion doit se dérouler dans des unités d'élimination appropriées (OMS , 2005).

4. Les déchets pharmaceutiques cytotoxiques

Ce sont des déchets provenant des produits antinéoplasiques mais aussi certains produits utilisés aux laboratoires d'analyse médicale comme le bromure d'éthidium qui est composant du gel d'électrophorèse, caractérisés par leurs propriétés mutagènes, tératogènes et cancérogènes (AFSSA, 2004)(Pruss, et al., 1999). Ils sont subdivisés en trois sous-groupes :

- Les agents d'alkylation, responsables de l'alkylation des nucléotides cellulaires ;
- Les anti-métabolites, inhibent la synthèse de l'acide nucléique des cellules ;
- Les antimétabolites, inhibiteurs de la réplication cellulaire ;
- Les sources de ces déchets peuvent être divisées en trois catégories
- Les matériels de préparation et d'administration de ces produits par exemple flacons vides ou entamés, seringues, aiguilles, matériels de perfusion, compresses, papiers absorbants, etc. ;
- Les produits expirés ou retirés d'usages pour causes diverses
- Les produits d'excrétion (urine, fèces, vomi) des patients ayant été traités par ces produits pendant moins de 48 heures pour quelques produits et une semaine pour d'autres après l'administration du produit cancérogène ou de son métabolite.

Dans les structures spécialisées en oncologie, ces déchets sont de l'ordre de 1% de la production totale en déchets de soins.

5. Sang et les fluides corporels

Ils comprennent les déchets qui ne sont pas catégorisés comme infectieux mais qui sont contaminés par du sang humain ou animal, des sécrétions et des excréments. Il est légitime de penser que ces déchets pourraient être contaminés par des agents pathogènes.

Exemples : les pansements et prélèvements, les seringues sans aiguilles, les bandages, etc.

6. Les déchets infectieux et hautement infectieux

Dans cette catégorie, on distingue deux groupes dépendant du degré d'infection qui leur est attribué.

6.1. Les déchets infectieux

Cette classe comprend tous les déchets biomédicaux et d'activités de soins connus ou cliniquement démontré par un professionnel de la médecine humaine, comme ayant le potentiel de transmettre des agents infectieux aux hommes.

Ce type de déchet comprend :

- Les matériaux et équipements réformés ou déjà utilisés qui sont contaminés par du sang et ses dérivés, d'autres fluides corporels ou excréments de patients ou d'animaux infectés par des maladies dangereuses et contagieuses ;
- Les carcasses ainsi que la litière et les défécations d'animaux de laboratoire.

Exemples : Le sang des malades contaminés par la brucellose, la fièvre Q, les fèces des malades infectés par la fièvre typhoïde ; les sécrétions des voies respiratoires des malades infectés par la tuberculose, la fièvre charbonneuse, etc.

6.2. Les déchets hautement infectieux

Ils comprennent :

- Toutes les cultures microbiologiques dans lesquelles un quelconque type de multiplication d'agents pathogènes s'est produit. Ils sont produits dans des instituts travaillant dans le domaine de l'hygiène, de la microbiologie ainsi que des laboratoires, des cabinets médicaux et établissements similaires.
- Les déchets de laboratoire : les cultures et les stocks contenant des agents biologiques viables, artificiellement cultivés pour augmenter leur nombre de manière significative, y compris les contenants et les équipements utilisés pour transférer, inoculer et mélanger des cultures d'agents infectieux et les animaux de laboratoire contaminés.

7. Les autres déchets dangereux

Cette catégorie de déchets n'appartient pas exclusivement au domaine médical.

Elle comprend les substances chimiques gazeuses, liquides et solides à haute teneur en métaux lourds comme les batteries, les conteneurs pressurisés, etc.

- Les déchets chimiques comprenant les substances chimiques déjà utilisées et produites pendant les procédures de désinfection ou les processus de nettoyage. Ils ne sont pas tous dangereux mais certains possèdent des propriétés toxiques, corrosives, inflammables, réactives, explosives, de sensibilité aux chocs, cyto-génotoxiques.
- Les conteneurs pressurisés se composent de conteneurs pleins ou vides ou de boîtes métalliques d'aérosol contenant du liquide, gaz ou poudre sous-pression.

Exemples : Les thermomètres, jauge de tension artérielle, solutions de fixation et de développement de clichés des services de radiologie, solvants halogènes ou non halogènes, certains sels organiques et inorganiques.

8. Les déchets radioactifs

Les déchets radioactifs comprennent les liquides, gaz et solides contaminés par des radionucléides dont les radiations ionisantes ont des effets génotoxiques.

Les rayons ionisants qui concernent la médecine incluent les rayons X et γ ainsi que les particules α - et β -. Une différence importante entre ces radiations se trouve dans le fait que les rayons X sont émis par des tubes à rayons X uniquement lorsque les équipements qui les génèrent sont en marche, alors que pour les rayons γ , les particules α - et β - émettent des radiations en continu.

Le type de substances radioactives utilisées dans les établissements sanitaires génère des déchets à faible radioactivité. Il concerne principalement des activités de recherches thérapeutiques et d'imagerie médicale où le Cobalt (^{60}Co), le Technétium ($^{99\text{m}}\text{Tc}$), Iode (^{131}I) et Iridium (^{192}Ir) sont très souvent utilisés.

Exemples : les déchets solides, liquides et gazeux contaminés par des radionucléides générés à partir d'analyses de tissus et fluides corporels in vitro, d'imagerie d'organes corporels in vivo et de dépistage de tumeurs, de procédures d'investigation et thérapeutiques (OMS, 2005).

IV. Caractérisation physico-chimique et microbiologiques

1. Composés physico-chimiques

Des travaux de recherche réalisés en France ont révélé que les déchets hospitaliers présentent des concentrations très élevées en molécules chlorées d'une façon permanente et les métaux lourds de façon occasionnelle en particulier le mercure et l'argent (Leprat, 1998).

La synthèse élaborée selon (Boillot, et al., 2008) sur la caractérisation physico-chimique de 17 établissements de santé a révélé un certain nombre de tendances.

Tableau 4 : Synthèse bibliographique de la caractérisation physico-chimique des déchets hospitaliers issus de 17 hôpitaux (Biollot , et al., 2008).

Paramètres	Unité	Synthèse min - max	Paramètres	Unité	Synthèse min - max
pH	-	5,0-8,8	Sulfures	mg/l	ND
Conductivité	µS/cm	11,2 - 313	Détergent anioniques	mg/l	<0,01-1,06
DBO5	mg/l	106-2664	Tensioactifs	mg/l	27,72 – 6,1
MES	mg/l	46-298	Formol	mg/l	1,07
COT	mg/l	47,5- 3095	Glutaraldéhyde	mg/l	0,021
NH4+	mg/l	1,5-42,4	Acétone	mg/l	0,019-0,371
NTK	mg/l	3-68,3	Acétaldéhyde	mg/l	0,491-0,93
NO3-	mg/l	<1-1	Formaldéhyde	mg/l	0,102-0,517
PO4	mg/l	6,15 - 17,3	Phénols	mg/l	0,6-1,15
P tot	mg/l	2 - 24,5	Chloroforme	mg/l	4-36
Chlorure	mg/l	179 - 371	1,1 dichloroéthylène	mg/l	<4
Chlore libre	mg/l	0,25	Bromochlorométhane	mg/l	<0,2
Chlore total	mg/l	0,45	1,2 dichloroéthane	mg/l	<20
AOX	mg/l	0,15 – 437	1,1,1trichloroéthane	mg/l	<0,2
Argent	mg/l	<0,0005-0,5	Tétrachlorure de carbone	mg/l	<0,1
Cuivre	mg/l	<0,05-0,23	Dichlorobromoéthane	mg/l	<0,1
Zinc	mg/l	<0,0035-0,019	Trichloréthylènes	mg/l	<0,4
Mercure	mg/l	<0,0005-5,3	Dichlorobromoéthane	mg/l	<0,2
Cadmium	mg/l	<0,007 -<0,1	Tétrachloroéthylène	mg/l	<0,1
Chrome	mg/l	<0,004-0,197	Benzène	mg/l	<20
Nickel	mg/l	<0,007-0,071	Toluène	mg/l	<20
Arsenic	mg/l	0,0008-0,011	Xylène	mg/l	<20

Les études de (Marc, 2011)(Leprat, 1998)(Hartmann, et al., 2005) ont déduit que généralement après un suivi des paramètres physico-chimiques globaux des déchets hospitaliers (DCO, DBO, MES, NTK), la charge polluante des effluents hospitaliers est similaire voire inférieur à celle des déchets domestiques.

La même expérience réalisée selon (Leprat, 1998), mais cette fois en échantillonnant les déchets sur des tranches de 2 heures, a mis en évidence des fortes pointes en DBO et DCO lors des activités de soins consécutives au lever des malades, et aux heures de repas.

Par ailleurs, un monitoring sur 24h de la qualité rejets hospitalier réalisé selon (Boillot, et al., 2008)(Mohee, 2005) afin d'étudier les fluctuations de ces paramètres au cours d'une journée, en échantillonnant les trois périodes suivantes : 6h-9h30, 10h-16h et 16h30- 18h révèle que l'échantillon représentant la période 10h-16h était le plus « contaminé », les deux autres étaient relativement similaires.

Tableau 5 : Caractéristiques typiques aux déchets hospitaliers et domestiques (Verlicci, et al., 2010).

Paramètres	Unité	Déchet hospitalier		Déchet domestique	
		Intervalle	Moyenne	Intervalle	Moyenne
pH	-	7,7 – 8,1	8	7,5-8,5	7,5
Potentiel Redox	mV	850-920	890		100
NTK	mg/l	5-80	33	20-70	
P total	mg/l	0,2-13	4	4-10	7
Huile et graisses	mg/l	5-60	25	50-100	75
Chlore	mg/l	65-360	200	30-90	50
Surfactants	mg/l	3-7,2	4,5	4-8	5
E. coli	MPN/100ml	$10^3 - 10^7$	10^4	$10^6 - 10^7$	10^5
Coliformes fécaux	MPN/100ml	$10^3 - 10^7$	10^5	$10^6 - 10^8$	10^7
Coliformes totaux	MPN/100ml	$10^5 - 10^8$	10^6	$10^7 - 10^{10}$	10^8

En se référant aux paramètres reportés dans le tableau 6 ont déduit des ratios journaliers de pollution généré par un patient en DBO₅, DCO et MES.

Tableau 6 : Charges polluantes générées par les établissements de soin (Verlicci, et al., 2010)

Paramètre	Charge polluante en g/patient/jour	Charge polluante en g/équivalent habitant/j
DBO₅	160	60
DCO	260-300	100-120
MES	120-150	70-90

2. Eléments des métaux lourds

D'après le tableau n°4, une présence ponctuelle de métaux lourds (argent, cuivre, zinc, plomb, mercure, chrome et nickel) et d'arsenic dans le déchet hospitalier a été détectée. Selon (Cyr, et al., 2002), la présence du mercure est due principalement à l'utilisation accrue des antiseptiques organomercuriels dans les rejets liquides des laboratoires médicaux en écartant l'hypothèse de l'utilisation des thermomètres de mercure qui ne sont plus en usage dans les hôpitaux des pays industrialisés.

Les concentrations en métaux lourds seraient du même ordre de grandeur dans les déchets domestique sauf pour le platine, le mercure et le gadolinium qui seraient en concentrations plus importantes dans les déchets hospitaliers (Boillot, et al., 2008)(Kummerer, 2001).

3. Détergents et désinfectants

Un détergent est un produit servant « décoller la saleté » par une action physique et chimique par contre un désinfectant permet d'éliminer ou de tuer tous les micro-organismes et/ou d'inactiver les virus indésirables portés par des milieux inertes contaminés, en fonction des objectifs fixés (AFNOR, 1981). Le résultat de cette opération est limité aux micro-organismes et/ou virus présents au moment de l'opération (Clotilde, 2008).

3.1. Les détergents

La composition des détergents est sous forme d'une partie polaire à caractère hydrophile qui s'hydrate facilement (ions chargés négativement), et d'une partie peu ou pas polaire à caractère hydrophobe ou lipophile (insoluble dans l'eau – chaîne hydrocarbonée). Ces deux pôles engendrent des propriétés tensioactives.

L'élément constituant l'essentiel de la partie organique des détergents est l'agent de surface (ou tensioactif), l'un des principes actifs des détergents.

Les tensioactifs forment un film discontinu et fragile à la surface de l'eau qui empêche le plus souvent la lumière solaire et l'oxygène de l'air de pénétrer dans l'eau. Dans le cas d'un milieu naturel aquatique, ces éléments peuvent provoquer le début d'une eutrophisation car ils entraînent à moyen terme un déséquilibre biologique (Evens, 2004).

Dans le cas d'un réacteur de traitement biologique aérobie, ces tensioactifs créent des zones anaérobies.

La législation française par le décret du 28 décembre 1977 paru au journal officiel du 18 janvier 1978, relatif à la biodégradabilité des agents de surface, impose que les détergents aient une biodégradabilité supérieure ou égale à 90%.

3.2. Les désinfectants

Les désinfectants sont des produits très largement utilisés, dans les hôpitaux, l'industrie et les foyers domestiques, soit en tant que tels, soit comme composants de produits cosmétiques (mousse à raser par exemple). Ces composés appartiennent à différentes classes chimiques et possèdent des spectres d'action variés (bactéricides, bactériostatiques, fongicides...). Cela s'explique par les différentes qui permettent aux micro-organismes de se protéger des conditions extérieures (Besse, et al., 2007).

L'utilisation des désinfectants en milieu hospitalier est très diversifiée (désinfection des surfaces, de l'instrumentation, de la peau (antiseptiques), des cuisines, etc.), ce qui engendre deux catégories de substances : les désinfections courantes et les désinfectants à utilisation restreinte (Emmanuel, et al., 2004).

Parmi les désinfectants les plus couramment utilisée, on peut notamment citer : les produits chlorés, les produits contenant des aldéhydes et dérivés (Glutaraldéhyde (GA), formaldéhyde (CH_2O), l'acide peracétique ($\text{CH}_3\text{-COOOH}$)).

En 1994, la société française d'hygiène hospitalière (SFHH) a adoptée l'hypothèse portant sur la présence de rejets contenant des produits détergents, désinfectants pour expliquer la toxicité élevée des déchets hospitaliers, après avoir piloter avec la Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales (DRASS) en France, une importante étude sur trois hôpitaux de la région Rhône Alpes depuis 1991.

Le tableau n°4 montre une présence quasi systématique des composées organohalogénés adsorbables (AOX) et désinfectants (dont des molécules chlorées) en concentrations élevées.

D'après (Gartiser, et al., 1996), les déchets des services d'hospitalisation d'un CHU allemand ont présenté des concentrations en AOX très élevées dépassant 10mg/L et il a affirmé avec (Sprehe, et al., 2001)(Steger-Hartmann, et al., 1999) que les agents de contrastes iodés aux rayons X présents dans les déchets hospitaliers contribuent à l'existence des AOX dans le réseau d'assainissement.

D'autre part et selon (Hartmann, et al., 2005), la concentration des désinfectants peut aller jusqu'à 200mg/L selon la taille la consommation en désinfectants et la taille de l'établissement. Ont mesuré des concentrations de glutaraldéhyde allant de 0,50 à 3,72 mg/L dans les déchets d'établissement de santé (Jolibois, et al., 2002).

4. Composées iodés contrastés

Selon (Kummerer, et al., 1998), les AOX sont persistants dans l'environnement et s'accumulent dans les chaînes alimentaires. Certains d'entre eux sont toxiques pour l'homme et les organismes aquatiques.

Des concentrations sont comprises entre 0,18 et 0,82 mg/L en AOX (composée organohalogénés absorbables sur charbon actif) ont été détectées dans les eaux hospitalières. Les concentrations minimales ont été analysées dans les échantillons 23h-5h et 9h-13h et la Maximale dans l'échantillon 5h- 9h (Emmanuel, et al., 2004).

Selon (Steger-Hartmanin , et al., 1999) notent que les agents de contrastes iodés sont très hydrophiles, ils ne sont donc pas bioaccumulables.

Les AOX, résultat de l'utilisation des agents de contrastes iodés, des solvants, des désinfectants, des détergents et des médicaments contenant du chlore, ont une mauvaise biodégradabilité et un mauvais comportement d'adsorption.

Par ailleurs, la majeure partie (90%) des composés organiques iodés contenus dans les rejets liquides quittent le plus souvent le STEP sans aucune dégradation.

5. Composés radioactifs

Les déchets radioactifs peuvent avoir deux origines (Jehannin, 1999) :

- **Les services de thérapies : des** cuves de stockage reçoivent les déchets provenant des sanitaires spéciaux. Les urines des malades chargées en iode 131 sont stockées pendant un temps correspondant à 10 périodes. Avant rejet manuel du déchet, des mesures de radioactivité doivent être réalisées ;
- **Les services de diagnostic** (laboratoires de médecine nucléaire).

Selon (Rodier, 1971), les centres hospitaliers utilisent des sources scellées et non scellées. Les services de radiothérapie ne produisent pas de déchet et utilisent des sources scellées. Par contre au niveau de la recherche médicale et biologique, pour le diagnostic et la thérapeutique l'utilisation des sources scellées produit des divers déchets radioactifs en fonction de l'emploi des radioéléments dans les opérations.

La plupart des établissements de santé éte ne rejettent plus leurs déchets radioactifs dans l'égout. Certaines institutions stockent l'urine des patients à qui un avant d'être rejeté à l'égout sanitaire (Metcalf, et al., 1991).

L'objectif de ces techniques est de réduire la radioactivité du médicament (ASHE, 1985).

D'après (Rodier, 1971)(Eerlandsson, et al., 1978), le devenir des radionucléides dans les écosystèmes aquatiques dépend de chaque radioélément. Aux Etats-Unis, une étude a prouvé que les saumons de la rivière, exposés aux rejets de présentaient une contamination moyenne $1,5 \text{ Bq.g}^{-1}$ susceptible de déterminer, chez les individus « isolés » qui auraient consommé 40 kg de saumon par an, une irradiation au niveau des os-l'organe « critique » - de 0,3 mSv par an, soit 20% de la dose admissible (Clotilde, 2008).

Les études radio-écologiques conduites par le laboratoire de la commission de recherche et d'information indépendantes sur la radioactivité, selon(Criirad, 2008) à partir du début des années 90 ont permis de mettre en évidence dans de nombreux bassins versants (Rhône, Seine, Garonne, etc.) une contamination des plantes aquatiques par des radionucléides utilisés en médecine dont en particulier l'iode 131 (période physique de 8 jours).

6. Composés micros bactériologiques

Il est vérifié que la flore bactérienne d'un déchet d'hôpital est quantitativement assimilable à celle d'un déchet urbain classique (Clotilde, 2008)(Jehannin, 1999).

D'autre études ont confirmé, aussi, suite à une comparaison des eaux usées urbaines et hospitaliers sur le plan microbiologique effectuée selon(Mansotte, et al., 2000)(Leprat, 1998) que les déchets des établissements de santé seraient globalement moins chargés que les eaux usées urbaines. Cette observation est probablement due à la présence en concentrations élevées de substances chlorées et autres substances toxiques.

Par ailleurs, le danger résiderait plus dans la présence de certains germes ayant acquis des caractères de résistance aux antibiotiques (*Proteusvulgaris*, *Mycobactérie*) présents de façon systématique et de façon ponctuelle par des souches typiquement hospitaliers (*Enterobactersakazakii*) dans les déchets du CHU de limoges (SFHH, 1993)(Emmanuel, et al., 2005)(Hartmann, et al., 2005).

Il est difficile d'affirmer qu'il existe une flore de l'hospitalisme. Selon (Jehannin, 1999)recommande de retenir comme première approche par la réalisation des tests de détection sur les grandes familles pour déceler ensuite petit à la spécificité de la flore bactérienne du déchet de l'hôpital. Les grandes familles des bactéries sélectionnées sont dans le tableau 7.

Tableau 7 : Familles des bactéries spécifiques au déchet hospitalier.

Désignation	Indication
Flore bactérienne aérobie totale (37°C)	Flore fécales humaine
Flore bactérienne aérobie totale (20°C)	Flore de l'environnement
Coliformes totaux	Flore fécale humaine
Coliformes thermotolérants	Flore fécale
Streptocoque fécaux	Flore fécale
Mycobactérie	Forme particulièrement, opportuniste
Salmonelle	Pathogénicité élevée
Pseudomonas aeruginosa	Germes de l'hospitalisme, opportuniste
Proteus vulgaris	Germes de l'hospitalisme
Clostridium	Germes de l'hospitalisme, forme résistante
Entérobactéries	Germes de l'hospitalisme
Staphylococcus aureus	Germes de l'hospitalisme, opportuniste

Il est recommandé d'effectuer des analyses permettant une comparaison avec en déchet classique urbain (germes indicateurs de contamination fécale) mais aussi de voir dans quelles proportions on retrouve les germes de l'hospitalisme dans le déchet de l'hôpital et dans le réseau.

En utilisant des entérocoques, des staphylocoques, des Enterobacteriaceae et des bactéries hétérotrophes en tant qu'indicateurs de présence des bactéries multi résistantes dans les biofilms formés dans le réseau d'assainissement hospitalier, selon (Schwartz, et al., 2003) ont relevé une importante présence de germes multi-résistants aux antibiotiques. Toutes les bactéries isolées étaient résistantes à la tétracycline et à l'érythromycine. 39 entérocoques résistants à la vancomycine ont été relevés. Des niveaux élevés de résistance à l'ampicilline, à l'amoxicilline/acide clavulanique et à la gentamicine ont été enregistrés. Par contre de faibles niveaux de résistance à la ciprofloxacine et au cotrimoxazole ont été enregistrés. *Pseudomonas aeruginosa* a été également isolée dans les déchets hospitaliers (Tsai, et al., 1998).

7. Composés virologiques

Les entérovirus se présentent en quantité importante dans les eaux usées. Selon (Mansotte, et al., 2000) ont identifiés des marqueurs de pollution virale des eaux de surface tels entérovirus et d'autres virus tels les adénovirus dans les déchets hospitaliers.

Les entérovirus et les adénovirus sont considérés comme des marqueurs de pollution virale dans les déchets hospitaliers. Cette présence à corrélée avec celle d'autre virus, le VIH par exemple.

Le VIH, agent causal du SIDA, a été isolé des liquides biologiques et excréments des personnes infectées. Ces rejets liquides sont directement déversés dans réseau d'assainissement des hôpitaux et des laboratoires de recherche et peuvent contribuer à la présence du virus dans les réseaux de drainage urbains et dans les STEP (Evens, 2004).

A priori, les eaux brutes contaminées par le VIH, une fois arrivée dans le réseau d'assainissement urbain peuvent, sur la base d'hypothèses à vérifier, constituer un risque sanitaire pour les égoutiers et les opérateurs de STEP (Johnson, et al., 1994).

En effet, les personnes infectées par les entérovirus et les entérobactéries libèrent en moyenne 10^6 à 10^7 PI (ou colonies) pour chaque litre de selle excréte. Ont trouvé une concentration de PI de VIH par litre compris entre 1.4×10^{-1} et 8.6×10^{-1} (inférieur à 1PI de VIH par litres de déchets) pour la ville de Chicago (Johnson, et al., 1994)(Casson , et al., 1997).

Ces travaux dénotent l'intérêt accordé au monitoring du VIH dans le milieu aquatique. Il faut tout au moins souligner de plus en plus de scientifiques qui sont unanimes à reconnaître que le nombre de PI pouvant activer la virulence du VIH en milieu liquide inhumain doit être supérieure à 100(Casson , et al., 1997)(Lue-Hing , et al., 1999). Toutefois, la corrélation entre les entérovirus et le VIH dans les eaux usées semble être un problème sanitaire réel qui sur le plan scientifique nécessite une définition précise et un objet spécifique de recherche.

8. Résidus médicamenteux

L'Agence Française de Sécurité de l'Environnement et du Travail (AFSSET, 2008) affirme que l'hôpital présente une principale source des rejets médicamenteux et définit les molécules thérapeutiques hautement actives les plus utilisées en quantités importantes dans un établissement de soin. Le classement des classes thérapeutiques par ordre de présence dans les déchets hospitaliers sont dans le tableau suivant.

Tableau 8 : Classement des classes thérapeutiques par ordre de présence dans les déchets hospitaliers

Classe thérapeutiques	Définitions
1 Antibiotiques	Molécules possédant la propriété de tuer (bactéricide) ou de limiter la propagation (bactériostatique) des bactéries
2 Antinéoplasiques	Un antinéoplasique est un médicament destiné à bloquer la prolifération des cellules cancéreuses – le néoplasme désignant une tumeur ou un cancer. Toutefois, la plupart des antinéoplasiques ne sont pas des médicaments à effet spécifique sur les cellules néoplasiques étant donné qu'ils touchent également les cellules saines. Antinéoplasiques regroupent plusieurs dizaines de médicaments, dont les agents alkylants, les antimétabolites, les agents intercalant et les antimitotiques.
3 Antalgiques et analgésiques	Les antalgiques sont des médicaments utilisés pour atténuer la douleur, alors que les analgésiques visent à l'éliminer. Dans ce sens, les analgésiques font partie des antalgiques puisqu'ils atténuent la douleur. Ces deux types de traitements sont donc utilisés pour réduire la douleur mais à des niveaux différents.
4 Anesthésiques	Médicaments administrés par voie intraveineuse ou inhalatrice pour la suspension temporaire et réversible de la conscience et de la sensibilité douloureuse.
5 Anti – inflammatoires non stéroïdiens	Les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) ont une action anti-inflammatoire, mais aussi antalgique et antipyrétique. Les plus connus sont l'Aspirine et l'Ibuprofène.
6 Corticoïdes	Les corticoïdes sont des médicaments qui présentent des propriétés anti-inflammatoires. Ils sont prescrits sous différentes formes : en sirop, en comprimés, en injection et en pommade. Ils sont essentiellement utilisés comme anti-inflammatoires et antiallergiques.
7 Anti-sécrétoires gastriques	Les antisécrétoires permettent de diminuer la sécrétion acide de l'estomac. Ils font partie des antiulcéreux. Leur prescription est faite pour traiter un ulcère ou bien comme traitement de fond afin d'éviter la ou les récurrences ulcéreuses.
8 Antiépileptiques	Les antiépileptiques sont des médicaments qui visent à atténuer voire à supprimer la fréquence ou la sévérité des crises d'épilepsie.
9 Antiseptiques	Un antiseptique est un désinfectant à usage corporel ; c'est une substance qui tue ou prévient la croissance des bactéries, champignons et des virus (micro-organismes) sur les surfaces externes ou internes du corps. Les antiseptiques sont à distinguer des antibiotiques qui agissent seulement contre les bactéries.
10 Produits de contraste et de diagnostic	Un produit de contraste pour les examens d'imagerie est un liquide contenant un certain élément (l'iode pour les examens aux rayons X, et un produit radioactif de faible activité pour l'imagerie par résonance magnétique ou IRM), qui donne une image blanche sur les clichés. Il permet, selon le mode d'administration et le moment où sont pris les clichés, de cerner les contours des organes creux ou entre plusieurs éléments, ou de préciser la manière dont un organe, une lésion, sont irrigués.

En plus de cette liste, le rapport de (AFSSET, 2008) affirme aussi que l'ensemble des molécules anticancéreuses sont des molécules CMR : cancérogènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction.

Les travaux de (Kummerer, 2001)(Boillot, et al., 2008) confirment que les établissements de soin considérés comme sources ponctuelles importantes de ces molécules mais cette observation est souvent limitée à un établissement, à quelques mesures isolées ou à un nombre limité de molécules d'une même famille (principalement des anticancéreux et antibiotiques) sans comparaison avec un déchet urbain.

Les études portent ainsi sur un nombre limité de molécules : les analgésiques, les antibiotiques, les antiépileptiques, les bêtabloquants, les anti-cholestérols et les anticancéreux. A réalisé une modélisation dans le cadre son travail de recherche pour cibler les molécules médicamenteuses les plus présents dans les déchets hospitaliers. Un ultime choix pragmatique a donc été effectué dans la liste des molécules définitives est reportée dans le tableau qui suit afin de conserver un minimum de molécules représentatives d'un maximum de familles thérapeutiques (Mullot, 2009). Les molécules suivantes ont pu être retenues dans le tableau suivant.

Tableau 9 : les classes pharmaceutiques les plus utilisées dans les établissements de soin et rejetées dans les déchets hospitaliers.

Classe pharmaceutique	Molécule active	Réserve usage hospitalier	Elimination sous forme inchangée	Elimination sous forme de glucuronoconjugués
Anticancéreux	5-Fluorouracile	oui	2-35%	non
Anticancéreux	Cyclophosphamide	oui	5-53%	non
Anticancéreux	ifosfamide	oui	6,6-35%	non
Antibiotique	Anti-inflammatoire	non	29-44% (voie orale) 50-70% (injectable)	non
Anti-inflammatoire	Kétoprofène	non	<1%	oui, 45-80%
Anesthésique	Propofol	non	<0,3%	oui, 49-73%
Produit de contraste IRM	Acide Gadopentétique	oui	92%(écart type 12)	non
Antibiotique	Sulfaméthoxazole	oui	39-49%	oui, 15-20%
β-bloquant	Alténolol	non	90-100%	non
Glucocorticoïde	Méthylprednisolone	non	5-12%	non
	Prednisolone	non	11-24%	non
Produit de contraste iodé	Iobitridol	non	90-100%	non
	Ioméprol	oui	90-100%	non

Mise à part le pourcentage d'élimination de ces molécules qui peut aller jusqu'à 100%, la forme d'élimination par glycuconjugaison, réaction chimique qui permet la formation d'une nouvelle molécule par fixation sur un substrat d'une molécule d'acide glucorique, et se produisant souvent dans l'organisme humain pour permettre d'éliminer un produit toxique (ou

un médicament), rend les résidus médicamenteux plus solubles dans le milieu aquatique. Elle se produit essentiellement dans le foie grâce à l'action d'une enzyme : la glucuronosyltransférase. Cette voie est utilisée en particulier pour l'élimination des antibiotiques de la famille des fluroquinolones.

Les nouvelles molécules est ainsi plus soluble est peut-être plus facilement éliminée par les reins mais par conséquent plus délicate à extraire au niveau des ouvrages d'épuration. Les informations et les fiches détaillées relatives à ces molécules sont présentées dans l'annexe d'un travail de recherche (Mullot, 2009).

Selon (Verlicci, et al., 2010) les concentrations moyennes dans les déchets hospitaliers sont plus de 2 à 150 fois les concentrations moyennes les paramètres mesurés dans les déchets domestiques.

Les composés les plus présents dans les déchets hospitaliers sont le paracétamol, un analgésique largement administré dans le monde entier, ciprofloxacine, érythromycine et sulfamethoxazole des antibiotiques tout à fait communs à AOX.

Au niveau des effluents domestiques, les plus hautes concentrations ont été trouvées pour le paracétamol et l'ibuprofène (analgésique), ofloxacine et érythromycine (des antibiotiques) et AOX.

Une synthèse des données bibliographiques des concentrations en substances médicamenteuses dosées dans les déchets hospitaliers est élaborée à partir des références suivantes (Aherne, et al., 1985) (Steger-Hartmann, et al., 1999) (Kummerer, et al., 1998) (Clotilde, 2008) (Thomas, et al., 2007) (Brown, et al., 2006).

Tableau 10 : Concentration en substances médicamenteuses dosées dans les déchets hospitaliers

Substance pharmaceutique	Classe pharmaco-thérapeutique	Concentration dosée (min- max) dans des déchets hospitaliers (µg/l)	
Ciprofloxacine	Antibiotique	<0,038	101
Métronidazole	Antibiotique	0,1	90,2
Sulfaméthoxazole	Antibiotique	<0,004	12,8
Ofloxacine	Antibiotique	0,2	34,5
Triméthoprim	Antibiotique	0,05	15
Doxycycline	Antibiotique	0,005	6,7
Tétracycline	Antibiotique	<0,015	1,5
Lincomycine	Antibiotique	0,3	2
Pénicilline	Antibiotique	0,85	5,2
Méthotrexate	Anti-cancéreux	1	1
Métoprolol	Betabloquant	0,4	25,1
Paracétamol	Antalgique	5,4	178
Diclofénac	Anti-inflammatoire	0,2	14,9
Ibuprofène	Anti-inflammatoire	0,069	9
Cyclophosphamide	Anti-cancéreux	0,019	4,5
Ifosfamide	Anti-cancéreux	<0,002	1,9

La classe pharmaceutique la plus rejetée dans les déchets hospitaliers est la classe des antibiotiques.

Par ailleurs, la plus forte concentration (177µg/l) correspondant au paracétamol de la classe thérapeutique antalgique (antalgique périphérique administré pour les douleurs légères à moyennes). Les concentrations dosées sont toutes inférieures aux mg/l d'où la nécessité de mettre en place des systèmes de traitement des eaux usées pour l'élimination des composés pharmaceutiques de l'ordre micrométrique.

V. Risques associés aux déchets hospitaliers et leurs impacts sur la santé et l'environnement

Le risque de déchets hospitaliers dirigé vers le public peut être physique, chimique, radiologique ou microbiologique ; le plus grand risque étant celui des blessures ou piqûres par les agents piquants et tranchants favorisant la contamination microbienne (Dale , et al., 1998). En plus, le risque pour la santé publique peut être indirect suite à la pollution de l'environnement au cours du processus de traitement de ces déchets (Collins , et al., 1992).

Les personnes à risque sont :

- Le corps médical : docteurs, infirmiers et infirmières, le personnel sanitaire et de maintenance des centres de soins ;
- Les propriétaires d'animaux recevant des traitements dans les établissements sanitaires ainsi que leurs visiteurs ;
- Les travailleurs des services de soutien liés aux établissements sanitaires tels que les services de manipulation des déchets et de transport ;
- Les travailleurs des installations d'élimination des déchets, y compris les ramasseurs d'ordures ;
- Le grand public, et plus spécifiquement, les enfants jouant avec des objets qu'ils peuvent trouver dans les déchets en dehors des établissements sanitaires, lorsque ceux-ci leur sont directement accessibles (OMS , 2005).

1. Risques associés aux déchets hospitaliers

1.1.Les risques directs

Pendant la manipulation des déchets hospitaliers, le personnel médical et de service, sont sujets à de nombreuses infections par voie percutanée d'une part si la peau ou les muqueuses sont lésées soit par les déchets tranchants ou piquants, d'autre part par l'inhalation des aérosols générés lors du traitement de ces déchets. La contamination et le réveil des formes latentes des maladies infectieuses telle que la tuberculose a été observés aux Etats-Unis d'Amérique sur un site de traitement des déchets de soins provenant des laboratoires d'analyses médicales sans équipement de protection du personnel ni contrôle du matériel utilisé(Weber, et al., 1999).

Déposer des déchets de soins médicaux dans des espaces ouverts peut avoir de graves effets négatifs sur les populations à savoir les blessures et/ou les infections ; cas des enfants en Russie qui ont été contaminés par la variole lorsqu'ils jouaient derrière un centre de santé

avec les ampoules contenant des vaccins vivants contre cette même maladie (Reuters Online,2000).

1.2.Les risques indirects

Le dépôt ou l'évacuation des déchets de soins médicaux dans des zones non contrôlées peut avoir un effet environnemental direct par la contamination des sols et des nappes souterraines ; en plus, pendant l'incinération, si un filtrage propre n'est pas effectué, l'air peut également être pollué et causer des maladies à la population environnante (OMS , 2005).

2. Impacts sur la santé et l'environnement

2.1.Impacts sur la santé

Les problèmes posés par une mauvaise gestion des déchets médicaux revêtent une grande acuité. Les principales personnes exposées dans le processus de gestion des déchets médicaux sont :

- Les patients et les professionnels de la santé (personnel médical et paramédical) se trouvant dans les établissements de soins ;
- Les aides-soignants, les servants, les agents d'entretien, les préposés à l'incinération, etc. ;
- En dehors du périmètre hospitalier, les agents des sociétés privées ou des ONG chargés de la collecte, du transport et de la mise en décharge des ordures ménagères mélangées aux déchets dangereux ;
- Les récupérateurs informels qui pratiquent de façon permanente ou occasionnelle la fouille des ordures, notamment les femmes et les enfants et ;
- Les populations qui utilisent des objets hospitaliers récupérés pour des usages domestiques.

Les risques liés à une mauvaise gestion des déchets issus des soins de santé sont généralement

- Des blessures accidentelles : risques d'accident pour le personnel de santé ; les enfants qui jouent (ou qui font leurs besoins) à proximité des décharges d'ordure non contrôlés ainsi que les récupérateurs non avisés ;
- Des intoxications aiguës, des infections nosocomiales et des nuisances pour le personnel de santé et de collecte (odeurs, exposition, manque d'équipements de protection individuelle, absence de suivi médical, etc.).

Pour ce qui concerne les infections, trois catégories sont identifiées :

- Les maladies virales telles que le VIH/SIDA, l'Hépatite Virale B (HVB) et l'Hépatite Virale A. Sont principalement exposés à ces pathologies le personnel de santé, les garde-malades, le personnel d'entretien et les populations riveraines des décharges (enfants, récupérateurs, etc.) ;
- Les maladies microbiennes ou bactériennes, telles que la tuberculose, les streptocoques, la fièvre typhoïde, etc. ;
- Les maladies parasitaires, (issues des selles provenant des centres de santé et rejetées dans les dépotoirs publics situés près des habitations) telles que la dysenterie, les ascaris, etc.

S'agissant des risques de blessures, il faut souligner que les déchets pointus et coupants, incluant les seringues, les morceaux de verre et lames peuvent causer des coupures qui créent des entrées dans le corps humain pour les infections. On peut noter par exemple, les seringues usées qui peuvent être recyclées par des pratiquants peu scrupuleux ou utilisées par les enfants comme jouets. Elles constituent de ce fait des voies potentielles de transmission du VIH. D'autres préjudices peuvent aussi être causées, telles que le cancer (par les produits radioactifs), les brûlures et les irritations de la peau (par les produits chimiques toxiques et radioactifs), mais sans aucun lien avec les risques d'infection par le VIH/SIDA.

En effet, le niveau d'ignorance des manipulateurs de déchets issus des soins médicaux à la source ainsi que l'inadéquation et la faiblesse des équipements de stockage, de collecte et de disposition des déchets dangereux se traduisent par leur mélange avec les autres déchets solides moins nocifs, notamment au niveau des décharges publiques ou sauvages très fréquentées par les animaux domestiques en quête de nourriture. Cette situation peut entraîner une propagation potentielle de maladies et de contaminants chimiques à travers la chaîne alimentaire. De la même manière, les vents de poussière peuvent entraîner des germes pathogènes et dangereux provenant du stockage inapproprié des déchets dangereux dans les hôpitaux et cliniques ainsi que les décharges à ciel ouvert.

Le tableau ci-dessous présente en détails les principaux impacts négatifs liés à la situation actuelle de la gestion des déchets dangereux (MS, 2017).

Tableau 11 : Impacts sanitaires dus à la gestion actuelle des déchets médicaux

Activités ou contraintes de gestion des déchets médicaux	Conséquences	Impacts sanitaires	Catégorie
Pas de tri sélectif	Mélange des déchets médicaux avec ordures	Blessures	Majeur
		Infections/contamination	Majeur
Pas de poubelles appropriées	Déversement des déchets médicaux	Blessures	Majeur
	Mauvaise manipulation	Infections/contamination	Majeur
Mélange des déchets médicaux avec les ordures	Contamination des ordures dans les décharges	Blessures	Majeur
		Infections/contamination	Majeur
Pas de responsable désigné pour assurer la gestion des déchets médicaux	Absence de suivi de la gestion des déchets médicaux	Blessures	Majeur
		Infections/contamination	Majeur
Incinération des déchets médicaux	Production de fumées	Emissions de gaz toxiques et	Majeur
		Cancérigènes	Majeur
Rejet des déchets médicaux dans un fossé à ciel ouvert	Décomposition des déchets	Odeurs nuisibles	Majeur
		Prolifération de germes pathogènes et autres vecteurs de maladies	Majeur
Absence ou non utilisation d'équipements de protection	Manipulation des déchets médicaux à main nue et à visage découvert	Blessures	Majeur
		Infections	Majeur

2.2. Impacts sur l'environnement

Les pratiques les plus nocives pour le milieu naturel concernent certaines méthodes de traitement et d'élimination des déchets dangereux tels que le rejet dans les dépotoirs d'ordures, l'enfouissement, le brûlage à l'air libre et l'incinération.

L'enfouissement « *sauvage* » dans un trou creusé dans le sol, dans l'enceinte des structures sanitaires humaines et animales, constitue la pratique la plus répandue. Une telle pratique peut

s'avérer nocive pour l'environnement dans la mesure où les trous ne sont pas protégés et que leur étanchéité n'est pas garantie entraînant de ce fait la contamination des nappes.

Le brûlage à l'air libre constitue une autre pratique courante dans les structures sanitaires humaines et animales. C'est de toute évidence la méthode la plus polluante pour l'air en raison des émanations de gaz et de particules contenant des substances hautement toxiques : la combustion des déchets dangereux par ce procédé peut entraîner des émissions riches en acide chlorhydrique, en azote et en oxyde de soufre, ainsi que des émissions de particules contenant des substances organochlorées, telles que les dioxines, les furanes, les chlorobenzènes et les chlorophénols, connus pour être hautement cancérigènes(MS, 2017).

Le rejet des déchets dangereux dans les décharges publiques d'ordures ménagères apparaît comme une solution de facilité et de moindre effort. Le recours à cette méthode engendre le déplacement du risque d'infection d'un point à un autre et tend surtout à le démultiplier car le contact des déchets dangereux avec les autres déchets accroît la chaîne de contamination du milieu naturel, et donc de transmission de maladies. En outre, on constate l'absence de mesure de surveillance et de maîtrise des dangers à la fois pour le personnel (gestionnaires, récupérateurs) et le milieu naturel.

L'incinération constitue certes une pratique généralement recommandée à cause de son efficacité, mais elle n'en comporte pas moins des risques de pollution atmosphérique et des nuisances sur la santé des populations, lorsque des dispositions techniques appropriées ne sont pas adoptées. Par exemple, la sélection des déchets (tri à la source) devra être effectuée pour éviter la combustion d'éléments plastiques, de produits chimiques et de métaux lourds. En outre, l'emplacement de l'incinérateur, le dispositif de purification des fumées, la hauteur de la cheminée et les périodes de fonctionnement devront être sérieusement étudiés.

Concernant les déchets liquides, le déversement des effluents hospitaliers sans traitement particulier présente un risque énorme pour la santé publique et pour le milieu naturel. Même si la plupart des formations sanitaires disposent de fosses septiques pour le rejet des eaux usées, ces dernières ne font l'objet d'aucun prétraitement spécifique avant rejet. Pourtant, une simple désinfection chimique pourrait réduire de façon très sensible les éléments pathogènes.

Les impacts sur l'environnement biophysique sont d'ordre divers et concernent :

- La pollution de l'air et les inconvénients provoqués par les brûlages à l'air libre des déchets ainsi que par les fumées des incinérateurs ;
- La contribution à la pollution des eaux de surface et des eaux souterraines par les eaux de lixiviation des décharges.

Tableau 12 : Principaux effets des polluants atmosphériques sur la santé et l'environnement

Polluants	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
Dioxyde de soufre (SO₂)	Il s'agit d'un gaz irritant pour la peau, les muqueuses et les voies respiratoires supérieures (toux, gêne respiratoire, bronchites...).	Au contact de l'eau, il se transforme en acide sulfurique et contribue aux phénomènes des pluies acides et à la dégradation de la pierre et des matériaux de nombreux monuments.
Oxydes d'azote (NO_x)	Le NO ₂ est un gaz irritant pour les bronches. Chez les personnes sensibles, il peut favoriser les infections pulmonaires et augmenter la fréquence des crises d'asthme.	Le NO ₂ participe aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique (O ₃), à la destruction de la couche d'ozone stratosphérique et à l'effet de serre.
Ozone troposphérique (O₃)	Ce gaz agressif provoque des migraines, des irritations des yeux et de la gorge, de la toux, une altération pulmonaire... Les effets sont très variables selon les personnes.	L'ozone troposphérique est néfaste pour les écosystèmes et la végétation. Il contribue à l'effet de serre et aux phénomènes des pluies acides.
Composés Organiques Volatils (COV)	Les effets sont variables selon la nature du polluant et l'exposition. Ils vont d'une certaine gêne olfactive à des effets mutagènes et cancérigènes, en passant par des irritations diverses et une diminution de la capacité respiratoire.	Les COV jouent un rôle majeur dans le mécanisme de formation de l'ozone troposphérique, contribuent au phénomène des pluies acides, à l'effet de serre et à la destruction de la couche d'ozone.
Monoxyde de carbone (CO)	Le CO se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang provoquant un manque d'oxygénation de l'organisme. Cela peut provoquer des maux de tête, des vertiges, des vomissements... En cas d'exposition prolongée cela peut aller jusqu'au coma ou à la mort.	Le CO participe aux mécanismes de formation de l'ozone troposphérique. Dans l'atmosphère, il se transforme en CO ₂ (dioxyde de carbone) et contribue à l'effet de serre.
Les poussières ou particules en	La toxicité dépend de la nature,	Elles ont un effet nocif sur la

suspension	de la dimension (les particules les plus fines pénètrent plus profondément dans l'arbre pulmonaire) et de l'association à d'autres polluants. Elles peuvent entraîner une irritation des voies respiratoires, une altération de la fonction respiratoire... Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes.	végétation (étouffement physique de la surface des feuilles qui réduit l'apport en lumière et diminue l'efficacité de la photosynthèse, plantes plus sensibles aux maladies...). Les poussières provoquent également la formation de salissures sur les bâtiments et les monuments.
Ammoniac (NH₃)	Le NH₃ présent dans l'air n'a pas d'effet toxique sur la santé. Mais attention, sous forme liquide (NH₄OH), l'ammoniaque se révèle très corrosif ! Mélangé avec de l'eau de Javel (chlore actif), il peut alors provoquer des dégagements gazeux toxiques (chloramines).	Comme l'ozone, le NH₃ contribue à l'acidification de l'environnement.
Les polluants organiques persistants (POPs : incluant les dioxines, les HAP3, les pesticides...)	Les POPs présentent des effets toxiques importants sur la santé humaine : effets cancérigènes, atteinte à la fertilité, perturbation des systèmes nerveux et immunitaire, perturbation du système endocrinien (système de régulation des hormones)... Leur nature persistante fait qu'ils peuvent provoquer des perturbations en cas d'exposition chronique même à de faibles concentrations. De plus, les POPs se dispersent fortement. Les impacts peuvent donc être observés à proximité mais aussi très loin des sources d'émission.	Les POPs persistent dans l'environnement et le contamine durablement. Ils constituent une source de contamination continue et progressive. En outre, du fait de leurs propriétés de bioaccumulation, ils s'accumulent dans la chaîne alimentaire (à travers les graisses animales par exemple) et nuisent à la santé humaine.

2.3.Impacts socioculturels de la gestion des déchets médicaux

Une modification qualitative du système de gestion des déchets pourrait réduire (tant soit peu) la quantité de déchets provenant des activités médicales et, du coup, réduire les sources de revenus dont disposent les groupes exerçant l'activité de récupération et de recyclage des déchets.

Il convient de souligner que les populations font montre d'une grande sensibilité face à certains types de déchets, notamment anatomiques (amputations, placentas, etc.). Elles sont le plus souvent très exigeantes quant aux modalités de leur élimination. A leurs yeux, il est inacceptable de rejeter ces types de déchets dans les décharges d'ordures ou de les incinérer. En règle générale, ces types de déchets sont remis aux patients ou aux membres de la famille qui les enterrent. En tout état de cause, les croyances socioculturelles et religieuses devront être véritablement prises en compte dans la mise en œuvre du présent plan de gestion des déchets médicaux afin de garantir le respect des représentations et des coutumes des populations concernées. C'est là une condition essentielle pour obtenir une adhésion non pas formelle, mais réelle à toute stratégie de gestion des déchets.

Le tableau suivant présente de façon spécifique, les impacts socioculturels négatifs de la gestion des déchets médicaux (MS, 2017).

Tableau 13 : Impacts socioculturels spécifiques

Activités ou contraintes de gestion des déchets médicaux	Impacts socioculturels	Catégorie
Pas de tri sélectif	Néant	-
Pas de poubelles appropriées	Risque de stockage de produits d'amputation, de placentas dans des poubelles de fortune	Majeur
Mélange des déchets médicaux avec les ordures	Risque de rejet de produits d'amputation, placentas, etc. dans les décharges d'ordures	Majeur
Incinération des déchets médicaux	Risque d'incinération de membres d'amputation, placentas, etc.	Majeur
Rejet des déchets médicaux dans un fossé à ciel ouvert	Risque causé par le rejet de produits d'amputation, placentas, etc.	Majeur

CHAPITRE II : CADRE JURIDIQUE ET INSTITUTIONNEL DE LA GESTION DES DECHETS HOSPITALIERS

I. Cadre juridique

1. Cadre juridique international

Sur le plan international, la Mauritanie a ratifié plusieurs traités et conventions internationaux relatifs à la gestion des déchets dangereux :

- Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontaliers des déchets dangereux et de leur élimination (PNUE, 1992);
- Convention de Bamako sur les déchets dangereux (1991) ;
- Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (PNUE, 2004);
- Principe du « pollueur/payeur » adopté par OCDE ;
- Convention de Vienne pour la protection de la couche d’ozone ;
- Approche stratégique de gestion internationale des produits chimiques (SAICM) ;
- Déclaration de Rio de Janeiro sur l’environnement et le développement en 1992 ;
- Déclaration de Libreville sur la santé et l’environnement en Afrique, en Août 2008 ;
- Règlement sanitaire international (RSI)-2005 ;
- Règlementation du CILSS sur l’homologation des pesticides.

A l’échelle européen, au niveau de la liste publiée par la directive communautaire européenne du 12 décembre 1991 (91/689/CEE) relative aux déchets dangereux qui considère en ses annexes I et II les déchets hospitaliers (liquides et solides) comme des résidus dangereux, on retrouve : les produits pharmaceutiques, les médicaments, les résidus des produits employés comme solvants, les produits de laboratoires photographiques, les savons, les substances organiques non halogénés et les constituants dangereux (phénols, solvants, argent...).

En France, le Code de la Santé Publique impose l’obligation de traitement des eaux usées et la demande d’autorisation préalable avant tout déversement dans le réseau public.

Le règlement sanitaire départemental incite à la séparation des eaux pluviales et des eaux usées et interdit le déversement de certaines substances.

L’agence de l’eau précise les paramètres retenus pour la caractérisation physico-chimique des déchets hospitaliers selon l’arrêté du 28 octobre 1975modifié en 1991 :

- MES (matières en suspension)
- MO (matières oxydables : DBO5, DCO)
- NR (azote réduit)
- P (matières phosphorées)
- AOX* (composés organo-halogénés adsorbables sur charbon actif) NO* (azote oxydé)
- pH
- Température.

Dans les cas des rejets raccordés à une station d'épuration collective, l'arrêté du 2 février 1998 fixe les limites admissibles. Lorsque le flux maximal apporté par le déchet est susceptible de dépasser 15kg/j de MEST, ou 15 kg/j de DBO5 ou 45kg/j de DCO n, les valeurs limites des concentrations imposées au déchet à la sortie de l'établissement avant raccordement à une station d'épuration collective ne dépassent pas les valeurs suivantes :

- MEST : 600mg/l ;
- DBO5 : 800mg/l O2 ;
- DCO : 2000mg/l O2 ;
- Azote total : 150 mg/l N ;
- Phosphor total: 50 mg/l P.

Pour les micropolluants, les valeurs limites de rejet sont dans le tableau suivant(Agence de l'Eau, France, 1991).

Tableau 14 : Valeurs limites de rejets des micros polluants

Polluants	Valeurs limites de rejet (mg/l)	Si le flux journalier dépasse(g/j)
Indice phénol	0,3	3
Chrome hexa valent	0,1	1
cyanures	0,1	1
Pb et composés	0,5	5
Cu et composés	0,5	5
Cr et composés	0,5	5
Ni et composés	0,5	5
Zn et composés	2	20
Mn et composés	1	10
Sn et composés	2	20
Fe + Al et composés	5mg/l (Fe + Al) (5mg/l pour Al ou Fe, l'autre métal à 2mg/l	20
Composésorganiques halogénés	1	30
Hydrocarbures totaux	10	100
Fluor et composés	15	150

2. Cadre juridique nationale

2.1. Au niveau du Ministère de l'environnement et du Développement Durable

La gestion des déchets dangereux est régie par la loi N°2000-045 du 27/07/2000, portant loi-cadre sur l'environnement. Etablit les principes généraux qui doivent fonder la politique nationale en matière de protection de l'environnement. Il sert de base pour l'harmonisation des impératifs écologiques avec les exigences d'un développement économique et social durable. La politique nationale de l'environnement vise à garantir :

- La lutte contre les pollutions et les nuisances ;
- La conservation de la diversité biologique et l'utilisation rationnelle des ressources naturelles ;
- L'amélioration et la protection du cadre de vie ;
- L'harmonisation du développement avec la sauvegarde du milieu naturel.

Les acteurs de la mise en œuvre ainsi que leurs responsabilités sont aussi définis. Dans le cadre de la protection des ressources et du milieu naturel, certaines activités (Art.26) susceptibles de porter atteinte aux ressources naturelles (Art.24) que sont (i) la faune et la flore, (ii) le sol et le sous-sol, (iii) l'air, (iv) les mers et les océans, les eaux continentales et (v) les forêts et les aires protégées sont interdites ou soumis à autorisation préalable. Certaines activités aussi sont soumises à l'évaluation d'impact sur l'environnement qui fera état lorsque pertinent de la liste des produits chimiques utilisés (Art 17). Par exemple, dans le chapitre II consacré à la protection de l'eau en vue notamment de l'alimentation en eau potable et de la santé publique, de 19 la vie biologique du milieu récepteur en particulier la faune piscicole, certaines dispositions sont prises qui s'appliquent aux déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de matière de toute nature pouvant occasionner ou renforcer la dégradation des eaux superficielles ou souterraines. Le chapitre III traitant de la protection du sol et du sous-sol est plus explicite en termes d'utilisation des pesticides. En effet, les articles 45, 46 et 47 stipulent respectueusement ce qui suit.

- Article 45 : il est interdit de déposer, jeter, déverser ou éparpiller des déchets ou des résidus solides, liquides, ou gazeux, ou toute autre substance susceptible de polluer le sol en des endroits autres que ceux exclusivement prévus à cet effet par les textes en vigueur.

- Article 46 : les utilisateurs des pesticides ou d'autres substances chimiques nocives sont tenus d'en faire usage de façon rationnelle uniquement pour combattre les maladies, les prédateurs ainsi que pour favoriser la fertilisation des sols.

- Article 47 : les vendeurs et les utilisateurs des pesticides ou d'autres substances chimiques à effets nuisibles sont tenus de ne vendre et de n'utiliser que des produits entrant dans la nomenclature légalement admise par les organismes compétents.

En outre, dans le cadre de la prise en charge des déchets, la section II du chapitre II traite des déchets industriels produits sur le territoire. La définition des déchets prend en charge les produits phytosanitaires obsolètes (pesticides)-Art 4. Cependant il n'est pas fait cas de la collecte, du stockage et du traitement ainsi que de la responsabilité des intervenants sauf les entreprises industrielles classées soumises à un cahier des charges général dont l'élaboration incombe aux ministères chargés de l'industrie, des mines, de l'environnement et de la santé.

En réalité, il y a actuellement une insuffisance de textes législatifs et réglementaires spécifiques à la gestion de la pollution de l'air, la gestion des emballages plastiques et la gestion des déchets dangereux dans le domaine de la médecine humaine et vétérinaire.

2.2. Au niveau du Ministère de la Santé en Mauritanie (MS, 2017)

Il existe une direction centrale chargée du développement des normes et stratégies en matière d'hygiène publique depuis 2011. En effet, la direction de l'hygiène publique créée en 2011 est dédiée aux questions d'hygiène dans le pays. Cette direction a pour principale mission de coordonner au niveau national la promotion de l'hygiène publique. Sa création fait suite à l'adoption du code d'hygiène (Loi N° 42-2010 du 21 juillet 2010) dans lequel la question de la gestion des déchets dangereux a été traitée, notamment en ses articles 25, 48 et 84.

L'article 48 dispose que « tout établissement sanitaire public et privé doit assurer l'élimination immédiate et correcte des déchets générés conformément aux dispositions et règlements en vigueur dans les différentes étapes de collecte de tri, de transport, de stockage et de traitement... ».

Le code d'hygiène sert de référence en matière d'hygiène en Mauritanie et porte sur la totalité du cadre de vie et l'environnement naturel. Il définit les règles de santé et d'hygiène publique dans les espaces publics, établissements scolaires et sanitaires, les bâtiments publics, les habitations, les denrées et produits alimentaires, les installations industrielles et commerciales ainsi que le milieu naturel. Le code a défini aussi les organes devant régir le secteur de l'hygiène en Mauritanie.

Au titre des mesures d'assainissement de base, le code d'hygiène mentionne que sur les citernes enterrées, un revêtement de gazon est seul toléré, à l'exclusion de toute autre culture ; l'usage des pesticides, des fumiers organiques ou autres y est interdit (Art 22). En ce qui concerne les 20 aliments d'origine végétale (fruits et légumes), ils doivent être conformes aux

prescriptions en vigueur en matière d'hygiène, notamment en ce qui concerne les résidus de pesticides (Art 38).

Cependant, ce code apparaît essentiellement sous l'aspect de police sans évoquer les mesures d'information, de promotion, de sensibilisation des populations aux questions d'hygiène. C'est pour entre autres raisons, pallier cette insuffisance qu'une stratégie nationale de promotion de l'hygiène a été élaborée et validée en 2015, pour la période 2015-2020. Elle reconnaît la promotion de l'hygiène comme étant « une thématique transversale et intersectorielle, avec un caractère à la fois individuel et collectif, privé et public ». La stratégie nationale de promotion de l'hygiène est bâtie autour de trois axes stratégiques qui sont (i) l'amélioration de la gouvernance du secteur, (ii) la promotion de l'hygiène dans les établissements scolaires et de santé et (iii) la communication pour le changement de comportement. En parallèle, la direction de la médecine hospitalière, en 2015, a mis en place un programme de prévention, contrôle de l'infection. Ce programme exige la mise en place des comités de lutte contre les infections nosocomiales avec identification des responsables d'hygiène et une équipe opérationnelle d'hygiène. Cependant, la mise en place des comités de lutte contre les infections nosocomiales n'est pas encore effective.

En plus, un guide national de PCI a été validé en 2015, suivi du guide national de la sécurité du patient élaboré et validé en 2016. Tous ces guides nécessitent une large diffusion et application effective.

3. Cadre institutionnel de la gestion des déchets hospitaliers en Mauritanie (MS, 2017)

La gestion des déchets dangereux en Mauritanie est assurée principalement par deux départements ministériels, ce sont le Ministère de l'Environnement et du développement durable, le Ministère de la Santé.

Au niveau du ministère de l'environnement et du développement durable, deux directions sont concernées par la gestion des déchets biomédicaux et des produits chimiques : la direction du contrôle environnemental, et la direction des pollutions et urgences environnementales.

Le ministère de l'environnement et du développement durable est responsable de l'élaboration et la mise en œuvre de la politique environnementale. Sa mission consiste à assurer le contrôle et le suivi de la gestion environnementale.

Le ministère de la santé a la responsabilité de l'élaboration et de la mise en œuvre de la politique sanitaire y compris l'hygiène hospitalière. Ce département, dont relève la gestion des déchets hospitaliers, définit la politique sanitaire et exerce une tutelle sur les formations

sanitaires qui constituent les principales sources de production de déchets dangereux. Les différents services et directions rattachés à ce département sont concernés au premier plan par la gestion des déchets. Au niveau décentralisé (Wilaya et Moughataa), les structures de référence dans le domaine de la santé sont les directions régionales à la promotion sanitaires. En matière d'hygiène hospitalière et de gestion des déchets, la direction de l'hygiène publique qui relève du Ministère de la Santé est la structure compétente pour toutes les questions liées à la gestion de l'hygiène publiques du pays. La capacité d'intervention de la direction de l'hygiène publique est relativement limitée en raison de l'insuffisance des moyens humains, matériels et financiers requis pour exécuter efficacement sa mission. Les efforts du ministère de la santé en termes d'équipements de gestion et de traitement des déchets dangereux (tels que les poubelles de collecte appropriées, les systèmes de traitement, les équipements de protection, la construction d'incinérateurs) restent relativement faibles et insuffisants eu égard à l'ampleur des besoins.

CHAPITRE III : LES PROCESSUS DE GESTION DES DECHETS HOSPITALIERS

I. Introduction

La gestion de déchets est la collecte, transport, le traitement, la réutilisation ou l'élimination des déchets, habituellement ceux produits par l'activité humaine afin de réduire leurs effets sur la santé humaine, l'environnement, l'esthétique ou l'agrément local. L'accent a été mis, cette dernière décennie, sur la réduction de l'effet des déchets sur la nature et l'environnement et sur leur valorisation. La gestion de déchets concerne tous les types de déchets qu'ils soient solides, liquides, ou gazeux, chacun possédant sa filière spécifique.

Ce chapitre présente une synthèse des modalités de gestion des déchets hospitaliers et les traitements disponibles.

Tableau 15 : Axes de recherche concernant le traitement des déchets hospitaliers

Axes de recherche	Références
Caractérisation chimique et physique des EUHs	(Onesion, et al., 2009) (Abd El-Gawad, et al., 2011)
Charges biologiques et le risque de propagation des bactéries multi-résistantes aux antibiotiques	(Biollot , et al., 2008) (Verticchi, et al., 2012)
Contribution des EUH dans les STEP des EU municipales	(Yuan , et al., 2013) (Prabhasankar, et al., 2016) (Verlicci, et al., 2010)
Les différents procédés de traitement adoptés à l'échelle internationale	(Verlicci, et al., 2010) (Al Aukidy, et al., 2014) (Ort, et al., 2010)
Comparaison qualitative des EUHs et les EU urbaines	(Verlicchi, et al., 2010) (Pauwels, et al., 2006) (Kummerer, et al., 2000)
Choix des procédés de traitement de l'élimination des micropolluants	(Gautam, et al., 2007) (Onesion, et al., 2009)
Faisabilité technico-économique des différents procédés de traitement des EUHs	(Verlicci, et al., 2010)
Variation saisonnière de la qualité des EUHs	(MEN, 2002) (Kummerer, et al., 2000)
Modalités de gestion des traitements des EUHs (Co-traitement / Traitement in situ)	(Verlicchi, et al., 2015) (Al Chalabi, et al., 2017)

II. Généralité sur les processus de gestion des déchets hospitalier

Les modes de traitements des déchets hospitaliers sont différents selon les conditions locales de chaque pays (le niveau de développement, le degré de préoccupation des décideurs du volet environnemental...). Ainsi, les déchets hospitaliers peuvent être traités in situ, Co-traiter

avec les eaux usées urbaines en présence d'une station de traitement communale, ou décharger directement dans le milieu récepteur.

Les différents scénarii de gestion des déchets hospitaliers existants sont comme suit (Verlicchi, 2009):

- Rejet direct (pratique courante) ;
- Rejet dans le réseau des eaux usées communal et Co-traitement dans la STEP municipale (pratique dans quelques pays) ;
- Traitement des déchets hospitaliers in situ ;
- Traitement des déchets hospitaliers in situ puis traitement dans la STEP communale.

Une étude a recensé les différents travaux ayant abordés les modes de traitement des déchets hospitaliers dans trois continents : Asie, Afrique, et l'Australie (Al Chalabi, et al., 2017).

Ainsi, plusieurs axes de recherche concernant le traitement et la traitabilité des déchets hospitaliers sont abordés dans la littérature.

Tableau 16 : Evaluation des processus de gestion des déchets hospitaliers

Mode de gestion	Avantages	Inconvénients
Rejet direct	- Aucun investissement ; - Aucune maintenance ; - Aucun contrôle ou suivi de la qualité des eaux rejetées.	- Grand risque contamination par les micropolluants ; - Risque de bioaccumulation des ETM ; - En cas de l'épidémie, tous les rejets non traités doivent être désinfectés par chloration. Ce qui peut causer des dégâts environnementaux.
Rejet dans le réseau des eaux usées communal et Co-traitement dans la STEP municipale	- Aucun rejet direct dans le milieu récepteur	Le réseau unitaire induit à la dilution ce qui affecte le processus de la biodégradation au niveau de la STEP
Traitement des déchets hospitaliers	Diminution de 90% de la charge générée	- Suivi et contrôle très strictes ; - Mise en place d'un système de qualité, d'hygiène et externe de la de sécurité pour la protection de l'environnement interne et externe de la STEP au sein de l'établissement de soin ; - Maintenir une gestion et une collaboration pérennes des différents partenaires (producteurs, autorités, gestionnaire du réseau, opérateur de la STEP) pour garantir une qualité de sortie conforme aux normes de rejets.
Traitement des déchets hospitaliers in situ + traitement dans la STEP communale	Un double traitement avec une sécurité maximale	- Couteux et complexe - Choix du procédé adéquat à la typologie du rejet générée et harmonisation avec le traitement au niveau de la STEP municipale.

III. Le processus de gestion des déchets solides hospitaliers

Les quantités et les caractéristiques des déchets solides hospitaliers de plus en plus importantes sont très variés et constituent un danger croissant pour le milieu naturel. Ils provoquent des altérations du milieu environnant à cause de leurs charges en matières en suspension et en polluants organiques dissous qui sont toxiques et peuvent être persistants.

1. Modalité de gestion déchets solides hospitaliers

La gestion ces déchets a pour objectif (Barbara, 2017)

- Respecter la réglementation en matière de déchets
- Diminuer les impacts environnementaux des déchets par leur valorisation ou recyclage
- Éviter la contamination des patients, du personnel, de l'environnement
- Maîtriser les coûts d'élimination des déchets,

Le processus d'élimination suit des étapes qui méritent d'être explicitent. Pour assumer cette gestion, des mesures d'organisation doivent être prises en considération tout au long des cinq étapes : le tri et le conditionnement, la collecte, le stockage, le transport, le traitement et l'élimination.

1.1.Le processus tri des déchets

Le tri est l'étape la plus importante pour une gestion réussie des déchets sanitaires.

Il consiste en la séparation sur la base de leurs propriétés dangereuses des différents types de déchets, les types de traitement et d'élimination qui leur sont appliqués. Une manière recommandée d'identifier les catégories de déchets de soins médicaux est de les disposer selon des codes couleur et dans des sacs ou conteneurs clairement étiquetés

Il devrait (Hafiane , et al., 2011) :

- Toujours avoir lieu à la source, c'est à dire, à partir du chevet des lits, des salles d'opération, des laboratoires d'analyse ou, toute autre chambre ou salle de l'hôpital où des déchets sont générés ;
- Etre simple à mettre en œuvre par le personnel médical et auxiliaire, et appliqué de manière uniforme à travers le pays tout entier ;
- Etre sûr et garantir l'absence de déchets de soins médicaux infectieux dans le flot de déchets domestiques
- Etre bien compris et connu du personnel médical et auxiliaire des établissements sanitaires ;
- Etre régulièrement contrôlé pour s'assurer que les procédures sont respectées.

Cette étape cherche à :

- Garantir la sécurité du personnel hospitalier ;
- Assurer la sécurité de la communauté ;
- Respecter les règles d'hygiène ;
- Respecter la réglementation ;
- Réduire les coûts liés à l'élimination des déchets, le coût du traitement des DASRI étant nettement plus élevé que celui des déchets assimilables aux ordures ménagères ;
- Le tri à la source est une étape déterminante qui conditionne les étapes successives de collecte, de stockage et d'élimination des déchets ;
- Seul le producteur de déchets est à même de réaliser le tri correctement dès la production du déchet et ceci du fait de sa connaissance du type de soin qu'il a réalisé et du patient qu'il a traité.

Le tri est basé sur un système de codes couleur :

L'application du système de codes couleur vise à assurer une identification immédiate et non équivoque du risque associé aux types de déchets hospitaliers à manipuler ou, à traiter. La chose qu'elle va être bien expliquée dans le tableau suivant :

Tableau 17 : Système de codage couleur des déchets de soins médicaux

Noir	Jaune	Verte	Rouge	Blanc
Les déchets assimilables aux ordures ménagères (DAOM)	Les déchets d'activités de soins à risque infectieux (DASRI)	Les pièces anatomiques d'origine humaine (PADH)	Les déchets à risque chimique et toxique (DRCT)	Les déchets d'activités radiologiques (DAR)

1.2. Le processus de conditionnement et l'étiquetage

Le conditionnement c'est l'emballage des déchets suivi de l'étiquetage (Barrière physique contre les microorganismes pathogènes). Il doit :

- Permettre au personnel désigné par l'unité de gestion de déposer les déchets triés dans des conteneurs spécifiques,
- Porter la mention "déchets dangereux" d'une manière visible et indélébile,

Porter l'indication des structures, services et départements producteurs des déchets. Toutes les procédures spécifiques au tri, conditionnement et étiquetage des déchets de soins médicaux doivent être expliquées au personnel médical et auxiliaire et affichées sous formes de graphiques sur les murs près des conteneurs à déchets dans chaque service (MEGD, 2012).

Pour réaliser le tri et le conditionnement, il faut :

- Organiser des réunions d'information ;
- Mettre en place des panneaux d'affichage des affiches dans tous les services de l'établissement ;
- Apposer des logos sur les conteneurs de déchets ;
- Réserver un espace suffisant pour les conteneurs nécessaires ;
- Étudier la possibilité d'attribuer une bonification pour le personnel en cas de tri conforme.

On distingue deux niveaux de conditionnement des déchets tels que :

- Les conditionnements primaires sont des emballages consommables (sacs, cartons, conteneurs pour PCT), en contact direct avec les déchets. Ils sont utilisés par le personnel qui produit les déchets au cours de son travail à l'intérieur des services de l'établissement de soins.
- Les conditionnements secondaires sont des contenants de plus grand volume, dans lesquels sont placés les emballages primaires. En général, il s'agit de récipients roulants adaptés au regroupement et au transport interne et externe des déchets.

Parmi les règles de base pour déterminer les types de conditionnements primaires et secondaires les plus appropriés, on peut citer :

- Adapter le type de conditionnement aux propriétés physiques du déchet : perforant (piquant, coupant et/ou tranchant), à risque, solide, mou ou liquide ;
- Adapter le volume des conditionnements aux quantités produites et aux fréquences d'enlèvement.

1.3.La procédure stockage centralisé

Il s'agit du local où sont entreposés les conteneurs pleins avant enlèvement, ainsi qu'il doit être se fait dans des locaux bien précis (MSS, 2009):

- En retrait des zones d'activités hospitalières et à distance des fenêtres et des prises d'air ;

- Facilement accessible par les véhicules de transport.

Et dans une durée qu'elle dépend de deux facteurs :

- Facteur de quantité :

Plus de 100 kg par semaine : 72 heures

Entre 5 kg par mois et 100 kg par semaine : 7 jours

Moins de 5 kg par mois : 3 mois

- Facteur de climat :

Climat modéré : 72 heures en hiver ; 48 heures en été

Climat chaud : 48 heures en saison fraîche ; 24 heures en saison chaude

Il y a des conditions générales qu'elles doivent être respectées dans l'application des deux types de stockage, tels que :

- Signalisation apparente de l'usage du local et limitant l'accès sur la porte ;
- Identification du local du point de vue de la réglementation incendie ;
- Superficie adaptée au volume de déchets produits et au rythme de collecte ;
- Absence de communication directe avec d'autres locaux ;
- Local non chauffé et éventuellement réfrigéré dans le cas de conditions climatiques particulières (départements d'outre-mer et assimilés) ;
- Ventilation suffisante, naturelle ou mécanique ;
- Porte suffisamment large pour laisser passer les conteneurs et à fermeture impérative ;
- Eclairage efficace ;
- Interdiction d'entreposer des déchets conditionnés dans des sacs à même le sol ;
- Protection contre la pénétration des nuisibles et animaux ;
- Sols et parois lavables, résistants aux chocs et aux produits détergents et désinfectants ;
- Poste de lavage des mains correctement équipé à proximité ou à défaut, distributeur de solution hydro-alcoolique ;
- Arrivée d'eau avec dis-connecteur pour protéger le réseau d'alimentation en eau potable ;
- Evacuation des eaux usées avec siphon de sol ;
- Conteneurs mobiles distincts et clairement identifiés pour les déchets d'activités de soins à risques infectieux et les déchets assimilables aux déchets ménagers ;

- Lorsque la configuration des bâtiments ne permet pas la construction d'un tel local, l'entreposage des déchets d'activités de soins à risques infectieux peut être envisagé sur des aires grillagées extérieures respectant les prescriptions de l'arrêté relatif aux modalités d'entreposage.

1.4. La procédure de transport des déchets (Abdellatif M., et al., 2014)

L'objectif de cette étape est d'assurer de façon sécuritaire la collecte et l'acheminement des déchets « à risque » au lieu de stockage central en tenant compte des caractéristiques des déchets à transporter (Abdellatif M., et al., 2014).

Et parmi les outils utilisés dans le transport des déchets hospitaliers, on peut citer : les chariots, équipement de protection personnelle (gants, tabliers, masques ...). Si le traitement se fait en dehors de l'hôpital, un transport externe est nécessaire.

Pour les conteneurs de transport, ils doivent être étanches aux liquides, rigides, munies d'une fermeture efficace, marqués d'un signe apparent, et ne doit pas excéder 24 heures, ainsi qu'ils doivent se faire à la même température que celle de stockage des DASRI (Abdellatif M., et al., 2014).

Si les conteneurs de transport sont réutilisés ils doivent :

- Présenter des parois et surfaces lisses ;
- Être constitués de matériau lavable ;
- Être nettoyés et désinfectés intérieurement et extérieurement après vidange et ceci sur le site d'élimination des déchets.

Et pour les véhicules de transport, ils doivent être :

- Marqués du signe « Danger biologique » ;
- Exclusivement réservés au transport des DASRI ;
- Etanches aux liquides ;
- Constitués de surfaces lisses, faciles à nettoyer ;

2. Les processus de gestion des déchets solides hospitaliers en Mauritanie

Les plus importantes sources de production des déchets médicaux sont représentées par les hôpitaux publics, les cliniques semi-publiques et privées suivies par les centres de santé, les laboratoires cliniques et de recherche scientifique sans oublier les cabinets médicaux, les infirmeries et les cabinets dentaires.

2.1.Le tri et conditionnement des déchets

Cependant, les insuffisances notées dans la séparation effective des déchets dangereux constituent une préoccupation majeure, non seulement, d'un point de vue technique, mais aussi environnemental et sanitaire. En effet, au sein des formations sanitaires, on constate un mélange hétéroclite composé de déchets infectieux et de déchets ordinaires non nocifs, (assimilables aux ordures ménagères), aussi bien, dans les poubelles de stockage que dans les décharges sauvages (MS, 2017).

Ainsi, l'absence ou l'insuffisance de tri à la source est à l'origine d'un accroissement du volume de déchets contaminés alors qu'il constitue l'étape la plus importante pour une gestion efficace des déchets de soins médicaux.

2.2.Collecte et transport des déchets en Mauritanie

La collecte et le transport à l'intérieur des structures sont assurés par le personnel de soutien non formé, au moyen de poubelles et de brouettes jusqu'aux lieux de stockage ou d'élimination sans équipements de protection appropriés.

Ainsi, le secteur du transport des déchets issus des activités de soins est caractérisé par un manque d'investissement pour se professionnaliser. Les petites et moyennes entreprises qui évoluent dans ce secteur n'ont généralement pas accès à des lignes de crédits pour s'équiper de moyens de transport normés, des équipements de protection individuelle, d'acquérir des technologies propres ou d'infrastructures adaptées. C'est ce qui explique aujourd'hui que presque la totalité des établissements de soins de la capitale font recours aux services de la Communauté urbaine de Nouakchott pour évacuer leurs déchets non triés. En réalité, le domaine de compétence des communes concerne les déchets ménagers et assimilés. Mais l'absence de tri fait que les communes se retrouvent en train de gérer des carcasses d'animaux, des déchets de construction, des déchets biomédicaux, etc.(MS, 2017).

Tableau 18 : Synthèse de l'évaluation de la gestion des déchets en Mauritanie (INRSP, 2008)

Régions	Structures visitées	% Echantillon National Wilaya	Appréciation Outil évaluation Rapide- OMS Wilaya	Observations sur le terrain	Causes principales de la mauvaise GD
Adrar	2 Hôpitaux 4 CS	61%	Situation problématique	Situation critique	▪ Cadre institutionnel -Absence d'un responsable hygiène dans les structures -Absence de fonds alloué à la GD -Absence de réglementation en GD -Non implication des Autorités administratives et Communales ▪ Manque de renforcement des capacités -Absence d'un responsable hygiène dans les structures -Absence de fonds alloué à la GD -Manque de formation du personnel - Manque de sensibilisation du personnel -Insuffisance du personnel de soutien dans les structures Sanitaires. ▪ Manque d'équipements et matériels adaptés -Poubelles -Récipients -Infrastructures réglementaires d'élimination finale ▪ Transport des DBM - Personnels non formés -Matériels non adéquats
Assaba	1 Hôpitaux 3 CS	67%	Situation problématique	Situation critique	
Brakna	1 Hôpitaux 5 CS	78%	Situation problématique	Situation critique	
Gorgol	1 Hôpitaux 4 CS	54%	Situation satisfaisante	Situation critique	
Guidimagha	1 Hôpitaux 3 CS 1 PS	78%	Situation problématique	Situation critique	
Hodh El Chargui	1 Hôpitaux 4 CS	52%	Situation satisfaisante	Situation critique	
Hodh El Garbi	1 Hôpitaux 4 CS	60%	Situation problématique	Situation critique	
Inchiri	1 CS 1 Clinique	34%	Situation satisfaisante	Situation critique	
Nouadhibou	1 Hôpitaux 1 Clinique 4 CS	65%	Situation problématique	Situation critique	
Nouakchott	4 Hôpitaux 9 CS 4 Clinique 3 Labo privés	60%	Situation satisfaisante	Situation satisfaisante	
Tagant	1 Hôpitaux 3 CS	56%	Situation satisfaisante	Situation critique	
Trarza	1 Hôpitaux 5 CS 1 PS	81%	Situation critique	Situation critique	
TirisZemour	2 Hôpitaux 1 Clinique 2 CS 1 PS	48%	Situation satisfaisante	Situation critique	

2.3.Les processus d'élimination et de traitement des déchets en Mauritanie

Les méthodes de traitement et d'élimination des DBM en Mauritanie sont utilisées à savoir : l'incinération, le brûlage à l'air libre et l'enfouissement (MS, 2017).

L'hygiène hospitalière en Mauritanie se caractérise par (MS, 2011) :

- L'insalubrité des structures de soins et de leurs environnements ; les règles d'hygiène et d'asepsie n'étant ni vulgarisées ni rigoureusement respectées puis un programme sectoriel de renforcement de l'hygiène hospitalière n'existant pas ;
- L'insuffisance du système de collecte, de traitement et d'évacuation des déchets hospitaliers. La majorité des établissements ne disposent pas de logistiques et d'incinérateurs adaptés alors que le comportement « non hygiénique » des usagers et même des personnels ne favorisent pas une gestion efficace des déchets hospitaliers.

2.4. Les processus de traitement et d'élimination du déchet solide hospitalier

Le traitement est la modification de la composition ou de la concentration des substances du déchet, destinée à le rendre moins dangereux ou acceptable par des installations d'élimination. Le traitement peut parfois aboutir à une élimination totale des composants du déchet. Il devient alors également une technique d'élimination (Twinch , 2011)(OMS, 1986).

Ce traitement peut se faire à l'intérieur ou à l'extérieur de l'établissement.

2.5. Filière d'élimination (Twinch , 2011)(OMS, 1986)

Les principes fondamentaux d'une bonne gestion de déchets peuvent se résumer comme suit : séparation des déchets à la production (tir à la source), transport (déplacement intra établissement), stockage, transport à l'extérieur, traitement, élimination.

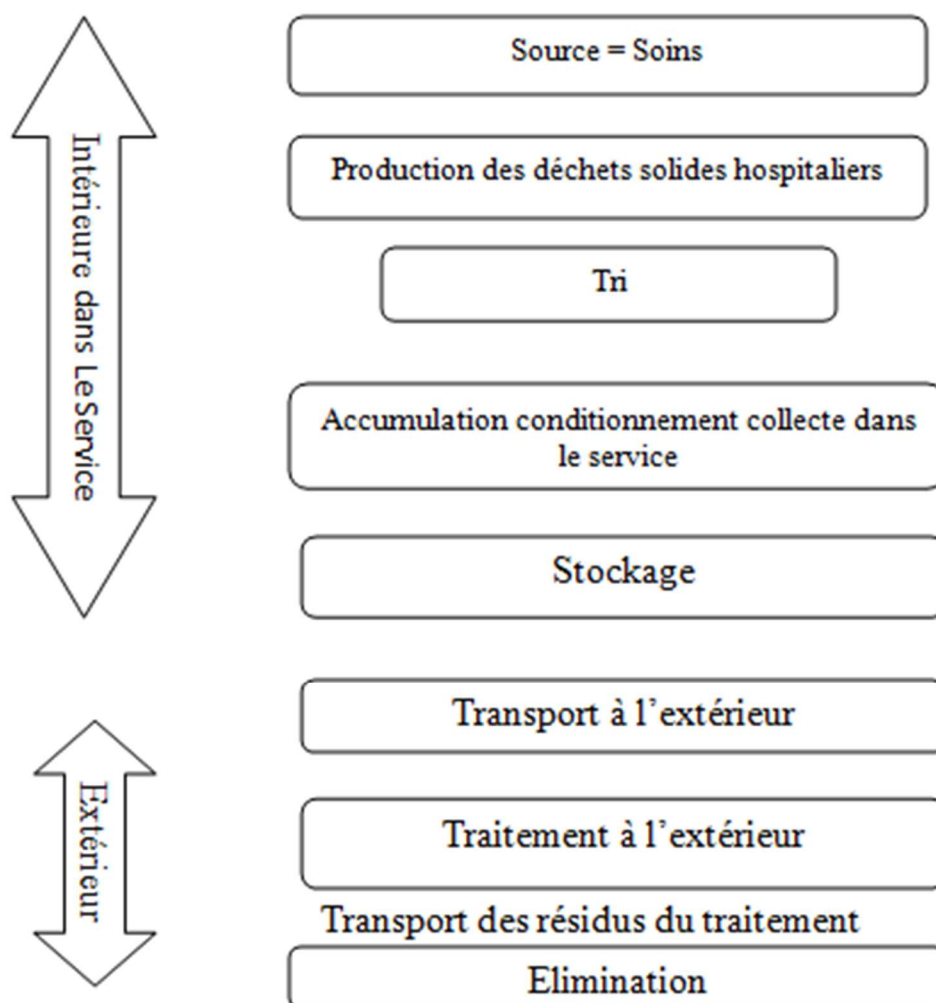


Figure 2 : Filière d'élimination des déchets solides hospitaliers.

Divers traitements sont disponibles pour les différentes catégories de déchets et le choix de traitement dépend de nombreux paramètres : quantité et type de déchets produits.

Le choix doit être fait en ayant comme objectif principal la minimisation des impacts sur la santé et sur l'environnement. Il n'y a pas de solution universelle de traitement.

2.6. Les processus des traitements des déchets solides

Les déchets ordinaires (domestiques ou assimilables aux ordures ménagères) ne nécessitent pas de traitement particulier et peuvent être éliminés avec les déchets municipaux.

Pour les déchets médicaux dangereux, les techniques de traitement ou d'élimination suivantes peuvent être appliquées.

- La désinfection (*Twinch , 2011*): C'est la destruction des germes pathogènes par divers processus :
 - Chimique : Adjonction de désinfectants (dioxyde de chlore, hypochlorite de sodium, acide par acétique, ozone, hydrolyse alcaline
 - Thermique : Basse températures (100 à 180°C) : vapeur (autoclave, micro-ondes ou air chaud (convection conduction, IR)
 - Haute température (200 à plus de 1000°C) : incinération (combustion pyrolyse ou/et
 - Gazéifications) Par irradiation = UV, faisceau d'électrons)
 - Biologique = enzyme.
- **La désinfection chimique** (Twinch , 2011) : Les substances chimiques sont ajoutées aux déchets pour tuer ou inhiber les agents pathogènes.

Cependant les désinfections utilisées représentent à leur tour un risque pour la santé de ceux qui les manipulent et un risque de pollution de l'environnement.

Le type de traitement est appliqué pour le traitement de déchets liquides infectieux comme le sang, les urines, les excréments ou les canalisations d'hôpitaux. On utilise de l'eau de Javel à 1% (Hypochlorite de Sodium) ou une solution diluée à 0, 5% de chlore actif.

NB : Il faut faire attention parce que l'eau de Javel mélangée avec l'urine produit un gaz toxique (combinaison chlore et ammoniac).

- **L'autoclavage** : C'est un processus thermique à température peu élevée conçu pour mettre la vapeur saturée sous pression directement en contact avec les déchets pendant un temps suffisant pour les désinfecter (60 minutes à 121° C et 1bar).
- **L'incinération** (Twinch , 2011)(MCS, 1998) : **L'incinération** consiste à brûler les déchets dans des fours spéciaux qui tiennent compte de leurs caractéristiques particulières (taux d'humidité, hétérogénéité, pouvoir calorifique). Pour assurer une combustion complète, il faut que l'incinérateur monte suffisamment en température.

L'incinération contrôlée à haute température (plus de 1000°C) est l'une des seules technologies capables de traiter correctement tous les types de déchets de soins médicaux, et elle possède l'avantage de réduire significativement le volume et le poids des déchets traités.

Il faut bien noter que l'incinération non contrôlée dans des fûts ou sur les décharges sera évitée dans tous les cas en raison du risque pour le personnel, dû non seulement à l'émission des gaz toxiques mais aussi à la combustion imparfaite des déchets infectieux.

La figure 3 suivante représente le processus de l'incinération et la désinfection des déchets à risques infectieux :

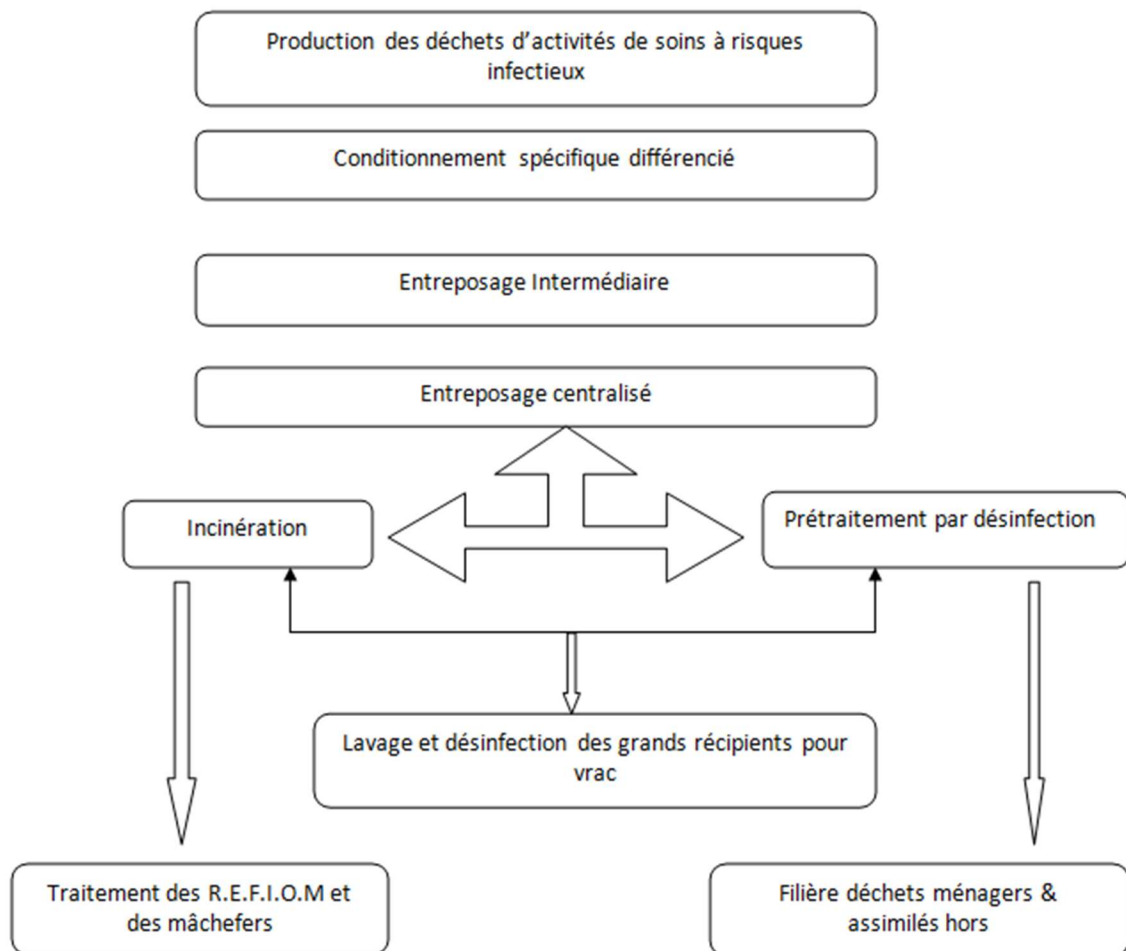


Figure 3 : l'incinération et la désinfection des déchets à risques infectieux sur un site hospitalier.

➤ Procédés mécanique déchiquetage (procédé non décontaminant)

Les déchiqueteurs coupent les déchets en petit morceaux. Cette technique exige du personnel compétent pour faire fonctionner l'appareil et l'entretenir, cet appareil rotatif étant parfois de type industriel. Toutefois, en raison du risque pour le personnel lors du fonctionnement de l'appareil, seuls des déchets désinfectés devraient être ainsi traités.

Le déchiquetage permet de réduire le volume des déchets, et facilite le recyclage des matières plastiques, évite la réutilisation des aiguilles et seringues (Twinch , 2011).

➤ Encapsulation (ou solidification des déchets perforants) (*Twinch , 2011*)(*Cusstr, 2005*)

L'encapsulation (ou solidification) consiste à incorporer un petit nombre d'objets ou d'éléments de matériel dangereux dans une masse de matériaux inerte. L'objectif de ce type de traitement est d'isoler l'homme et l'environnement de tout danger de contact.

L'encapsulation consiste à remplir les conteneurs avec les déchets, à ajouter un matériau immobilisant et à sceller les conteneurs) (Twinch , 2011)(Cusstr, 2005).

On utilise pour cela, soit des boîtes cubiques en polyéthylène de haute densité, soit des fûts métalliques, remplis aux trois quarts avec les déchets perforants, les résidus chimiques ou pharmaceutiques, ou les cendres de l'incinérateur. Les conteneurs ou les boites sont ensuite remplis d'un matériau tel que de la mousse plastique, du sable bitumeux, de la chaux et du mortier de ciment ou de l'argile) (Twinch , 2011)(Cusstr, 2005).

Après séchage le conteneur est hermétiquement fermé et éliminé dans une décharge ou une fosse d'enfouissement.

Le principal avantage de l'encapsulation est de réduire très efficacement le risque d'accès des récupérateurs d'ordures aux déchets dangereux. On l'utilise pour les traitements de petites quantités de déchets) (Twinch , 2011)(Cusstr, 2005).

- Enfouissement (décharge contrôlé, tranchées, fosses)

Il y a plusieurs types de décharges :

- Décharge sauvage : Les déchets sont déversés n'importe où sans autre précautions
- Décharge brute : sur un lieu préalablement déterminé selon les normes tous les déchets sont déversés sans autre précaution ;
- Décharge contrôlée : dans ce type de décharge il est important que les déchets de soins médicaux soient rapidement recouverts. Une technique consiste à creuser une tranchée jusqu'au niveau du sol où sont enfouis les vieux déchets municipaux (plus de trois mois) et d'ensevelir immédiatement après les déchets médicaux déposés à ce niveau sous une couche de deux mètres de déchets municipaux frais.

Dans tous ces types de décharge, seule la décharge contrôlée est possible à utiliser comme élimination des déchets de soins médicaux non traités.

L'élimination par enfouissement nécessite une décharge sûre, clôturée et surveillée. Si les déchets de soins médicaux ne sont pas traités, ils restent dangereux, et cela peut entraîner un risque de pollution des eaux (Twinch , 2011).

2.7.Les lixiviats des déchets solides hospitaliers

Selon la phase d'évolution physico-chimique et biologique des déchets, trois sortes de lixiviats ont été reconnues (Kulikowska , et al., 2008).

Tableau 19 : Caractéristiques principales des différents types de lixiviats

Paramètre	Lixiviats jeunes	Lixiviats intermédiaires	Lixiviats stabilisés
Age de la décharge	< 5 ans	5 à 10 ans	> 10 ans
pH	< 6,5	6,5 - 7,5	> 7,5
Biodégradabilité	Importante	Moyenne	Faible
NTK [g. L-1]	0,1- 0,2	-	-
Azote ammoniacal [mg. L-1]	< 400	-	-
COT/DCO	< 0,3	0,3 - 0,5	> 0,5
Métaux lourds [mg. L-1]	Faible à moyen	Faible	Faible
DCO [g. L-1]	> 10	4 - 10	< 4
DBO5/DCO	0,5 - 1	0,1 - 0,5	< 0,1
AGV [% du COT]	> 70	5 à 30	< 5

2.8.Impact des lixiviats des déchets solides hospitaliers sur l'environnement et la santé humaine

Suite au dépôt dans une décharge, les déchets sont soumis à des processus de dégradation liés à des réactions biologiques et physico-chimiques complexes. L'eau s'y infiltre et produit des lixiviats et du biogaz chargés en substances organiques ou minérales qui engendrent une pollution essentiellement de type organique et métallique en relation avec la biodégradation naturelle des déchets confinés et avec leurs composants anthropiques qui libèrent de nombreuses substances toxiques dans le milieu naturel (Chakir, 2014).

Sur les sites de décharges on rencontre essentiellement trois types de pollution : pollution par les matières organiques et/ou minérales, pollution par les métaux lourds et pollution par les microorganismes (Kehila, et al., 2007).

3. Procédures de gestion des déchets liquides hospitaliers

Les déchets hospitaliers qui sont des eaux usées rejetés par un des établissements hospitaliers, jouent un rôle important dans l'introduction des pathogènes dans les eaux usées publiques en particulier en ce qui concerne les bactéries multi- résistantes, contribuant à la propagation de la résistance des antibiotiques dans l'environnement(Kümmerer, 2009).Une autre étude évaluant l'impact potentiel de 98 polluants fréquemment détectés, dont 38produits pharmaceutiques et 10 métabolites, a également montré que l'impact des effluents des stations d'épuration des eaux de surface est principalement attribuable à la fluoxétine et à la ciprofloxacine (Muñoz et al., 2008).La contribution des déchets hospitaliers entrant dans la

station d'épuration des eaux usées réceptrices a varié dans une large gamme parmi les différents groupes thérapeutiques et d'un hôpital à un autre, atteignant dans certains cas plus de 50% de l'apport total (Santos, et al., 2013). Les déchets hospitaliers ont une qualité proche des eaux usées domestiques avec un volume supérieur. Des liquides spécifiques représentant un risque infectieux ou toxique y sont dilués. Les déchets classiques sont éliminés dans le réseau urbain, les rejets spéciaux sont traités séparément. Les établissements de soins utilisent pour leurs activités de soins et d'hygiène, de grands volumes d'eau qui se trouvent ensuite rejetés, chargés de microorganismes dont certains sont multi-résistants et de produits chimiques souvent toxiques (MS, 2016).

Nature des déchets liquides hospitaliers avant passage dans la filière de traitement, les déchets liquides provenant des cuves ou de conteneurs d'entreposage de déchets liquides doivent être contrôlés. En effet, le contrôle dépend de la nature des déchets liquides (Tableau 20).

Tableau 20 : Nature des déchets liquides hospitalier

Structures	Nature des déchets liquides
Services d'hospitalisation	Les liquides biologiques (urines, fèces, vomissements)
Blocs opératoires	Liquides biologiques : sang, urines, selles, liquides gastriques, aspiration trachéo-bronchique, liquide d'épanchement péritonéal ou pleural, de drainage ou d'irrigation.
Laboratoires	Les liquides biologiques : Ce sont les produits biologiques liquides restant après l'analyse (sang, crachats, urines).
Radiologie	Les effluents liquides des centres de radiologie chargés de produits révélateurs et fixateurs présentant des risques de toxicité pour l'homme et l'environnement.
Nettoyage et entretien des locaux	Détergents et désinfectants.

3.1. Les processus de traitement et élimination des déchets liquides hospitaliers

Le milieu aquatique est le site privilégié pour la réception des déchets humains, que ce soit des déchets urbains ou industriels. Le rejet des déchets en trop forte quantité a pour effet d'induire une demande en oxygène qui, lorsqu'elle est excessive, prive rapidement le milieu récepteur de cette source de vie, perturbant ainsi la population active auto-épuratrice et les grands cycles de transformation. Il importe donc que soit maintenue au niveau des rivières, une teneur en oxygène dissout suffisante (MEN, 2002).

Le but du traitement des eaux usées est d'éviter au milieu naturel de subir les conséquences des activités humaines. Son objectif est l'obtention d'une eau épurée qui satisfait aux normes

de rejet édictées par la législation et pouvant par suite être évacuée sans danger dans le cadre des mesures nécessaires à une bonne gestion de l'eau (MEN, 2002).

On appelle pollution, tout facteur physique, chimique ou biologique rejeté dans un émissaire ou une réserve d'eaux naturelles, superficielles ou profondes et qui risque de perturber, à plus ou moins longue échéance, l'équilibre de cette eau, et de la rendre susceptible de causer du tort à autrui (MEN, 2002).

La pollution est toute la dégradation du milieu naturel.

Les effluents liquides des établissements de soins font partie des eaux usées, qui sont les eaux d'égout. Normalement, elles doivent subir un traitement dans une station d'épuration.

Les eaux usées contiennent des matières en suspension, en solution, biodégradables, (pouvant être mangées ou digérées par les micro-organismes), non biodégradables mais pouvant être dégradées chimiquement. Il y a plusieurs niveaux de traitement des eaux usées. Il y a les traitements primaires, secondaires, tertiaires :

- Le traitement primaire consiste à filtrer et à décanner l'eau usée : Il se fait en 4 étapes telles que dégrillage, dessablage, déshuilage, décantation primaire.
- Le traitement secondaire est un traitement biologique, il consiste à utiliser des bactéries pour éliminer les polluants restants. Ceci est accompli en forçant le mélange entre les eaux usées, bactéries et l'oxygène aide les bactéries à éliminer plus rapidement les polluants. Ces microorganismes transforment en partie les matières organiques en matières minérales stables tel que les nitrates, phosphates, carbonates. Le paramètre le plus important c'est la DBO5 (Demande Biochimique d'Oxygène en cinq jours, c'est la quantité d'oxygène qu'il faut fournir aux micro-organismes (bactéries), pour qu'ils puissent assurer la dégradation de l'eau décantée, au laboratoire et ce, pendant 5 jours.
- Le traitement tertiaire permet l'élimination de l'ammoniaque, des nitrates et des phosphates. Il existe des boues et résidus qui sortent de chaque phase de traitement. On peut les mettre à la décharge mais on peut aussi les utiliser pour l'agriculture car ils sont riches en matières organiques (MEN, 2002).

Le principe de fonctionnement d'une station d'épuration est donné par la figure 4.

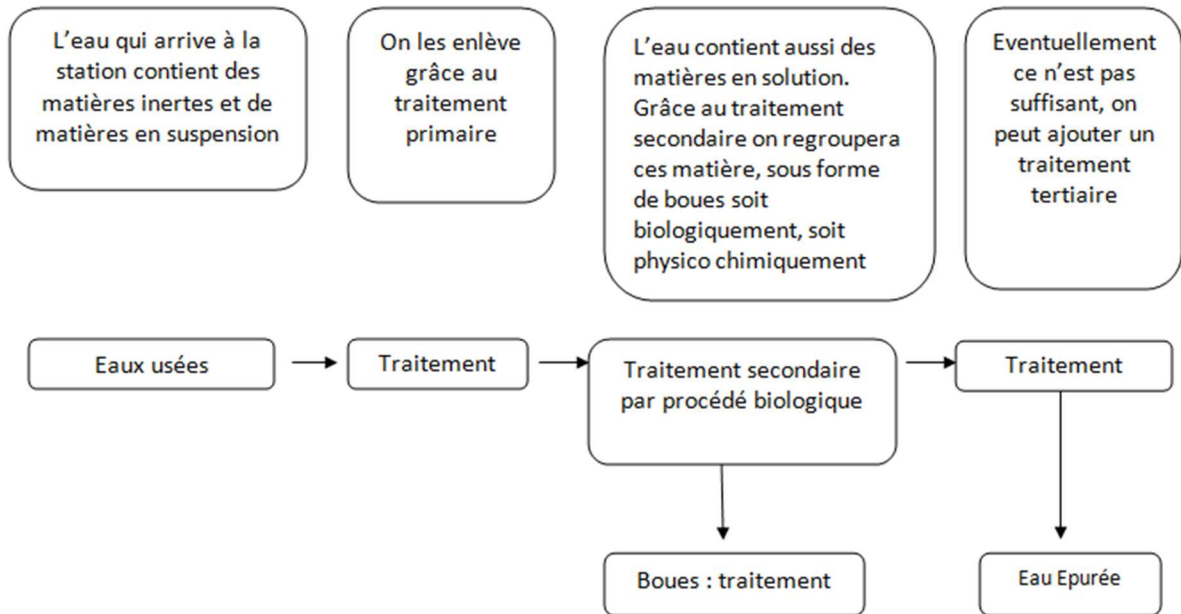


Figure 4 : Schéma du fonctionnement d'une station d'épuration (Andry Fidèle , 1999).

CONCLUSION

L'étude bibliographique a montré que sur le plan quantitatif et qualitatif, les déchets hospitaliers présentent des charges hydrauliques et polluantes (chimique, bactériologique, métallique...) importantes. Ainsi en absence d'une prise en charge de ces rejets, des risques de différentes natures (infectieux, toxiques, radioactives...) avec des impacts directs sont susceptibles d'affecter la santé humaine et l'environnement. Une synthèse des différents travaux réalisés sur les procédés de traitement testés pour l'épuration de ce déchet a été reportée également. Cette analyse bibliographique qui se révèle la base de ce travail, a permis d'appréhender l'intérêt de traiter la problématique par les chercheurs à l'échelle internationale et de susciter l'intérêt d'approfondir la compréhension de la gestion et le traitement des déchets hospitaliers à l'échelle national.

D'après l'analyse du cadre réglementaire régissant le secteur de l'assainissement liquide en Mauritanie, la gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques liquides (GMPL) n'est soumise à aucune réglementation spécifique en la comparant à celle réservée à la fraction solide des déchets générés par les établissements de soin qui définit clairement les modalités de gestion de la production jusqu'à l'élimination. Par ailleurs, la fraction liquide de DMP est souvent mélangée, diluée et rejetée par le biais des éviers et les toilettes, ensuite facilement disparue dans les égouts sans une prise de conscience des risques sanitaires et écotoxiques. Cependant, l'un des objectifs de l'étude est d'apporter éléments de compréhension sur les pratiques de gestion, la quantification du gisement et la caractérisation du déchet hospitalier issu d'un établissement de soin Mauritanienne afin de situer la nature physico-chimique et bactériologique de ce déchet par rapport aux données bibliographiques et d'étudier les possibilités de traitement pour le cas d'étude.

PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE

INTRODUCTION

L'objet de cette partie est de présenter et de justifier les choix des protocoles expérimentaux mis en œuvre dans ce mémoire de thèse. Cette partie se découpe en deux chapitres :

- Le premier chapitre présente l'approche méthodologique globale ;
- Le deuxième chapitre définit les protocoles et méthodes adoptés dans chaque phase de l'étude.

CHAPITRE I : SITES D'ETUDE

I. Contexte biophysique et administratif de la Mauritanie

La République Islamique de Mauritanie (RIM) est située en Afrique de l'Ouest subsaharienne entre les 15^{ème} et 27^{ème} degré de latitude Nord et le 5^{ème} et 17^{èmes} degrés de longitude Ouest. Elle est limitée par la République du Sénégal au Sud - Ouest, par le Mali au Sud-Est et à l'Est, par l'Algérie au nord-est et par le Maroc au Nord – Ouest. A l'Ouest, la Mauritanie est limitée par l'Océan Atlantique et ses côtes s'étendent sur près de 600 km. Au centre et au nord du pays, le relief est constitué par les massifs montagneux de l'Assaba, du Tagant et de l'Adrar qui culminent à 400 et 500 mètres (MS, 2017).

A l'exception de la plaine alluviale du fleuve Sénégal, appelée "Chemama", large de 10 à 25 km, le reste du pays est constitué en grande partie d'alignements dunaires.

Par ailleurs, la Mauritanie ne possède qu'un seul cours d'eau permanent, le fleuve Sénégal, qui constitue une frontière naturelle avec le Sénégal. Avec une superficie de 1 030 700 km², la Mauritanie est un pays saharien dans sa grande majorité et sahélien dans le sud. C'est le désert, de sable et de pierres, qui prédomine (80% du territoire). Les terres arables ne dépassent pas 0,2% de la superficie totale (MS, 2017).



Figure 5 : Carte de la Mauritanie.

II. Contexte démographique et socioculturelle (MS, 2017)

Selon le dernier recensement officiel, la population mauritanienne s'élève à 3.537.368 habitants en 2013 avec un taux de croissance de 2,77% et une densité de 3,43 habitants/km² avec de fortes disparités selon les régions.

Les spécificités naturelles de ce pays telles que le relief, le climat et le développement socioéconomique au cours de ces dernières décennies ont déterminé la répartition de la population sur le territoire national qui se caractérise par une forte dispersion.

A l'exception du grand Nouakchott (958h/km²), la densité démographique est inférieure à 26 habitants/km² dans tous les autres Wilayas. Ce ratio est inférieur à 10 habitants/km² dans 10 Wilayas, dont 4 sont occupées par moins d'un habitant au km².

Cette réalité rend la tâche de la couverture de la population en services publics très difficile à réaliser surtout en matière d'éducation, de santé et de télécommunications. Concernant le bilan démographique, d'après le recensement général de la population et de l'habitat de 2013, la population est quasiment équilibrée ; avec une légère supériorité des femmes (50,7%) contre 49,3% d'hommes soit un taux de masculinité de 97,2%.

Elle est majoritairement rurale mais la tendance à l'urbanisation s'est accélérée au cours de ces deux dernières décennies. Le taux d'urbanisation est actuellement de 42,3%.

III. Organisation du système de santé en Mauritanie

Le système de santé du pays comprend quatre composantes à importance inégale : le secteur moderne public (qui occupera la grande partie de cette analyse), le secteur moderne privé, la santé communautaire et la médecine traditionnelle (MS, 2017).

1. Secteur public de santé en Mauritanie

L'organisation du système de santé public est régie par le décret n° 088/2015/ PM en date du 09/ 3/2015, fixant les attributions du Ministre de la Santé et l'organisation de l'administration centrale de son département (MS, 2017).

C'est ainsi que le système de santé est organisé suivant une architecture pyramidale, avec les trois niveaux de prestations et de pilotage suivants.

- Le niveau opérationnel ou périphérique où il existe deux types de structures : les postes de santé et les centres de santé au nombre de 693 et 112, respectivement. En appui à ce niveau, plusieurs centaines d'unités de santé de base sont installées dans

une partie non négligeable des agglomérations villageoises éloignées des postes et centres de santé (au-delà d'un rayon de 10 km).

- Le niveau intermédiaire comprenant trois types d'hôpitaux au niveau des capitales régionales ou de Moughataas :
 - Les hôpitaux de Moughataa au nombre de 3 (Boghé, Boutilimit et à Chinghitty) ;
 - Les hôpitaux régionaux au nombre de 1 ;
 - Les centres hospitaliers régionaux au nombre de 11.
- Le niveau tertiaire, essentiellement concentré à Nouakchott, représente la référence au niveau national et comprend les hôpitaux généraux nationaux au nombre de 10 et des hôpitaux spécialisés.

D'autres établissements non hospitaliers complètent au sommet cette architecture.

Le système de santé est piloté, coordonné et appuyé par un système administratif organisé aussi en niveaux central, régional et de Moughataa :

- Au niveau central, les entités centrales du ministère de la santé, à savoir : les directions, les services, les divisions et les coordinations de programmes assurent le pilotage et le suivi des structures du niveau intermédiaire ;
- Au niveau intermédiaire, les directions régionales à l'action sanitaire, avec les équipes régionales assurent la coordination et le suivi des structures du niveau opérationnel ;
- Au niveau opérationnel, les circonscriptions sanitaires de Moughataa avec les équipes cadres de Moughataa assurent la coordination et le suivi des actions sanitaires au niveau des formations sanitaires.

Tableau 21 : Répartition des structures publiques par région (MS, 2017)

Régions	Structures hospitalières	Autres structures*	Centres de Santé	Postes de Santé
Adrar	2	0	5	28
Assaba	1	1	8	86
Brakna	2	0	11	86
Gorgol	1	0	7	61
Guidimagha	1	1	6	47
Hodh El Chargui	1	1	13	144
Hodh El Garbi	1	0	9	74
Inchiri	1	0	2	4
Nouadhibou	2	0	9	10
Nouakchott Nord	1	0	5	15
Nouakchott Ouest	8	5	6	5
Nouakchott Sud	1	0	8	8
Tagant	1	0	9	27
Trarza	2	1	11	93
TirisZemour	1	0	3	5
Total	26	9	112	693

Cinq écoles paramédicales, Centre national de transfusion sanguin, Institut national de recherche en santé publique, Laboratoire national du contrôle de qualité des médicaments.

2. Secteur moderne privé en Mauritanie

Le système privé de soins connaît un réel accroissement. Il est surtout localisé dans les principaux centres urbains (Nouakchott, Nouadhibou et Kiffa) et se compose de 40 cliniques médicales, de 99 cabinets médicaux, de 26 cabinets de soins dentaires, de 91 pharmacies et de 600 dépôts pharmaceutiques sur toute l'étendue du territoire national. L'absence d'une forte régulation de cette privatisation du secteur a été à l'origine d'une certaine anarchie dans la répartition et la complémentarité entre les sous-systèmes de santé avec comme conséquences des insuffisances en termes de contrôle de la qualité et de supervision. Ce qui fait que ce secteur privé utilise pour l'essentiel, les médecins et agents du secteur public, d'où la dégradation constatée dans la qualité des prestations du secteur public (MS, 2017).

Tableau 22 : Répartition des structures privées par région (MS, 2017)

Régions	Pharmacies	Dépôts Pharmaceutiques	Cliniques	Cabinets
Adrar	-	21	-	2
Assaba	-	37	5	-
Brakna	1	19	-	-
Gorgol	2	23	-	-
Guidimagha	-	21	1	1
Hodh El Chargui	-	45	1	1
Hodh El Garbi	-	56	1	4
Inchiri	-	12	1	1
Nouadhibou	6	56	4	7
Nouakchott	77	266	26	80
Tagant	1	3	-	-
Trarza	4	23	1	1
TirisZemour	-	9	1	2
Total	91	600	41	99

3. La santé communautaire

Malgré l'existence d'une stratégie nationale de santé communautaire, l'implication des communautés dans la gouvernance et l'offre des soins reste timide dans le pays. Les comités de gestion des formations sanitaires de base mis en place dans les années 1990- 2000 se sont éteints tour à tour faute de supervision et de soutien en tous genres. Actuellement, un certain nombre d'unités de santé de base fonctionnent à travers le pays avec le soutien des partenaires de proximité. Par contre, on relève un niveau d'implication de plus en plus importante des ONG et associations nationales dans les actions de santé (MS, 2017).

3.1.La médecine traditionnelle en Mauritanie

Elle constitue à bien des égards le premier recours pour une bonne partie de la population et pourrait constituer un sous-système complémentaire du système de soins formel (public ou privé)(MS, 2017). La médecine traditionnelle, pratiquée en l'occurrence par les herboristes, souffre cependant d'un manque d'encadrement et de législation devant la conduire vers une connexion harmonieuse avec le système moderne de santé comme le recommande l'OMS.

4. Généralités sur les établissements hospitaliers en région de Nouakchott

Les établissements hospitaliers sont l'un des infrastructures les plus importants dans le développement et la continuité d'un pays, dont on peut trouver plusieurs définitions, types et aussi la méthode d'organisation spécifique à chacun d'eux.

Le niveau tertiaire, essentiellement, concentré à Nouakchott, comprend quatre types d'établissements publics de référence (MS, 2011) :

- Les centres hospitaliers généraux au nombre de quatre à savoir le Centre Hospitalier National (CHN), l'Hôpital Cheikh Zayed (HCZ), l'Hôpital de l'Amitié (HA) et l'Hôpital Militaire.
- Les centres hospitaliers spécialisés au nombre de cinq : le Centre Neuropsychiatrique (CNP), le Centre National de Cardiologie (CNC), le Centre National d'Oncologie (CNO), le Centre Mère-Enfant (CME) et le Centre National d'Orthopédie et de Réadaptation Fonctionnelle (CNORF).
- Les établissements spécialisés de référence au nombre de trois à savoir le Centre National de Transfusion sanguine (CNTS), l'Institut National de Recherche en Santé Publique (INRSP) et le Laboratoire National de Contrôle de Qualité des Médicaments (LNCQM).
- Les établissements de formation au nombre de deux à savoir l'Ecole Nationale de Santé Publique à Nouakchott (ENSP) et l'Ecole de Santé Publique à Kiffa (ESPK).

4.1.L'Hôpital de l'Amitié de Nouakchott (HA)

L'hôpital de l'amitié de Nouakchott a été créé par décret n°2010-229 du 31/10/2010 et érigé en établissement Public à Caractère Administratif, doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière, placé sous la tutelle du Ministère de la Santé (MS, 2010).

Les services hospitaliers et de consultations de l'hôpital de l'Amitié de Nouakchott ont chacun en charge l'exercice d'une discipline médicale ou chirurgicale. Dans la situation actuelle, ils sont au nombre de Neuf et se répartissent comme suit : Chirurgie, Médecine Interne, Pédiatrie, Gynéco obstétrique, Urgences, ORL, Ophtalmologie, Anesthésie et Réanimation et Consultations Externes.

Chacun d'eux comprend une unité d'hospitalisations, de consultation et de soins.

L'hôpital de l'amitié de Nouakchott a une capacité 91 lits ((HA), l'Hôpital de l'Amitié de Nouakchott). Cet établissement hospitalier est alimenté en eau par les réseaux de l'eau potable de la Société National d'Eau (SNDE) et il produit de nombreux déchets qui proviennent de

l'activité quotidienne de ses différents services parmi lesquels les plus grands producteurs sont les toilettes, les WC, les services d'hospitalisation, les salles des soins, restaurant et la buanderie. En Mauritanie, la plupart des eaux usées des hôpitaux et des structures de la santé sont aujourd'hui rejetées dans le milieu naturel sans un traitement préalable (MS, 2010).

4.2.Centre Hospitalier National de Nouakchott

Le Centre Hospitalier National de Nouakchott est un établissement public à caractère administratif, doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière. Il a été créé par décret 89.120/PCMSN du 10 septembre 1989 regroupant l'ancien hôpital national (créé en 1966 par décret N° 66/020 du 14 mai 1966) et l'hôpital Sabah de Nouakchott. En 1966, l'hôpital national comptait 120 lits, en 1977 eut lieu la première extension, avec la création de nouveaux services amenant sa capacité à 365 lits. En 2005, ouverture de la polyclinique des urgences dotée d'une capacité de 20 lits. La capacité actuelle du CHN est de 480 lits (MS, 1966).

4.3.Laboratoire National de control de la qualité des médicaments

Le décret n°2009-119 du 05 Mars 2009 Portant création et fonctionnement d'un Etablissement public dénommé « Laboratoire National de Contrôle de la Qualité des Médicaments » Le Laboratoire National de Contrôle de la Qualité des Médicaments a pour missions de contrôler la qualité des médicaments et autres produits de santé sur le territoire national et, de libérer les lots de médicaments fabriqués localement (MS, 2009).

IV. La production et caractérisation des déchets de soins médicaux en Mauritanie

La production de déchets biomédicaux dépend de plusieurs facteurs, notamment les méthodes de gestion, le type de formation sanitaire, le nombre de lits et le taux d'occupation, le nombre de patients traités quotidiennement, le degré de spécialisation des soins pratiqués.

Au niveau des structures de soins, en l'absence de données sur la caractérisation des déchets biomédicaux (quantité produite et typologie), les estimations issues de l'étude concluaient une production de déchets biomédicaux allant de 3 300 kg/jour en 2003 à plus de 7 000 Kg/jour en 2007(MS, 2017).

La production annuelle selon cette approche serait de 2 340 234 Kg dont 468 047 Kg de déchets dangereux. La région de Nouakchott à elle seule produirait près du tiers (32%) de ces déchets avec une production quotidienne de 2 024 Kg (MS, 2017).

Le tableau ci-dessous, donne une estimation des déchets biomédicaux par région en 2016.

Tableau 23 : Production des DBM par régions (MS, 2016)

Régions	Nombre de Lits	Production en Kg
Adrar	270	76 869
Assaba	740	210 678
Brakna	650	185 055
Gorgol	535	152 315
Guidimagha	380	108 186
Hodh El Chargui	860	244 842
Hodh El Garbi	555	158 009
Inchiri	80	22 776
Nouadhibou	400	113 880
Nouakchott Nord	255	72 599
Nouakchott Ouest	2000	569 400
Nouakchott Sud	340	96 798
Tagant	275	78 293
Trarza	745	212 102
TirisZemour	135	38 435
Total	8220	2340234

1. Composition des déchets en Mauritanie

En se référant à l'étude réalisée par l'INRSP, qui malgré l'absence d'indication sur les quantités de déchets générés, permet de distinguer la composition de ces derniers (MS, 2017):

- **Les déchets solides** : les déchets assimilables aux ordures ménagères produits par le personnel de santé ou par les accompagnateurs des malades (restes de repas, papiers et emballages non souillés, serviettes hygiéniques non souillées, déchets provenant des services administratifs, etc.) et les déchets produits au niveau des services spécialisés des établissements de soins de Santé.
- **Les déchets anatomiques** : tissus d'organes du corps humain, fœtus, placentas, prélèvements biologiques, éléments d'amputation, autres liquides physiologiques, etc.

- **Les déchets toxiques** (substances chimiques provenant de diagnostic de nettoyage ou désinfection, mercure et composés mercures, films radiographiques, bain de développement, cendres des incinérateurs etc.) ;
- **Les déchets pointus ou tranchants** (lames de scie, aiguilles, seringues, bistouris, sondes diverses, tubes, tubulures de perfusion, verres ayant contenu du sang ou tout autre objet pouvant causer une coupure) constituent l'essentiel de la catégorie à risque d'infection.
- **Les déchets liquides** : sont constitués de résidus de sang, de produits chimiques liquides, de liquides médicaux tels que les liquides de lavage gastrique, de ponction pleurale et cardiaque ainsi que les liquides de drainage postopératoire et les expirations bronchiques et gastriques. Le sang constitue un effluent liquide important en raison de son pouvoir de contamination élevé. Les effluents incluent également les eaux de rinçage de films radiologiques, comme les révélateurs et fixateurs, les produits chimiques en laboratoire comme les réactifs et les solvants (MS, 2017).

Les déchets liquides sont généralement traités comme les eaux usées domestiques : leur évacuation s'effectue dans des puits perdus ou dans la nature sans traitement préalable. Ces déchets sont parfois toxiques et nécessitent un examen particulier malgré la faiblesse des volumes concernés (MS, 2017).

CHAPITRE II : MATIRIELS ET METHODES

A partir de l'état de l'art présenté dans la partie bibliographique de cette présente thèse, des conclusions de référence ont ressorti que les déchets hospitaliers sont des rejets à risque qui nécessitent une identification et une prise en charge à l'intérieur et à l'extérieur de l'établissement de soin avant de rejoindre le milieu naturel.

L'objectif de notre travail de recherche consiste à étudier les déchets hospitaliers. Et ce, par une étude des rejets de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott de la ville de Nouakchott.

Pour la réalisation des objectifs assignés, il est nécessaire de définir la méthodologie de travail adoptée. Aussi les techniques d'analyse, de traitement des données et les méthodes d'aide à la décision seront étudiées dans le présent chapitre.

La figure suivante présente l'approche méthodologique globale adoptée pour l'élaboration de ce travail de recherche.

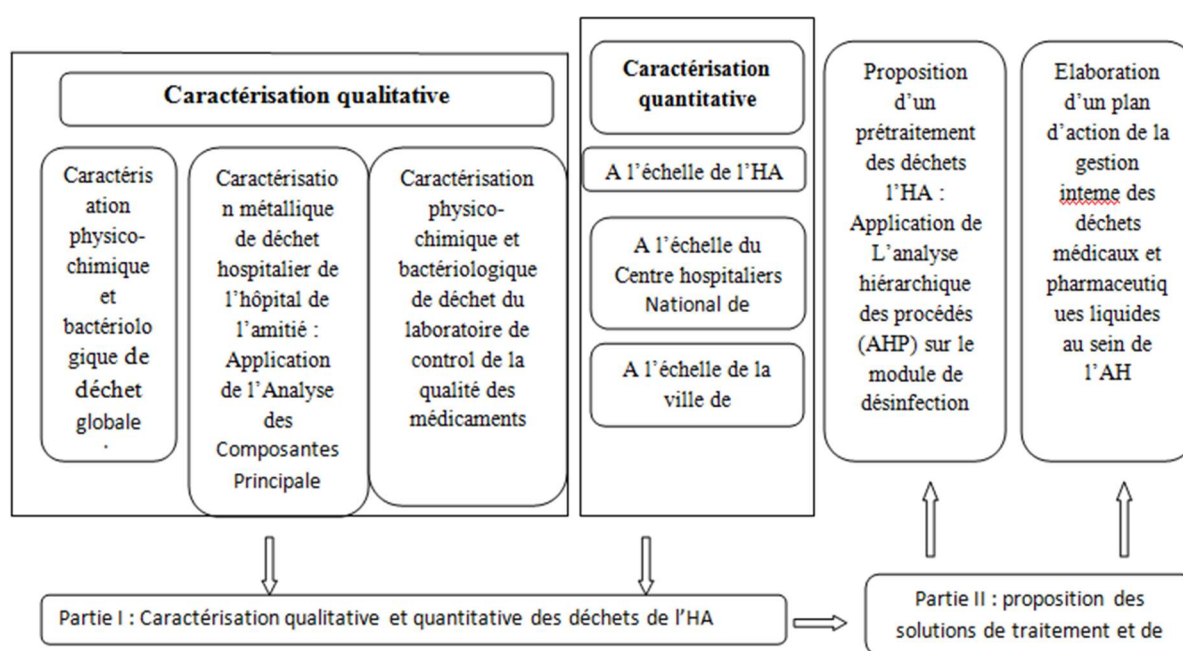


Figure 6 : Approche méthodologique globale.

La présente étude se situe dans une optique d'aide au processus de décision de la direction de l'établissement de santé qui accueille ce travail cette recherche, elle consiste à fournir des orientations de gestion et de traitement optimales et à appuyer la volonté de la direction hospitalière de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott dans sa gestion de la pollution hydrique. Une approche qui s'inscrit dans le processus de développement durable et qui vise à répondre aux questions de gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques liquides sur le plan organisationnel et technique au sein de l'hôpital national de la ville de Nouakchott.

Notre démarche méthodologique peut ainsi être structurée par deux grandes étapes de recherche complémentaires :

- Une première étape de recherche est centrée sur la caractérisation qualitative et quantitative des déchets hospitaliers :
 - La caractérisation qualitative de déchet de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott a consisté à la réalisation :
 - Des campagnes d'analyse physico-chimiques, bactériologiques et métalliques des échantillons ponctuels et composites de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott ;
 - De l'évaluation de la pollution métallique en utilisant l'analyse de la composante principale (ACP) sur les teneurs des éléments traces présents dans des déchets hospitaliers ;
 - D'une campagne de caractérisation physico-chimique et bactériologique issus du laboratoire des analyses médicales qui rejoignent le réseau d'assainissement interne à l'hôpital de l'amitié de Nouakchott ;
 - La caractérisation quantitative pour déterminer le volume des eaux rejetées par l'hôpital de l'amitié de Nouakchott. Aussi, une extrapolation a été faite pour déduire le volume des déchets hospitaliers à l'échelle de la région.
- Sur la base des résultats relevées de la caractérisation des déchets hospitaliers, la seconde étape de recherche concerne la mise au point des interprétations des résultats.
Elle consiste à la proposition des solutions pour la gestion durable des rejets de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott et ce, par :
 - La proposition d'un prétraitement des déchets hospitaliers et d'un procédé de désinfection à l'aide de l'analyse hiérarchique des procédés (AHP) qui a permis de proposer le procédé de désinfection qui serait le plus adapté au contexte d'étude ;
 - L'élaboration d'un projet de plan d'action interne de gestion durable des déchets médicaux et pharmaceutiques liquides pour l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

I. Analyse quantitative et qualitative des déchets hospitaliers

1. Les méthodes utilisées

La méthode d'estimation appliquée est un outil simple facilitant l'évaluation de la gestion des déchets au sein des établissements de soin sur le plan qualitatif. L'application de cette méthode est scindée en deux volets :

- **Volet n°1** : la consommation en eau potable et la production en déchet global au niveau de l'établissement de soin ;
- **Volet n°2** : les volumes des liquides les plus consommés communément dans les établissements de soin et retournés à l'égout et potentiellement à risque pour l'homme et l'environnement.

Pour le Volet n°1, les étapes de la méthodologie suivie dans l'estimation de la consommation en eau potable et la production des déchets hospitaliers sont comme suit :

- Etape n°1 : Hypothèses de calcul et données de base ;
 - La consommation moyenne en eau potable au niveau des établissements de soin est de 500L/lit/j dans les pays en voie de développement selon(Dremont, et al., 1997)(Clin, 1999)(Evens, 2004);
 - Le taux de retour à l'égout en Mauritanie est de 60% selon le département et assainissement (MHA, 2012).
 - Les données sur les capacités litières, les vocations hospitaliers et les taux d'occupation moyen par établissement de santé sont exploitées à partir la direction hygiène publique du ministère de la santé en Mauritanie.
- Etape n°2 : Application des hypothèses de calcul sur le cas de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott ;
- Etape n°3 : Vérification par les consommations en eau potable réelles d'hôpital de l'amitié et des données similaires dans la littérature, comparaison et correction des ratios ;
- Etape n°4 : Ajustement des ratios de consommation en eau potable et production en eau usée pour le contexte de la région étudiée ;
- Etape n°5 : Application des ratios ajustés sur la région de Nouakchott.

Le taux d'occupation moyen (TOM) spécifique à chaque établissement de soin et reporté au niveau de la direction hygiène publique du ministère de la santé en Mauritanie.

2. Les matériels utilisés

Les produits faisant objet de choix sont des liquides utilisés d'une façon commune dans l'ensemble des établissements de soin à savoir :

- Produits d'entretien des locaux ;
- Produits utilisés dans la blanchisserie : Lessive, eau consommée ;
- Produits de désinfection utilisés dans l'activité médicale : Savon doux ou antiseptique, glutaraldéhyde ;
- Détergent pour lave-vaisselle.

Les chiffres clés utilisés pour quantifier les déchets liquides potentiellement à risque pour l'homme et l'environnement utilisés dans un établissement de santé de 1000 lits (ARE, 2001). Selon une étude en France 1999(CCLINI, 1999), les valeurs annuelles pour les produits plus consommés dans les établissements de soin indiqués dans le tableau suivant.

Tableau 24 : Quantités annuelles des produits liquides les plus consommés dans les établissements de soin par activités

Activités	Produits	Quantité annuelle	Remarques
Entretien des locaux	Détergent	5 à 10 m ³	Selon la structure de l'établissement : concentré ou pavillonnaire
Blanchisserie	Eau	18000 à 26000 m ³	Selon la procédure de lavage
	Lessive	13T	
Activités des soins	Savon	7 à 10 m ³	Doux ou antiseptique
	Glutaraldéhyde	2 à 4 m ³	Suivant l'activité chirurgicale
Cuisine	Détergent	4T	Pour lave-vaisselle

3. Caractérisation physico-chimique et bactériologique

3.1. Les déchets liquides et lixiviat des déchets solides de l'hôpital de l'amitié

- Les analyses physico-chimiques

A l'exception du pH et la température qui ont été mesurés sur le terrain. L'ensemble des analyses ont porté sur les principaux paramètres susceptibles de caractériser ces rejets liquides selon les normes reportées dans le tableau n°25. Le pH et température ont été mesurés par l'Instrument HANNA (HI9126) et la conductivité par une conductivité par l'Instrument HANNA (HI8733).

➤ Les analyses bactériologiques

L'étude des paramètres bactériologiques a porté sur la quantification des paramètres d'origine fécale : Coliformes Fécaux (CF) et Streptocoques Fécaux (SF). Le dénombrement de CF et SF a été effectué par l'utilisation d'une série de cinq tubes selon la méthode du nombre le plus probable (Rodier, 1996) et l'identification par des milieux spécifiques d'isolation.

Les analyses bactériologiques et physico-chimiques avec leurs normes correspondantes sont décrites dans le tableau suivant.

Tableau 25 : Analyses physico-chimiques et bactériologiques réalisées pour la caractérisation des déchets de l'Hôpital de l'amitié, l'Hôpital national et Laboratoire de control de la qualité des médicaments

Nom	Norme
MES	NM ISO 9963-1/2001
MV, MS et TAC	-
pH	NF T90-008
Conductivité	NM ISO 7888/2001
Turbidité	NF EN ISO 7027
DCO	NFT 90-101
DBO	NF EN 1899-1/1998
Chlorures	ISO 10 304
Sulfates	ISO 10 304
Sulfures	Potentiomètre
Phosphore total	EN 1189
Orthophosphate	NF EN ISO 15681-2
Azote Kejeldahl	ISO 25 663
Azote ammoniacal	NF T90-015
Nitrites	NF T 90-013
Nitrates	ISO 10 304
Métaux : Cd, As, Pb, Cu, Cn et Cr	ISO 11 885
Coli. Fécaux (E. coli)	NF T 90-433
Strepto. Fécaux (Entérocoques)	NF T 90-432

4. Les déchets liquides de l'hôpital National en Mauritanie

4.1. Les analyses physico-chimiques

A l'exception de l'analyse des éléments traces. L'ensemble des analyses physico-chimiques ont été effectuées sur les déchets liquides de l'hôpital National (Tableau 25).

5. Les déchets du laboratoire de contrôle de la qualité des médicaments en Nouakchott

5.1. Les analyses physico-chimiques

A l'exception de l'analyse des éléments traces. L'ensemble des analyses physico-chimiques ont été effectuées sur les déchets du laboratoire (Tableau n°25).

CHAPITRE III : PROTOCOLE DE SUIVI ET D'ECHANTIONNAGE

I. Les prélèvements des déchets liquides au niveau de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

L'échantillonnage à réaliser des prélèvements ponctuels. Les échantillons ont été prélevés à partir de l'embouchure principale du réseau d'assainissement interne, recevant pratiquement des rejets hospitaliers liquides issus des services cités préalablement. 10 campagnes d'analyse ont été effectuées sur deux périodes : du 31/08/2019 au 29/09/2019 et du 03/05/2020 au 31/07/2020, avec un intervalle moyen de 10 jours entre deux campagnes. Ces prélèvements ont été mis dans des flacons stériles de 500 ml en verre pour les analyses bactériologiques et en polyéthylène pour les analyses physico-chimiques, la température et le pH ont été mesurés immédiatement par l'instrument HANNA (HI 9126) ; puis conservé à 4°C.



Figure 7 : Conservation et analyses des échantillons des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

Ils sont transportés au laboratoire selon la norme de conservation et manipulation des échantillons NF EN ISO 5667-3. La conductivité électrique (CE) a été mesurée par HANNA Instruments HI8733 et la turbidité mesurée par le turbidimètre Wagtech. La demande chimique en oxygène (DCO), TH, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , Bicarbonate, TA et TAC ont été déterminée par la méthode volumétrique. Les matières en suspension (MES) sont déterminées en filtrant un volume de déchets liquides sur du papier de cellulose de 0,45 μm , la différence de poids avant et après deux heures dans l'étuve. Demande biochimique en oxygène (DBO5), Ammoniaque, Azote le nitrate, le nitrite, le sulfate, Phosphate, Orthophosphate, phosphore, Sulfate, Chlore, Silica, Cuivre, Fer, Aluminium et Manganèse sont analysés par la méthode colorimétrique à l'aide d'un spectrophotomètre.

Les éléments traces (Cadmium, Arsenic, Plomb, Cyanure et Chrome) sont analysés par la méthode d'ICP-OES.

II. Les prélèvements des lixiviats des déchets solides au niveau de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

L'échantillonnage a été réalisé pendant la période (septembre à décembre) de 2020. Les déchets solides ont été collectés aux décharges de l'Hôpital de l'Amitié puis acheminés vers le laboratoire de l'eau, pollution et de l'environnement de l'Université de Nouakchott Al-Aasrya. Les supports ont été triés en deux classes (déchets médicaux et ménagers). Les déchets médicaux objet d'étude ont été immergés 11,5 Kg dans trois bassins contenant 50L, de l'eau potable, de l'eau distillée et de l'eau distillée alcoolisée pendant 72 heures. Immédiatement après la collecte du lixiviat, la température et le pH ont été mesurés par l'instrument HANNA (HI 9126) ; puis conservé à 4°C. Les autres paramètres sont analysés comme les méthodes utilisées des analyses des déchets liquides.



Figure 8 : Conservation et analyses des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DUSCUSSION

I. Caractérisations quantitative et qualitative des déchets hospitaliers au niveau de la région de Nouakchott

L'hôpital est un grand consommateur de l'eau, les volumes d'eau entrant dans l'hôpital sont importants et les rejets de déchets le sont également considérables. Les hôpitaux sont de gros consommateurs de médicaments partiellement métabolisés, de désinfectants, de détergents, de solvants, ou d'autres composée. Leurs rejets chargés en antibiotiques, métaux lourds, radioéléments, produits actifs et pharmaceutiques, produits d'hygiène, d'entretien, de lavage, de restauration ne sont pas quantifier et présentent des risques notables sur la santé et l'environnement (Evens, 2004).

La consommation en eau au niveau des hôpitaux dépend des facteurs suivants : capacité litière, vocations hospitalière, superficie globale de l'établissement de soin, fréquence d'hygiène par service médical/administratif, pratiques d'utilisation de l'eau selon le personnel médical, du nettoyage (Qadouri, 2018).

La présente étude a évalué les déchets hospitaliers et pharmaceutiques sur le plan quantitatif et qualitatif qui a démontré que des volumes importants se déversent directement dans le milieu naturel sans aucune opération d'entretien ou de désinfection. Avec ça il y a l'hôpital national et Laboratoire de Contrôle de la Qualité des Médicaments (LNCQM) sont lieu avec les réseaux d'assainissement. Ce qui nécessite une gestion rationnelle à l'amont et le traitement de ces déchets hospitaliers avant leur rejet dans le réseau d'assainissement et le milieu aquatique.

II. Quantification de la consommation en eau potable et la production des déchets liquides et solides hospitaliers en Mauritanie

Concernant la nature, la composition physico-chimique des déchets produits par les différents services de l'hôpital, le diagnostic sur terrain et les concertations avec le personnel du service d'hygiène, sécurité ont révélé que la nature et les consommations en produits liquides sont variables d'un service à un autre, la quantité des consommations des produits liquides qui reste aléatoire en fonction des utilisateurs (corps médicale et agents de nettoyage) et des procédures d'utilisation de ces produits. En absence des données officielles en Mauritanie sur les consommations en eau et les produits utilisées dans les structures sanitaires publics et privés.

Aussi, les visites sur le site d'étude l'hôpital de l'amitié de Nouakchott et des autres des hôpitaux ont permis de constater que la totalité des rejets liquides de l'établissement sont évacués directement dans le milieu naturel sans aucune opération d'entretien ou de désinfection et il y a un manque d'information sur les différents aspects de gestion des déchets en milieu hospitalier.

III. Caractérisation physico-chimique et bactériologique du déchet de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Pour éliminer les déchets hospitaliers dans le respect de l'environnement, il est généralement nécessaire de déterminer leur teneur en polluants. L'objectif de cette étude est de compléter l'identification de la qualité des déchets de l'hôpital de l'amitié à travers la réalisation d'une caractérisation physico-chimique et bactériologique d'un déchet spécifique issu de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

1. Etat de la qualité physico-chimique et microbiologies des déchets de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

La Mauritanie n'a pas des normes pour les déchets liquides hospitaliers, alors les normes applicables dans le pays sont les normes de l'OMS. Les résultats d'analyses utilisés pour cette étude sont très hétérogènes, alors les résultats physico-chimiques des déchets liquides hospitaliers de chacune de ces prélèvements sont comparés avec les normes de l'eau de l'OMS pour objet de savoir les prélèvements fréquemment pollués. Les résultats globaux sont représentés par le tableau suivant en comparaison avec les normes de l'OMS et Marocaine.

2. Résultats des analyses physico-chimiques et microbiologies des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Pour atteindre cet objectif on a réalisé plusieurs séries d'échantillonnages sur le point de collecte des déchets liquides trouvés à la zone de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott. L'échantillonnage réalisé aux périodes du 31/08/2019 au 29/09/2019 et du 03/05/2020 au 31/07/2020, avec un intervalle moyen de 10 jours entre deux campagnes. Ces prélèvements ont été mis dans des flacons stériles de 500 ml en polyéthylène pour les analyses physico-chimiques et en verre pour les analyses microbiologie.

2.1. Les paramètres physico-chimiques des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

L'ensemble des résultats sur les échantillons obtenus sont regroupés dans le tableau suivant.

Tableau 26 : Les résultats des analyses physico-chimiques des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Paramètres	Unité	Nombre de compagne	Min.	Moy.	Max.	Norme Maroc	Norme OMS
pH		10	7,4	7,95	8,5	5,5 - 9,5	6,5-8,5
T	°C	10	28,8	29,52	30,5	30	<30
Conductivité	µS/cm	10	1289,2	1547,89	1940	2700	-
Turbidité	NTU	10	2,75	6,16	13,4	-	-
MES	mg/l	10	380	500	600	100	<20
MV	%	10	13,21	24,67	36,79	-	-
MS	g/Kg	10	26	64,6	250	-	-
DCO	mg/l	10	209,034	263,53	313,6	500	<90
DBO5	mg/l	10	31,2	612,32	1042,0	100	<30
DBO5/DCO	-	10	0,117	2,336	4,43	-	-
DCO/DBO5	-	10	0,226	1,223	8,513	-	-
MES/DBO5	-	10	0,365	2,456	17,31	-	-
Ammoniaque	mg/l	10	0,02	0,143	0,32	-	<0,5
Azote	mg/l	10	0,03	0,12	0,36	40	-
Nitrite	mg/l	10	0,0	0,19	1,25	-	1
Nitrate	mg/l	10	0,01	1,18	5,8	-	<1
Phosphate	mg/l	10	0,0	8,32	14,5	-	<2
Orthophosphate	mg/l	10	0,0	6,24	10,87	-	<2
Phosphore	mg/l	10	0,0	2,75	4,78	15	-
Sulfate	mg/l	10	0,0	12,7	48,0	600	-
Chlore	mg/l	10	0,12	0,18	0,23	0,2	-
Silica	mg/l	10	2,45	5,08	11,6	-	-
TH	°F	10	66,25	270,1	420	-	-
Ca ²⁺	mg/l	10	56,11	101,32	232,46	-	-
Mg ⁺	mg/l	10	2,43	36,92	171,1	-	-
Cl ⁻	mg/l	10	461,5	1160,5	2595,05	-	-
Bicarbonate	mg/l	10	591,7	1115,67	1720,2	-	-
TA	°F	10	0,0	0,0	0,0	-	-
TAC	°F	10	48	105,87	140,5	-	-

➤ Le pH et Température de déchet liquide de l'hôpital de l'amitié

Le pH des échantillons étudiés au cours de la campagne d'analyse oscille entre 7,4 à 8,5 avec variation inférieure à 1 unité de pH est notée dans les mesures des échantillons.

La température des déchets étudiés varie entre 28,8 °C à 30,5 °C avec une moyenne 29,52 °C.

La température, facteur majeur de l'augmentation de la cinétique de dégradation des matières organiques biodégradables. On constate que dans tous les cas le pH oscille entre la neutralité et basicité. On observe de très faible variation de la température entre les différents points.

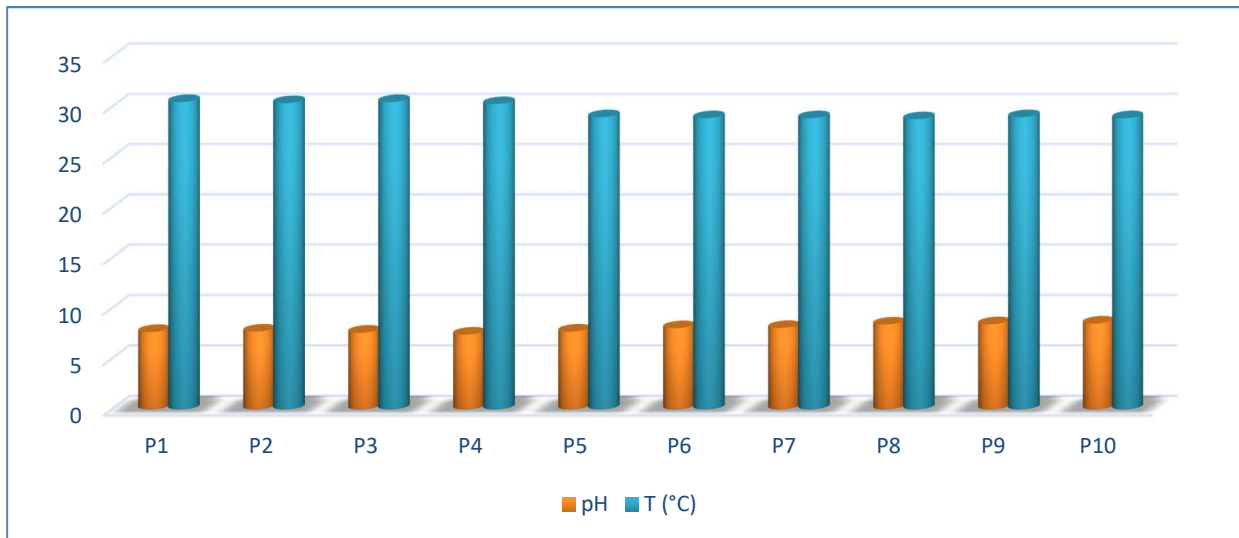


Figure 9 : Variation du pH et la température des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

➤ Conductivité et Turbidité de déchet liquide de l'hôpital de l'amitié

La conductivité et Turbidité (Figure 8), Les valeurs de la conductivité du déchet brute varie entre 1289,2 μ s/cm à 1940 μ s/cm avec une moyenne de 1547,89 μ s/cm. La Turbidité des échantillons étudiés au cours de la campagne d'analyse varie entre 2,75 NTU à 13,4 NTU avec une moyenne de 6,16 NTU.

La valeur importante de la conductivité a été enregistrée au niveau de prélèvement 3 (1940 μ s/cm), par contre la valeur maximale de la turbidité a été enregistrée au niveau de prélèvement 4 (13,4 NTU).

On remarque une augmentation de la conductivité jusqu'au P3 et il y a une diminution de la conductivité entre P4 au P10. Et aussi une augmentation de la turbidité jusqu'au P' et il y a une diminution de la turbidité entre P5 au P10.

On constate qu'il y a une contribution entre la conductivité et la turbidité.

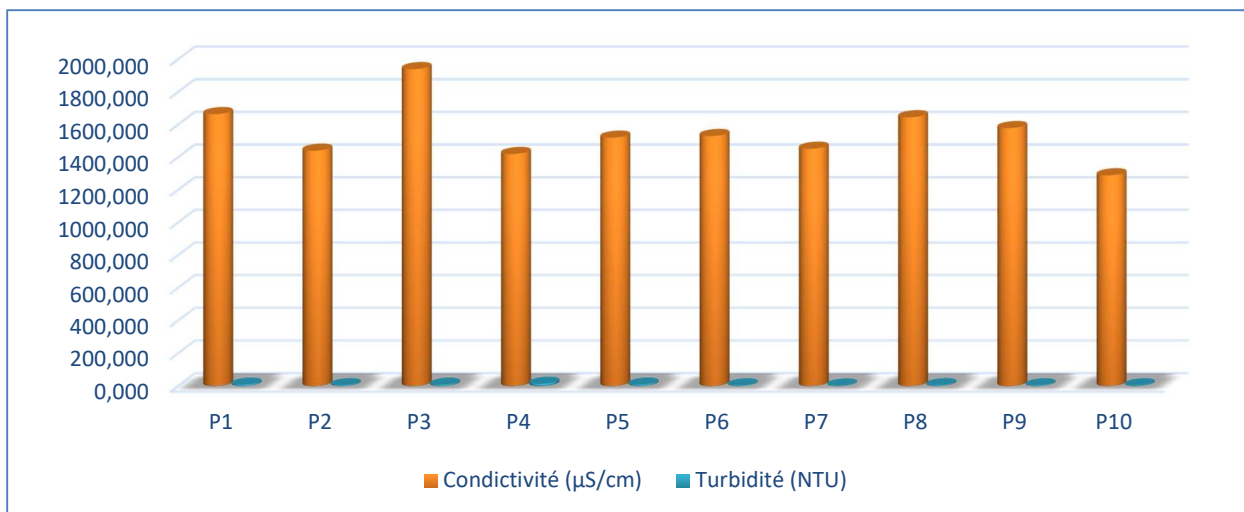


Figure 10 : Variation de la conductivité et turbidité des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

- Les Matières en suspension, matière sèches et matière volatiles de déchet de l'hôpital de l'amitié

Les matières en suspension qui représentent la totalité des matières décantables et non décantables que ce soit organiques ou minérales ont une valeur moyenne 500 mg/l, avec une valeur enregistrée de Min 380mg/l et Maxi 600mg/l. La valeur moyenne en matière sèche est de l'ordre de 64,6 g/Kg avec une valeur varie entre de 26 g/Kg à 250 g/Kg. La matière sèche comprend à la fois les MES et les sels dissous après séchage de l'échantillon à 105°C pendant 24h. Le pourcentage moyen en matière volatile est de 24,67% avec un pourcentage minimal et maximal successivement 13,21% à 36,79%. Les matières volatiles obtenues après calcination à 550°C en réduisant les matières minérales.

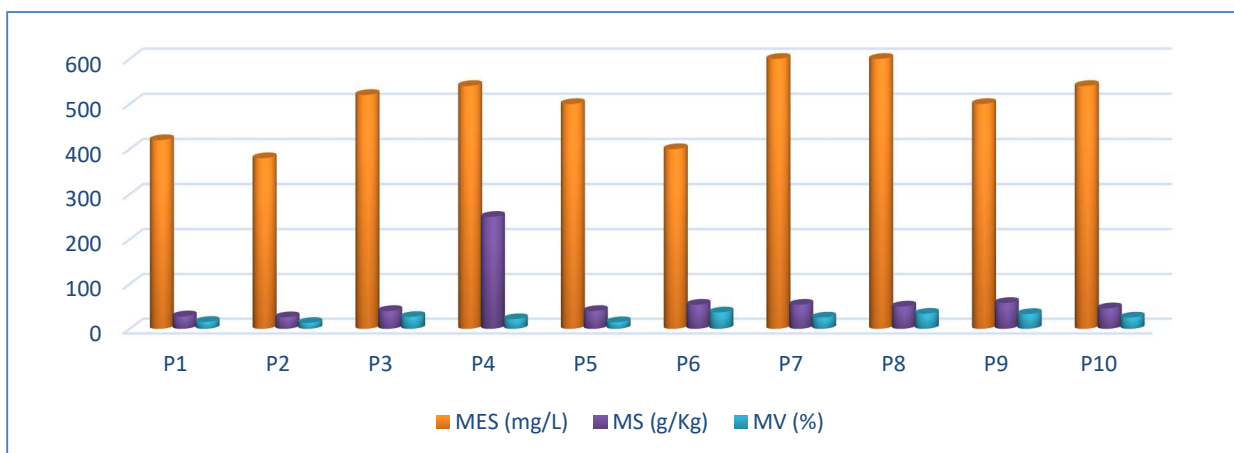


Figure 11 : Variation en matières en suspension, matière sèches et matière volatiles des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

➤ Les Matières organiques : DCO et DBO5 des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Les principaux paramètres de la qualité habituellement étudiés pour évaluer de façon indirecte la charge organique globale contenue dans une eau usée sont la DCO et DBO5. La demande chimique (DCO) qui représente la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder toute la matière organique contenue dans le déchet et la demande biochimique (DBO5) représentant la quantité de matière organique biodégradable. Ainsi pour le déchet de l'hôpital de l'amitié et durant la période d'étude les valeurs de la DCO enregistrés sont comprises entre 209,034mg/l à 313,6 mg/l avec une valeur moyenne de 263,53mg/l. Les concentrations DBO5 minimale 31,2mg/l et maximale 1042mg/l avec une valeur moyenne de 612,32mg/l.

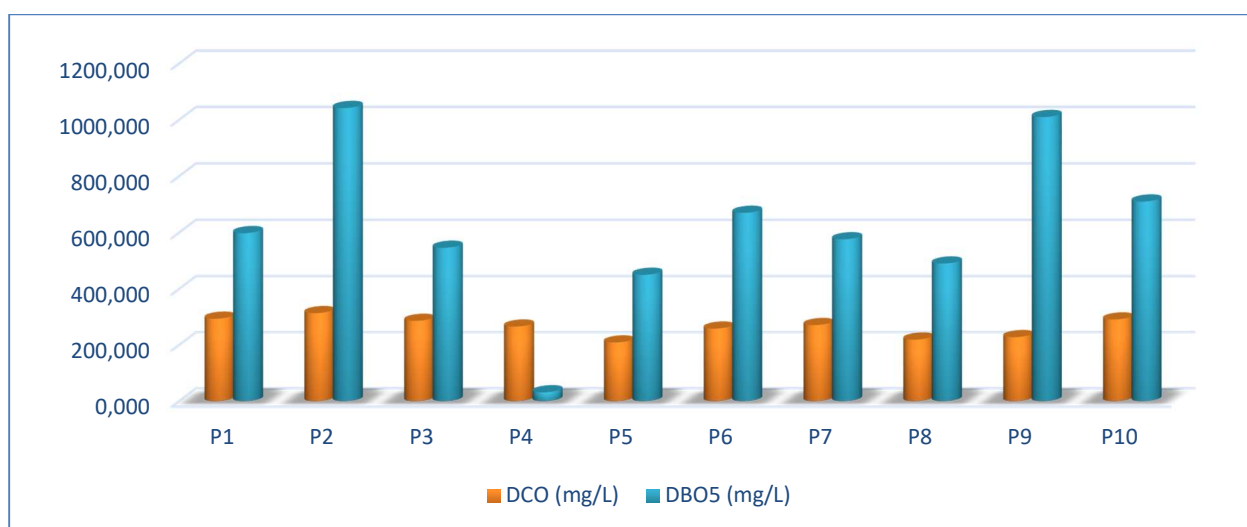


Figure 12 : Variation du DCO, DBO5 des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

➤ Les Matières organiques : DBO5/DCO, DCO/DBO5 et MES/DBO5

Pour évaluation de la pollution organique ont calcul les rapports pour l'ensemble des échantillons effectués de déchet liquide de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott, un rapport DBO5/DCO moyen des valeurs enregistrées de 2,336, avec une variation entre de 0,117 et 4,43. Le rapport DCO/DBO5 est varié entre de 0,226 à 8,513 avec une moyenne de 1,223 inférieur à 2. La valeur moyenne de la fraction MES/DBO5 est de 2,456 avec une variation entre de 0,365 à 17,31.

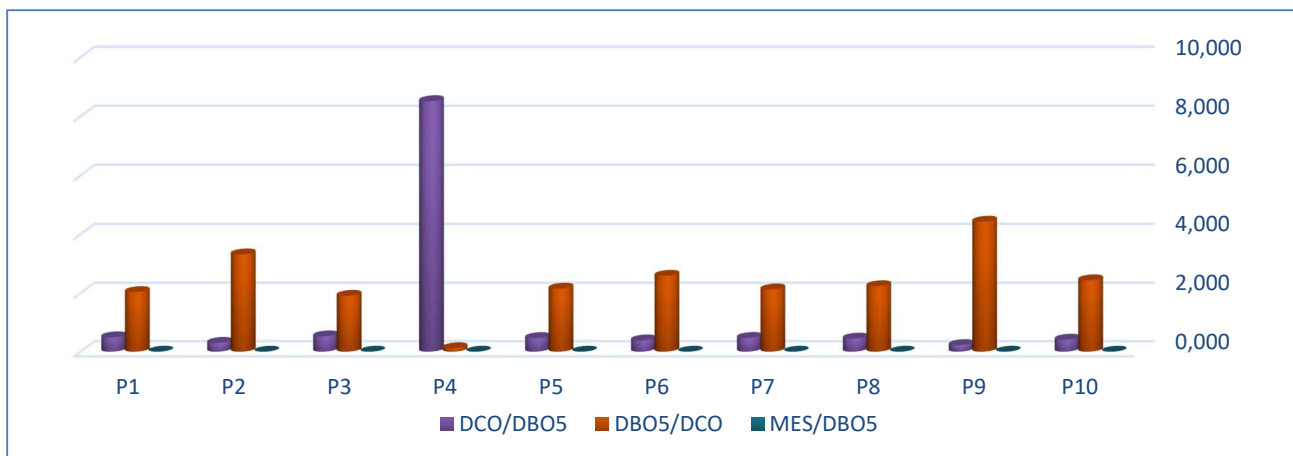


Figure 13 : Variation du DBO_5/DCO , DCO/DBO_5 et MES/DBO_5 des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

➤ Les Nutriments : Ammoniaque, Azote, Nitrite et Nitrate

La valeur de l'azote ammoniacale présente dans le déchet de l'hôpital de l'amitié instable pendant la période d'analyse. Les valeurs varient entre 0,029mg/l à 0,32mg/l avec une moyenne de 0,143mg/l. Les valeurs de l'Azote varient entre 0,03mg/l à 0,36mg/l avec une moyenne de 0,12mg/l. Les valeurs nitrites présentent une valeur moyenne de 0,19mg/l, un minimal de 0,0mg/l et un maximal 1,25mg/l. Les nitrates comme les autres formes azotés évoluent très rapidement dans le milieu naturel selon le cycle d'azote. Les valeurs en NO_3^- présentent des variations entre de 0,01mg/l à 5,8mg/l avec une valeur moyenne de 1,18mg/l.

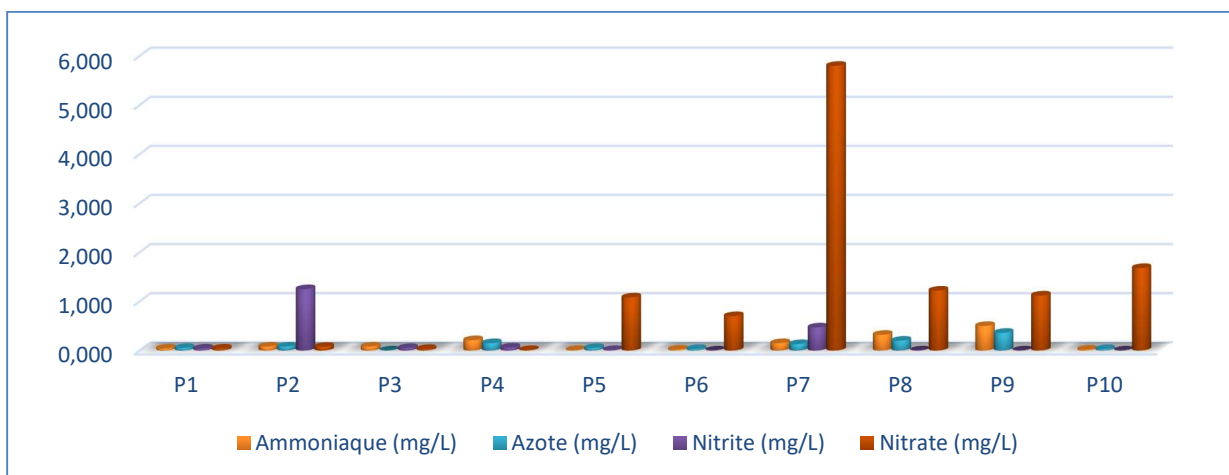


Figure 14 : Variation d'Ammoniaque, Azote, Nitrite et Nitrate des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

➤ Le Phosphate, Ortho phosphate et Phosphore

Concernant les phosphates, les valeurs varient entre 0,0mg/l à 14,5mg/l, avec une moyenne de 8,32mg/l. Les ortho phosphates, une variation considérable enregistrée au cours de la période de l'analyse. Elle oscille entre 0,0mg/l à 10,87mg/l avec une valeur moyenne de 6,24mg/l. Les valeurs relevées en phosphore totale restent instables dans le temps et varient entre 0,0mg/L à 4,781mg/l avec une valeur moyenne 2,75mg/l.

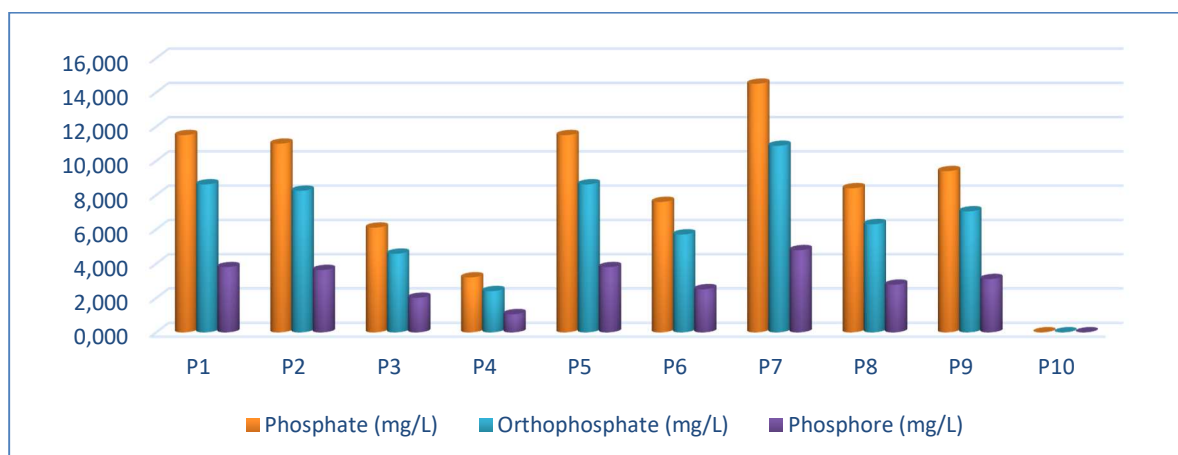


Figure 15 : Variation du Phosphate, Ortho phosphate et Phosphore des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

➤ Le Sulfate, Chlore et Silica des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Les valeurs de sulfate présent dans le déchet de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott instable varient entre 0,0mg/l à 48,0mg/l avec une moyenne de 12,7mg/l. Les valeurs du chlore varient entre 0,12mg/l et 0,23mg/l avec une moyenne de 0,18mg/l. les valeurs du silica présentent une valeur moyenne de 5,08mg/l, un minimal de 2,45mg/l et un maximal 11,6mg/l.

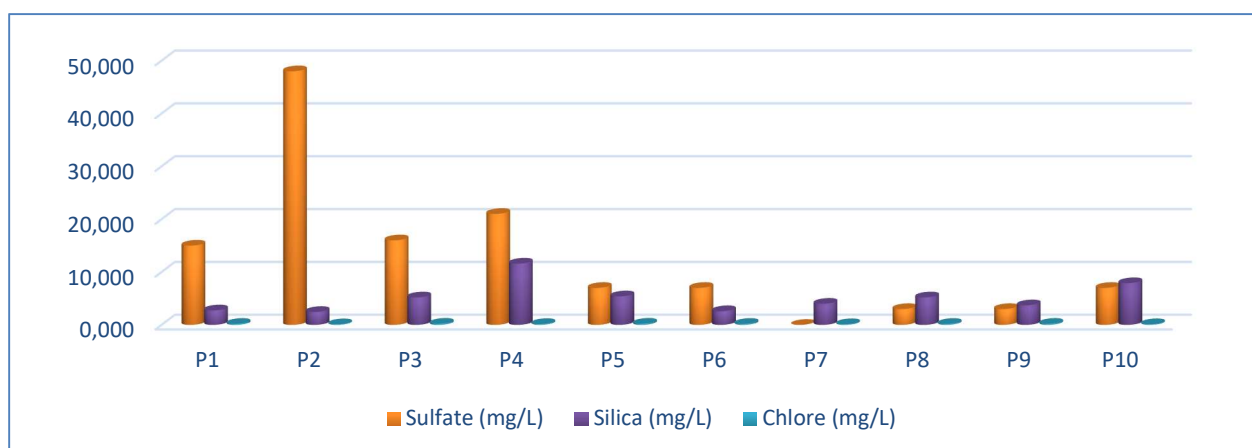


Figure 16 : Variation du Sulfate, Chlore et Silica des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

- Le Titre Hydrotimétrique (TH), Calcium (Ca^{2+}), Magnésium (Mg^{2+}) et Chlorure (Cl^-) des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Concernant le Titre Hydrotimétrique (TH), les valeurs varient entre 66,25mg/l à 420mg/l, avec une moyenne de 270,1mg/l. Le Calcium (Ca^{2+}), une variation considérable enregistrée au cours de la période de l'analyse. Elle oscille entre 56,11mg/l à 232,46mg/l avec une valeur moyenne de 101,32mg/l. Les valeurs relevées du Magnésium (Mg^{2+}) restent instables dans le temps d'analyse et varient entre 2,43mg/l à 171,1mg/l avec une valeur moyenne de 36,92mg/l. Les valeurs relevées du Chlorure (Cl^-) restent instables dans le temps d'analyse et varient entre 461,5mg/l à 2595,05mg/l avec une valeur moyenne de 1160,5mg/l.

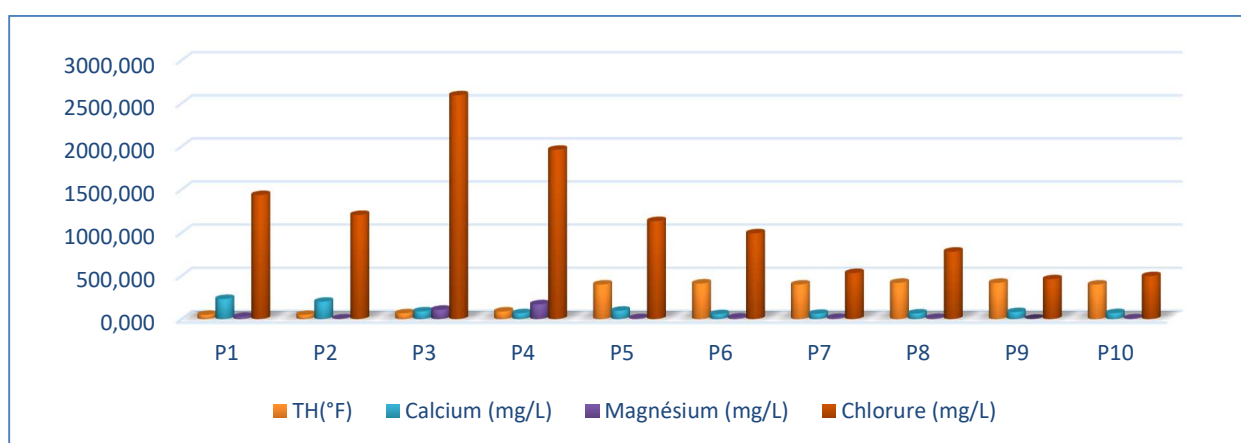


Figure 17 : Variation du Titre Hydrotimétrique (TH), Calcium (Ca^{2+}), Magnésium (Mg^{2+}) et Chlorure (Cl^-) des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

- Le Bicarbonate (HCO_3^-), Titre Alcalimétrique (TA) et Titre Alcalimétrique Complet (TAC)

La valeur du Bicarbonate présente dans le déchet de l'hôpital de l'amitié instable pendant la période d'analyse. Les valeurs varient entre 591,7mg/l à 1720,2mg/l avec une moyenne de 1115,67mg/l. Les valeurs du Titre Alcalimétrique (TA) sont égale zéro. Les valeurs du Titre Alcalimétrique Complet (TAC) présentent une valeur moyenne de 105,87mg/l, un minimal de 48mg/l et un maximal 140,5mg/l.

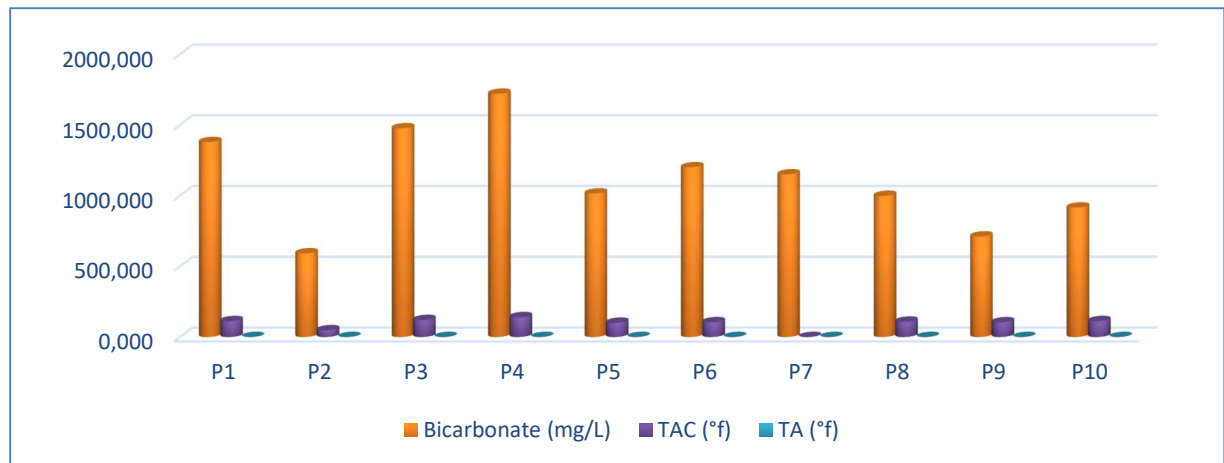


Figure 18 : Variation du Bicarbonate, Titre alcalimétrique (TA) et Titre alcalimétrique Complet (TAC) des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

2.2. Les métaux lourds des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

L'ensemble des résultats des métaux lourds sur les échantillons obtenus sont présents dans le tableau suivant.

Tableau 27 : Les résultats des métaux lourds des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Paramètres	Unité	Nombre de compagne	Min.	Moy.	Max.	Norme Maroc	Norme OMS
Cadmium	mg/l	10	<LD	-	<LD	0,25	-
Arsenic	mg/l	10	0,0027	0,0041	0,006	0,1	-
Plomb	mg/l	10	0,0017	0,0033	0,0054	1	0,5
Cyanure	mg/l	10	0,00003	0,000043	0,00009	0,5	-
Chrome	mg/l	10	0,00003	0,00003	0,00006	2	-
Cuivre libre	mg/l	10	0,14	0,18	0,32	-	-
Cuivre total	mg/l	10	0,14	0,216	0,36	2	0,2
Cuivre mg/l	mg/l	10	0,0	0,036	0,14	-	-
Fer	mg/l	10	0,01	0,107	0,360	5	-
Aluminium	mg/l	10	0,00	0,017	0,05	10	-
Manganèse	mg/l	10	0,001	0,002	0,007	2	-

(<LD (0, 000012 mg/L)

- Cadmium, Arsenic et Plomb des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Les valeurs du cadmium sont inférieures à la limite de détection. Les résultats d'arsenic compris entre 0,0027mg/là 0,006mg/l, avec une valeur moyenne de 0,0041mg/l. Les valeurs de Plomb relevées pour le déchet de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott sont variées entre 0,0017mg/l à 0,0054mg/l, avec une valeur moyenne de 0,0033mg/l.

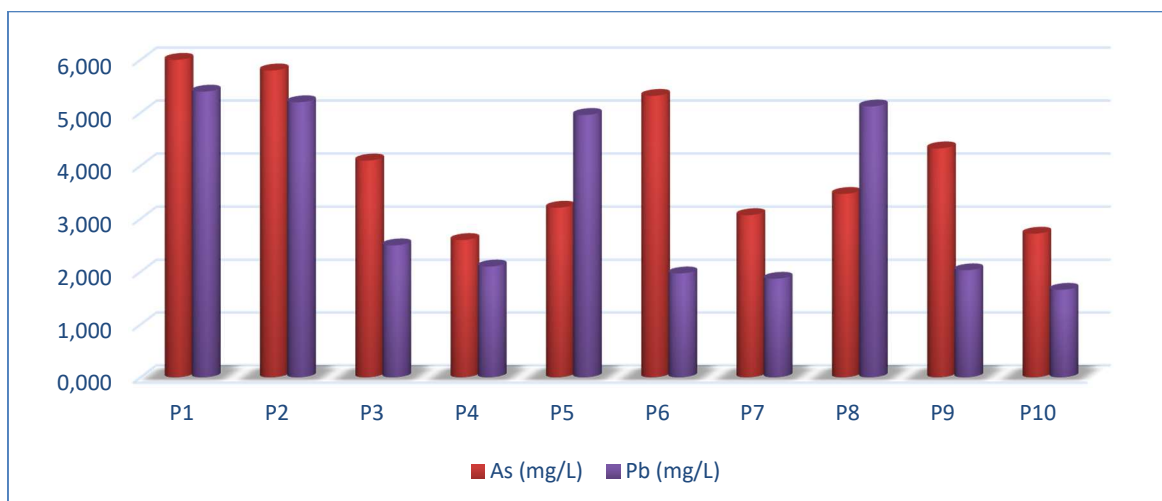


Figure 19 : Variation d'Arsenic et Plomb des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

➤ Cyanure et Chrome des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Les valeurs de cyanure présentent une variation entre 0,00003mg/l à 0,00009mg/l, avec une valeur moyenne de 0,000043mg/l. La valeur moyenne du chrome de 0,00003mg/l, avec une variation entre 0,00003mg/l à 0,00006mg/l.

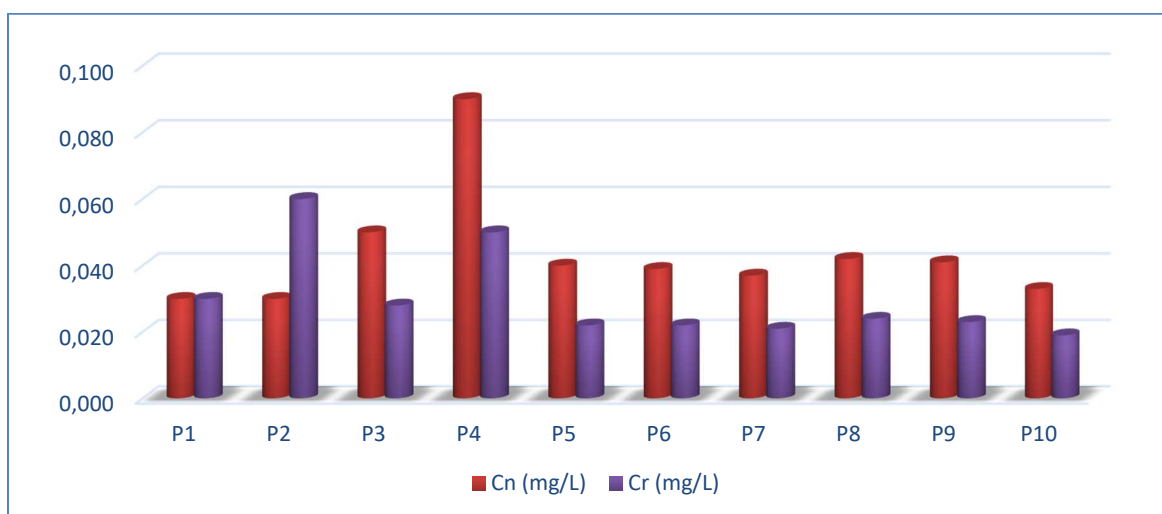


Figure 20 : Variation de cyanure et chrome des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

➤ Cuivre libre, Cuivre total et Cuivre des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Les valeurs relevées en Cuivre libre restent instables dans la période d'analyse et varient entre 0,9mg/l à 3,6mg/l avec une valeur moyenne de 2,25mg/l. Comme le Cuivre total restent instables dans la période d'analyse et varient entre 0,88mg/l à 3,6mg/l avec une valeur

moyenne de 2,21mg/l. Le Cuivre varie entre 0,00mg/l à 0,1mg/l avec une valeur moyenne de 0,04mg/l.

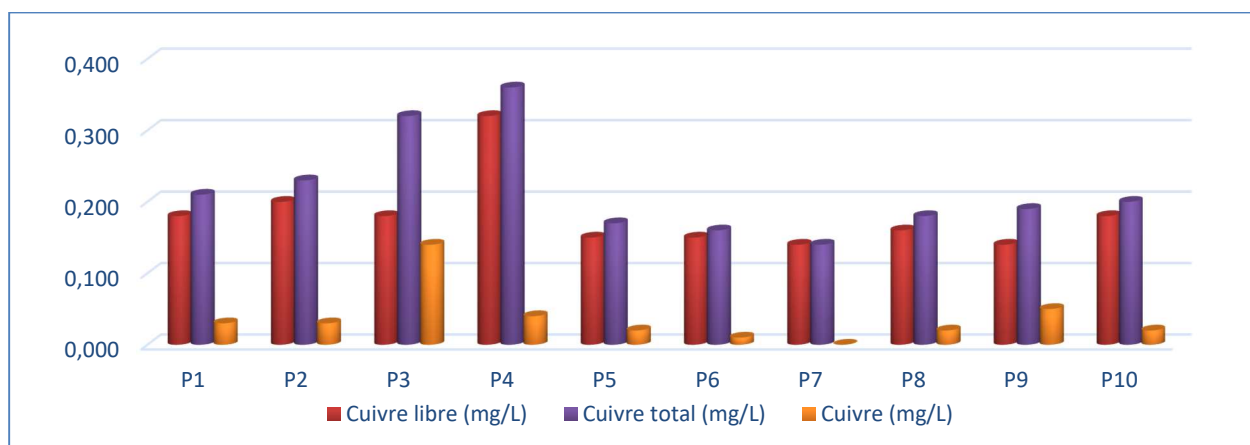


Figure 21 : Variation du Cuivre libre, Cuivre total et Cuivre des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

➤ Le Fer, Aluminium et Manganèse des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

La valeur de Fer présente dans le déchet de l'hôpital de l'amitié plus élevé pendant la période d'analyse. Les valeurs varient entre 20mg/l à 30mg/l avec une concentration moyenne de 23,3mg/l. De même pour l'Aluminium, une variation considérable enregistrée au cours de la période de l'analyse avec une valeur moyenne de 15,67mg/l. Les valeurs oscillent entre 0,17mg/l à 20mg/l. Concernant le Manganèse, les valeurs varient entre de 0,004mg/l à 0,01mg/l, avec une moyenne de 0,008mg/l.

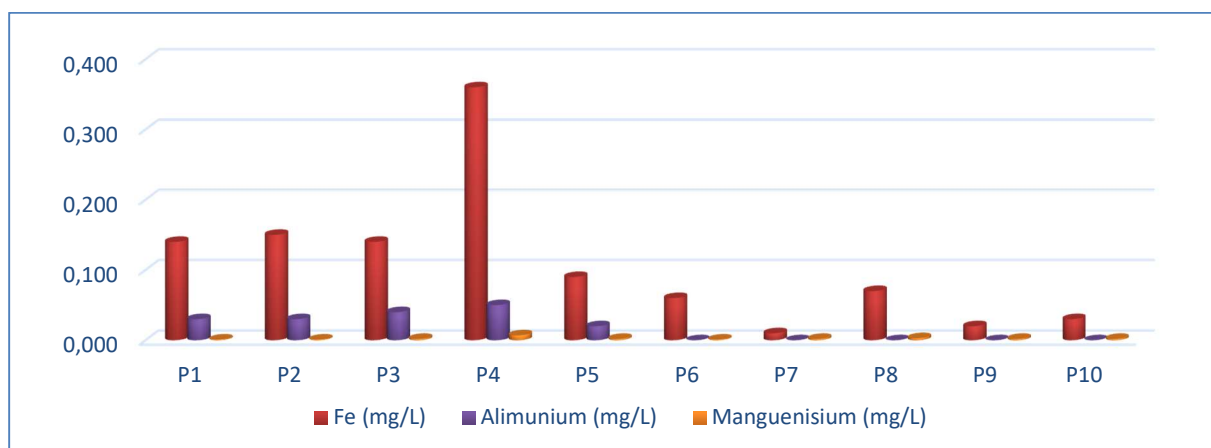


Figure 22 : Variation du Fer, Aluminium et Manganèse des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

2.3. Résultats des analyses microbiologies des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Les résultats de l'analyse microbiologique portant sur la présence des coliformes fécaux et streptocoques fécaux dans le déchet de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott sont présents dans le tableau suivant.

Tableau 28 : Les résultats des microbiologies des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Paramètres	Unité	Échantillons	Min.	Moy.	Max.
Coli.totaux	nombre/100ml	10	$2,5 \times 10^7$	$5,21 \times 10^7$	8×10^7
Coli. Fécaux (E. coli)	nombre/100ml	10	$2,3 \times 10^7$	$4,341 \times 10^7$	$7,4 \times 10^7$
Strepto. Fécaux (Entérocoques)	nombre/100ml	10	$0,12 \times 10^7$	$0,315 \times 10^7$	$0,47 \times 10^7$

L'analyse bactériologique réalisée par les déchets liquides de l'hôpital de l'amitié a porté sur les témoins de la pollution fécale. Ces valeurs sont très élevées (maximum (CT)= 8×10^7 UFC/ 100ml ; maximum (CF)= $7,4 \times 10^7$ UFC/ 100ml ; maximum (SF)= $0,47 \times 10^7$ UFC/ 100ml).

2.4. Discussion des résultats des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié

Les déchets liquides qui sortirent des services de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott révèlent une concentration élevée des paramètres physico-chimiques, métaux lourds et bactériologiques. Nos résultats ont montré une variation de différentes teneurs aux physico-chimiques au cours de la période d'échantillonnage.

En Mauritanie, il n'y a pas de réglementation sur les normes pour les déchets hospitaliers ; dans notre étude, nous avons comparé nos résultats à ceux des normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et les normes Marocaine.

Le déchet liquide de l'hôpital de l'amitié étudié met en évidence un milieu alcalin, pH (Tableau 26), la valeur moyenne du pH (7,95) est conforme à la norme selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (5 - 8) et la réglementation Marocaine (5,5 - 9,5), Ces valeurs varient entre 7,4 à 8,5.

Pour la température (Tableau 26), facteur majeur de l'augmentation de la cinétique de dégradation des matières organiques biodégradables, la valeur moyenne de la température ($29,52^\circ\text{C}$) reste toujours inférieure à 30°C selon de la réglementation marocaine (30°C).

Les valeurs de la conductivité (Tableau 26), enregistrées pour l'ensemble des échantillons (1289,2 μ S/cm à 1940 μ S/cm) restent inférieures à la norme autorisée par la réglementation Marocaine (2700 μ S/cm) mais restent relativement élevée et peuvent la dépasser en période sèche. Cette salinité est liée essentiellement aux déchets des eaux de désinfection et de lavage. Elle traduit le degré de minéralisation globale et nous renseigne sur le taux de salinité. Une salinité élevée peut causer des problèmes d'agressivité au niveau des assainissements de l'hôpital.

La valeur moyenne de la turbidité de 6,16NTU avec une variation entre 2,75NTU à 13,4NTU (Tableau 26).

Les matières en suspension (Tableau 26), représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées, la valeur moyenne en MES (500mg/l) dépassent largement la réglementation Marocaine (100mg/l). Les effets sur les caractéristiques physico-chimiques de l'eau sont très néfastes (modification de la turbidité des eaux, réduction de la pénétration de la lumière mettant en péril photosynthèse)(El Gouamri, et al., 2006).

La matière sèche (Tableau 26), comprend à la fois les MES et les sels dissous après séchage de l'échantillon à 105°C pendant 24 h. Composée des matières minérales (MM) et de matières organiques appelées matière volatiles MV obtenues après calcination à 550°C en réduisant les matières minérales restant, ces paramètres permettent de suivre la stabilité de la boue présente dans les eaux usées. Ainsi pour une valeur moyenne en MS de 64,6 g/Kg à MV de 24,67%.

La demande chimique en oxygène (DCO) (Tableau 26), permet d'apprécier la concentration en matière organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale (Rodier, 1996). La valeur moyenne de DCO est 263,53mg/l avec une variation de 209,034mg/l à 313,6mg/l, les résultats obtenus sont inférieure la réglementation marocaine (500mg/l).

La DBO₅ (Tableau 26), est une expression pour indiquer la quantité d'oxygène qui est utilisée pour la destruction de matières organiques décomposables par des processus biochimiques. Les valeurs de la DBO₅ enregistrés sont comprises entre 31,2mg/l à 1042mg/l avec une valeur moyenne de 612,32mg/l, la valeur moyenne dépasse largement la réglementation marocaine (100mg/l).

Pour une meilleure appréciation de l'origine des eaux usées de ces déchets étudiés de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott, le calcul des rapports DCO/DBO₅, DBO₅/DCO, MES/DBO₅ (Tableau 26), présentent des intérêts très importants. L'utilisation de ces paramètres de caractérisation constitue un bon moyen pour traduire le degré de pollution des déchets bruts

de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott et aussi pour optimiser les paramètres physico-chimiques de ces eaux usées afin de proposer un mode de traitement convenable. Le rapport DCO/DBO₅ permet de déduire si les eaux usées rejetées directement dans le milieu récepteur ont des caractéristiques des eaux usées domestiques (ONEP, 1998)(Rodier, 1996).

En effet, une valeur faible du rapport DCO/DBO₅ implique la présence d'une grande proportion des matières biodégradables et permet d'envisager un traitement biologique. Inversement, une valeur importante de ce rapport indique une grande partie de la matière organique n'est pas biodégradable et, dans ce cas, il est préférable d'envisager un traitement physico-chimique (Rodier, 1996).

Le rapport DCO/DBO₅ de valeur moyenne de 1,223 avec des variations 0,226 à 8,513, on remarque il y a des échantillons sont supérieure à la réglementation pour le domestique, mais la valeur moyenne des échantillons inférieur à 1,5 qui montre les eaux usées du l'hôpital de l'Amitié de Nouakchott considère comme eau usée domestique.

Pour notre étude, le rapport de DBO₅ /DCO est relativement élevé, la valeur moyenne de 2,336 avec des variations entre 0,117 à 4,43. Ce rapport donne des indications très intéressantes sur l'origine d'une pollution des eaux usées et ses possibilités de traitement.

L'azote (Tableau 26), présent dans les déchets liquides de l'hôpital de l'amitié analysés peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement un constituant des protéines, des polypeptides, des acides aminés et de l'urée.

L'azote minéral qui comprend l'ammonium (NH₄⁺), le Nitrate (NO₃⁻) et le Nitrite (NO₂⁻) constitue la majeure partie de l'azote total. Les valeurs en azote ammoniacque (NH₄⁺) varient entre 0,02mg/l à 0,32mg/l avec une valeur moyenne de 0,143mg/l. Toutes les valeurs d'ammoniacque sont inférieures à la norme de l'OMS (<0,5mg/l).

Pour les Nitrites, qui constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés, ils s'insèrent aussi dans le cycle d'azote entre l'ammonium et les nitrates. Les Nitrites proviennent généralement soit d'une dégradation incomplète d'ammoniac soit d'une réduction des nitrates, ils ne représentent qu'un stade intermédiaire et facilement oxydés en nitrates (par voie chimique ou bactérienne). Les valeurs du Nitrite varient entre 0,0 mg/là 1,25 mg/l avec une valeur moyenne de 0,19 mg/l. Les faibles valeurs en nitrites rencontrées au niveau des eaux usées de déchet liquide étudié, pourraient être expliquer par le fait que l'ion nitrite (NO₂⁻) est un composé intermédiaire, instable en présence de l'oxygène, dont la valeur est généralement très inférieure à celle des deux formes qui lui sont liées, les ions nitrates et ammonium (Benykhlef, et al., 2011). En pratique, au-delà de 2mg/l le traitement chlore devient très onéreux pour un déchet à valeur élevée en azote ammoniacque. Le prélèvement

(P2) est supérieur à la norme de l'OMS (1mg/l), d'autre part, il y a la valeur moyenne du Nitrite est inférieure à la norme de l'OMS (1mg/l).

Les valeurs en nitrate varient entre 0,01 mg/l à 5,8 mg/l avec une valeur moyenne de 1,18 mg/l. La valeur moyenne en nitrate reste supérieure à la norme de l'OMS (<1mg/l).

Les composés phosphores existent dans les eaux naturelles et les eaux usées sous différentes formes à savoir les orthophosphes solubles, les phosphates hydrosolubles et les dérivés organophosphorés (Rodier, 1996). Le phosphore total est à l'origine de présence des adjuvants actifs ajoutés aux détergents ainsi que de la décomposition de la matière organique (Benykhlef, et al., 2011).

Les valeurs enregistrées du phosphate (Tableau 26), varient entre 0,0mg/l à 14,5mg/l avec une valeur moyenne de 8,32mg/l. Les valeurs enregistrées en orthophosphates (Figure 12), présentent de variations considérables au cours de prélèvement effectué, les valeurs enregistrées varient entre 0,0mg/l à 10,87mg/l avec une valeur moyenne de 6,24mg/l. La valeur moyenne en orthophosphates reste supérieure à la norme de l'OMS (<2mg/l).

Les valeurs des phosphores (Tableau 26), relevées pour le déchet de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott, sont varient entre de 0,0mg/l à 4,78mg/l, avec une valeur moyenne de 2,75mg/l. Ces valeurs inférieures à la réglementation Marocaine (15mg/l). La grande partie du phosphore organique provient également des déchets du métabolisme des protéines et de son élimination sous forme de phosphates dans les urines par l'homme (Chaufour, 1997).

Le sulfate (Tableau 26), est un composé chimique naturellement présent dans la quasi-totalité des eaux naturelles. Il provient de l'oxydation des minerais de sulfites (sulfate de sodium, sulfate de magnésium et sulfate de calcium), de la présence de schistes ou encore de déchets industriels, les valeurs du sulfate varient entre de 0,0mg/l à 48mg/l, avec une valeur moyenne de 12,7mg/l. Ces valeurs inférieures à la réglementation Marocaine (600mg/l).

Les valeurs enregistrées du chlore (Tableau 26) au cours de l'étude, sont varient entre de 0,12mg/l à 0,23mg/l, avec une valeur moyenne de 0,18mg/l, cette valeur est inférieure à la réglementation Marocaine (0,2mg/l).

L'analyse du déchet liquide de l'hôpital présente une valeur moyenne du silica (Tableau 30), afin de l'ensemble des échantillons effectués, une moyenne de 5,08mg/l, avec une variation entre de 2,45mg/l à 11,6mg/l. La concentration de Calcium (Ca^{2+}) est très élevée dans les déchets liquides due à la décomposition ou la présence de produits qui contient du calcium (sang). Les valeurs relevées du Magnésium (Mg^{2+}) sont très élevée. La concentration de chlorure (Cl^-) est très élevé c'est une indication de la présence de sels (chlorure de sodium)

dans les déchets liquides hospitaliers surtout du sérum salé, avec une valeur du Bicarbonate très élevé.

Les résultats des paramètres physico-chimiques du déchet liquide de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott montrent que cette eau subie des caractères biodégradable.

Concernant les éléments métalliques, les analyses du déchet liquide de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott ont révélé une présence à de très faibles concentrations comme les valeurs du cadmium sont inférieures à la limite de détection (0,000012 mg/l).

Les résultats d'arsenic (Tableau 27), compris entre de 0,0026mg/l à 0,006mg/l, avec une valeur moyenne de 0,0037mg/l, montre que les valeurs sont inférieures à la réglementation Marocaine (0,1mg/l).

Pour les valeurs de Plomb (Tableau 27), relevées au cours l'étude sont variées entre de 0,00166mg/l à 0,0064mg/l, avec une valeur moyenne de 0,00278mg/l, ces valeurs inférieures à la réglementation Marocaine (1mg/l).

Les analyses montrent que les valeurs de Cyanure (Tableau 27), sont variées entre de 0,00003 mg/l à 0,00009mg/l, avec une valeur moyenne de 0,00004mg/l, ces résultats sont inférieurs à la réglementation Marocaine (0,5mg/l).

Par le chrome (Tableau 27), La valeur moyenne de 0,00003mg/l, avec une variation entre de 0,00003mg/l à 0,00006mg/l, ces résultats sont inférieurs à la réglementation Marocaine (2mg/l).

Pour le cuivre total (Tableau 27), il est présent une valeur moyenne considérable de 0,216mg/l, avec une variation entre 0,14mg/l à 0,36mg/l, mais restent inférieure à la réglementation Marocaine (2mg/l).

Les valeurs du Fer, Aluminium et Manganèse (Tableau 27), sont présentent une variation non négligeable au cours de la période de notre étude. Les valeurs du Fer varient entre de 0,01mg/l à 0,360mg/l, avec une valeur moyenne de 0,107mg/l, ces résultats sont inférieurs à la réglementation Marocaine (5mg/l).

La valeur moyenne d'Aluminium 0,017mg/l, avec une variation entre 0,0mg/l à 0,05mg/l, ces résultats restent inférieurs à la réglementation Marocaine (10mg/L).

Pour les valeurs du Manganèse sont variées entre de 0,001mg/l à 0,007mg/l, avec une valeur moyenne de 0,002mg/l, les résultats sont inférieurs à la réglementation Marocaine (2mg/l).

L'analyse bactériologique (Tableau 28), réalisée par les déchets liquides de l'hôpital de l'amitié a porté sur les témoins de la pollution fécale. Ces valeurs sont très élevées (maximum (CT)= 8×10^7 UFC/ 100ml ; maximum (CF)= $7,4 \times 10^7$ UFC/ 100ml ; maximum (SF)= $0,47 \times 10^7$ UFC/ 100ml).

2.5. Étude de Comparative des résultats des analyses des déchets liquides des trois établissements sanitaires de Nouakchott

L'ensemble des résultats de l'étude, montrent que les déchets liquides des différents structure sanitaires comme les hôpitaux et laboratoire de Control de la Qualité des Médicaments (LNCQM) en Mauritanie sont déchets mauvaise qualité et deviennent dangereux surtout lorsqu'ils proviennent de certains services particuliers comme le service d'hémodialyse, de la radiologie, la pharmacie, l'urgence et le laboratoire des analyses (Tableau 29).

Notre enquête par questionnaire également a rajouté la chambre mortuaire, l'oncologie et le bloc opératoire comme service de grande production des déchets liquides.

Notre étude montre que les eaux usées de l'hôpital de l'amitié sont généralement évacuées dans les milieux naturels sans aucun traitement. Aussi bien les eaux usées de l'hôpital national et laboratoire de Control de la Qualité des Médicaments (LNCQM) sont généralement évacuées dans les réseaux d'assainissement sans aucun traitement.

L'ensemble des résultats montre également que ces eaux présentent des signes de dégradation importante, puisque la majorité des paramètres étudiés dépassent les normes préconisées par l'OMS et Maroc (Tableau 29).

Tableau 29 : Coopérative des résultats des analyses des déchets liquides des trois établissements sanitaires

Paramètres	Unité	Hôpital de l'amitié (pas lieu au réseau)	LNCQM (Lieu au réseau)	Hôpital National (Lieu au réseau)	Norme Marocaine	Norme de l'OMS
pH		7,950	3,480	7,22	5,500 - 9,500	6,500-8,500
Température	°C	29,520	29,700	30,100	30,000	<30,000
Conductivité	µS/cm	1547,890	10,980	1456,000	2700,000	-
Turbidité	NTU	6,160	3,510	6,230	-	<5
MES	mg/l	500,000	14,000	400,000	100,000	<20,000
MV	%	24,670	4,270	26,070	-	-
MS	g/Kg	64,600	44,880	230,000	-	<1
DCO	mg/l	263,530	297,600	285,000	500,000	<90,000
DBO5	mg/l	612,320	8,840	671,000	100,000	<30,000
DBO5/DCO	-	2,336	33,665	2,350	-	-
DCO/DBO5	-	1,223	0,030	0,420	-	-
MES/DBO5	-	2,456	1,584	0,600	-	-
Ammoniaque	mg/l	0,143	1,070	0,000	-	<0,500
Azote	mg/l	0,120	0,800	0,000	40,000	-
Nitrite	mg/l	0,190	0,000	0,150	-	1,000mg
Nitrate	mg/l	1,180	0,053	1,140	-	<1,000mg
Phosphate	mg/l	8,320	7,700	5,200	-	-
Orthophosphate	mg/l	6,240	5,775	3,900	-	<2,000mg
Phosphore	mg/l	2,750	2,571	1,720	15,000	-
Sulfate	mg/l	12,70	23,000	7,000	600,000	<250
Chlore	mg/l	0,180	0,110	0,030	0,200	-
Silica	mg/l	5,080	12,400	2,800	-	-
Cadmium	mg/l	<LD	0,120	0,060	0,250	-
Arsenic	mg/l	4,062	5,011	4,350	0,100	-
Plomb	mg/l	0,0033	0,980	0,090	1,000	-
Cyanure	mg/l	0,000043	0,865	0,006	0,500	-
Chrome	mg/l	0,00003	1,210	0,567	2,000	-
Cuivre total	mg/l	0,216	2,850	0,100	2,000	-
Fer	mg/l	0,107	0,210	0,100	5,000	<0,01
Aluminium	mg/l	0,017	0,200	0,010	10,000	<0,5
Manganèse	mg/l	0,002	0,024	0,000	2,000	-

3. Evaluation des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Dans la présente étude, on a fait l'estimation les effets des déchets liquides sans traitement sur l'environnement et leur impact sanitaire. L'analyse et l'interprétation des résultats obtenus nous permettent de prévoir et évaluer les risques probables sur la nature des sols et de la végétation quant à rejeté les déchets sans traitement. La salinité peut entraîner des effets nocifs conséquents en raison de la fixation du sodium et des chlorures par les colloïdes du sol. Le sodium exerce alors une action néfaste sur la végétation de façon indirecte, en dégradant les propriétés physiques du sol. Sous cette action, les sols deviennent compacts et asphyxiants pour les plantes (Todd , 1980).

3.1.Résultats et interprétation de diagramme Piper

Par une approche descriptive et comparée qui permet de représenter sur un même graphique un grand nombre de prélèvement de suivi autorisant des regroupements par famille présentant des faciès similaires.

Les eaux usées de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott ont une forte minéralisation alors la présentation de ces eaux par Piper comme méthode de simulation permettant de faire une comparaison des eaux usées pour savoir les faciès chimiques dominants à chaque prélèvement.

Les analyses utilisées dans l'étude hydrologique issue du prélèvement des plusieurs échantillons. Premièrement on fait une analyse profonde nécessite d'effectuer sur le même site dix prélèvements du période du 31/08/2019 au 29/09/2019 et du 03/05/2020 au 31/07/2020, en totale on se trouve avec 10 échantillons constituant la base de données de la représentation graphique de diagramme de piper.

La projection des analyses relatives aux eaux usées de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott est représentée dans la figure 7.

Les eaux se répartissent selon les deux faciès principaux suivants :

- Faciès bicarbonaté calcique et magnésien.
- Faciès chloruré et sulfaté calcique et magnésien,

Nous constatons bien que la majorité des analyses est bien caractérisé par un faciès bicarbonaté calcique et magnésien.

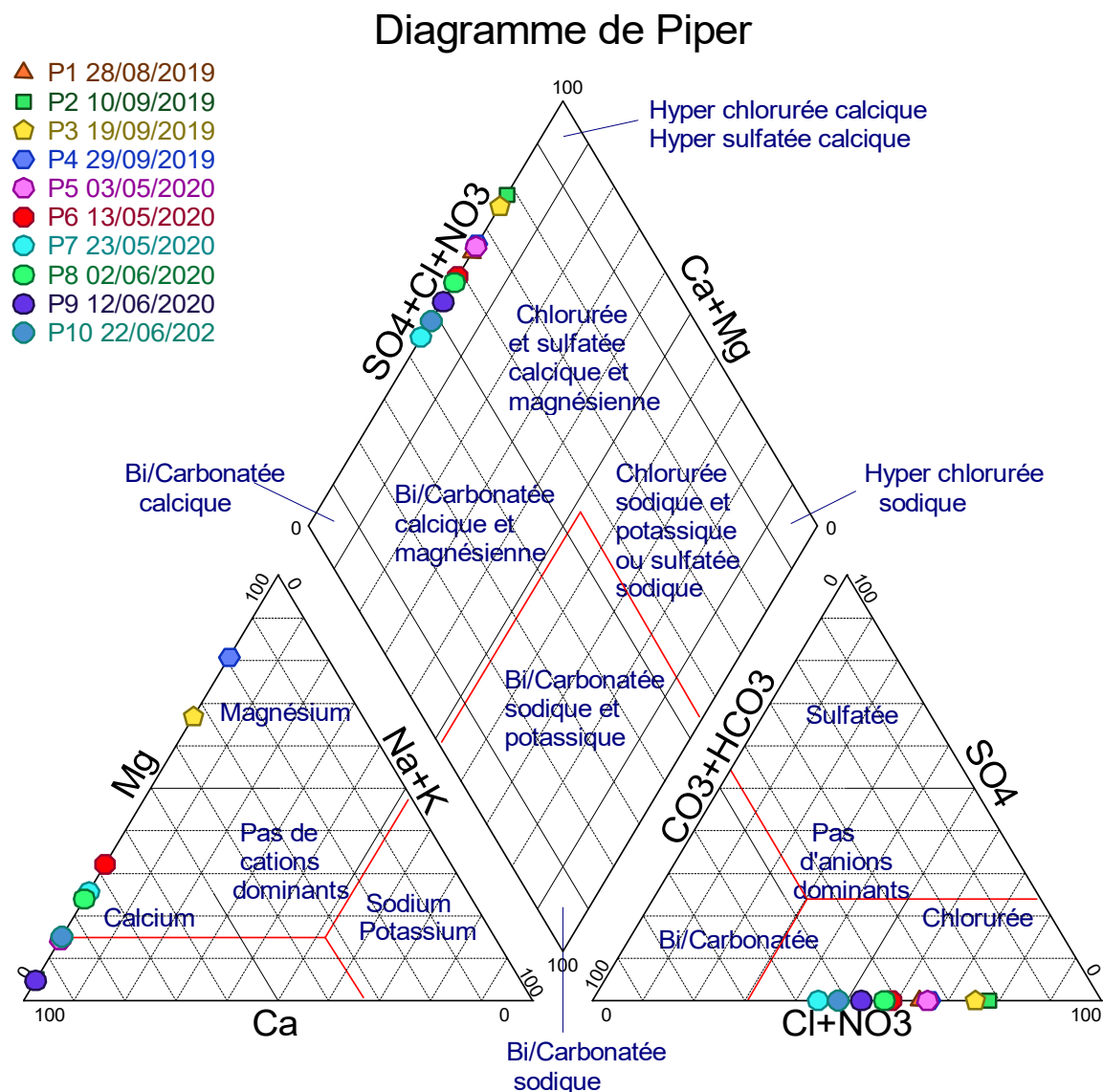


Figure 23 : Diagramme du Piper des analyses globales des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

- *Faciès bicarbonaté calcique et manganésienne*

Le faciès bicarbonaté calcique et magnésien représente 20% des analyses, Il caractérise essentiellement les eaux usées du prélèvement (P7 et P10). C'est le faciès le plus dominant dans les eaux usées étudiées. Il représente en général, les eaux usées fortement minéralisées. Les conductivités des eaux usées sont toujours supérieures à 1000 μ S/cm et qui varient entre 1452,1 μ S/cm (23/05/2020) et 1289,2 μ S/cm (22/02/2020). Les teneurs des ions bicarbonatés sont de l'ordre de 1115,67 mg/l. Les teneurs du calcium sont de 101,32mg/l, et les teneurs de manganèse sont de l'ordre de 36,92 mg/l. Ces teneurs peuvent présentés une indication de la

Diagramme de Piper

▲ P 7 23/05/2020
■ P10 22/06/2020

- *Faciès chloruré et sulfaté calcique et magnésien*

101

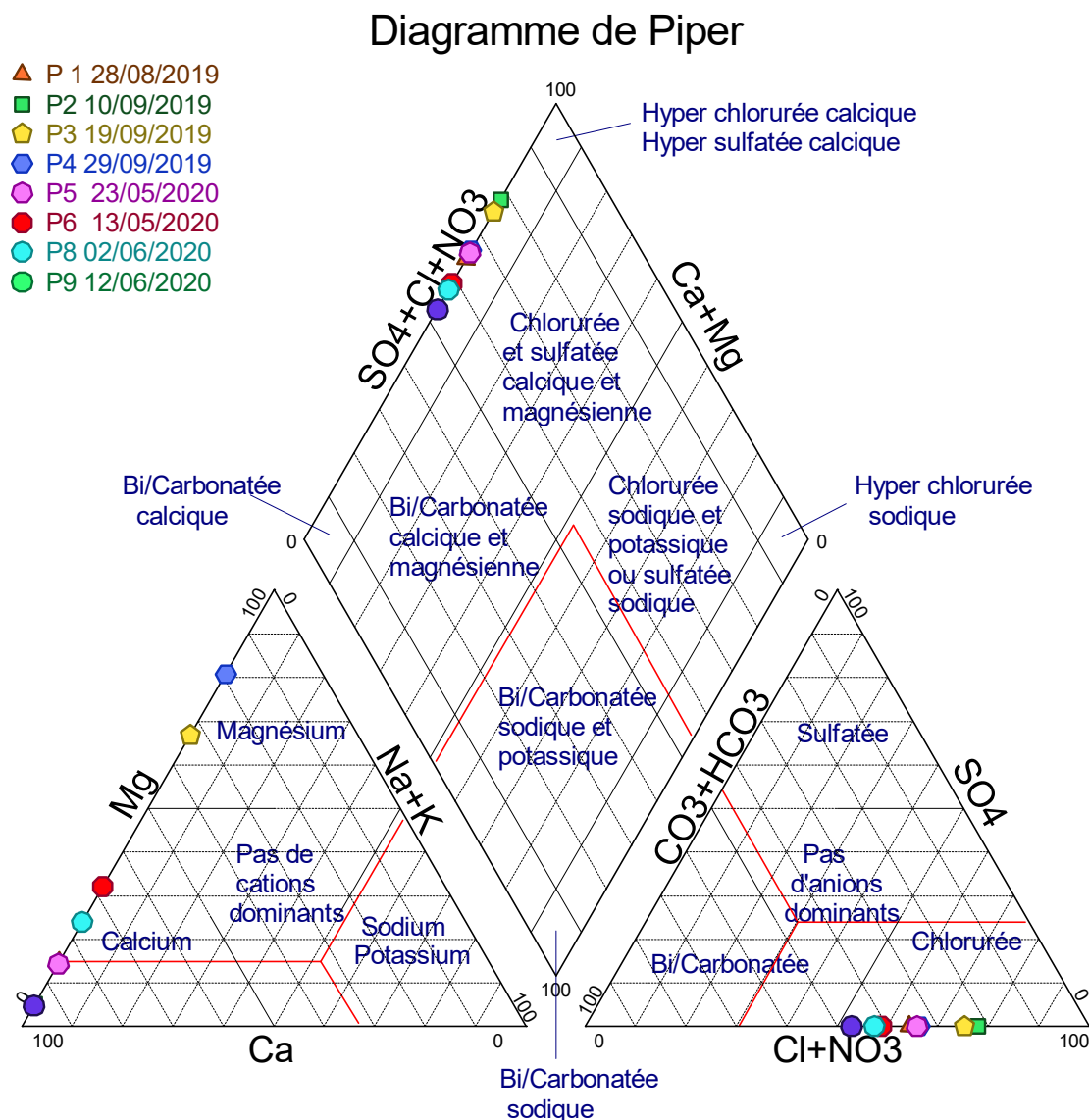


Figure 25 : Représentation sur le diagramme de piper des résultats des analyses des eaux usées de faciès chloruré et sulfaté calcique et magnésien.

3.2. Conclusion sur les résultats des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié

Au cours de l'étude, les déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott présentent des valeurs des paramètres physico-chimiques majeurs de pollution, ce qui représente un risque de pollution environnementale pour ce dernier d'où la nécessité d'un traitement de ces déchets liquides de l'hôpital. Au terme de l'évaluation de degré de pollution organique, on peut constater que l'ensemble des paramètres étudiés (en particulier avec la DBO5, la DCO et les MES) situent les déchets liquides hospitaliers analysées dans la tranche à valeurs élevée. En plus de la matière organique, elles contiennent les quantités adéquates d'azote organique pour subvenir aux besoins des microorganismes épurateurs des systèmes biologiques.

L'examen du rapport DCO/DBO5 souligne bien le caractère biodégradable des déchets liquides hospitaliers.

On peut conclure que les déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott analysés sont facilement biodégradables même si que les rapports DBO5/DCO et MES/DBO5 sont élevés. Le traitement de ces déchets liquides de l'hôpital est nécessaire afin de produire un déchet liquide qui respecte la norme de déchet hospitalier. Le traitement biologique n'est pas adéquat dans la mesure où les déchets liquides rejetés ne sont pas caractéristiques des rejets domestiques mais plutôt en grande partie industrielle. Donc des méthodes complémentaires doivent être mises en place telles que les traitements physico-chimiques et électrochimiques. D'autre part, il faut tenir compte du volume et des caractéristiques physicochimiques et microbiologiques des eaux usées domestiques mélangées avec les rejets liquides issus de l'activité de soin afin de minimiser le volume traité et la dissémination de la charge microbienne.

Notre étude de déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott permet de conclure que les déchets liquides étudiés sont de qualité mauvaise. Ce qui impose le traitement de ces déchets liquides avant leur rejet dans le milieu naturel. Cependant, ces observations ouvrent des perspectives qui doivent être confirmées en multipliant le nombre d'échantillons et de réaliser d'autres analyses éco-toxicologiques.

Les classifications de Piper montrent l'existence d'un faciès chimique dominant qui est le faciès bicarbonaté calcique et magnésien et faciès chloruré et sulfaté calcique et magnésien. On peut conclure qu'il n'y a pas de cation dominant dans la majorité des eaux analysées. En revanche parmi les anions, le chlorure domine dans tous les points d'eau observés.

4. Les analyses physico-chimiques et microbiologies des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

L'échantillonnage a été réalisé pendant la période (septembre à décembre) de 2020. Les déchets solides ont été collectés aux décharges de l'Hôpital de l'Amitié puis acheminés vers l'unité de recherche Eau, Pollution, Environnement, FST, Université de Nouakchott-Mauritanie. Les supports ont été triés en deux classes (déchets médicaux et ménagers). Les déchets médicaux objet d'étude ont été immergés dans trois bassins contenant, l'eau potable (milieu 1), eau distillée (milieu 2) et eau distillée alcoolique (milieu 3) pendant 72 heures. Immédiatement après la collecte du lixiviat, la température et le pH ont été mesurés par l'instrument HANNA (HI 9126) ; puis conservé à 4°C.

4.1. Résultats de l'analyse physico-chimiques des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Les résultats des teneurs des différents paramètres dans les lixiviats obtenus dans la présente étude avec les trois milieux (eau potable, eau distillée et eau distillée alcoolisée) sont regroupés dans le tableau suivant.

Tableau 30 : Les résultats des physico-chimiques des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Paramètres	Unité	Nombre des milieux	Milieu 1	Milieu 2	Milieu 3	Moyenne	Norme Maroc	Norme OMS
pH		3	6,74	6,88	6,70	6,77	5,5 - 9,5	6,5-8,5
T	°C	3	27,60	27,20	24,50	26,40	30	<30
Conductivité	µS/cm	3	5340,00	5820,00	3550,00	4903,00	2700	-
Turbidité	NTU	3	416,00	234,00	534,00	151,00	-	-
MES	mg/l	3	1000,00	600,00	600,00	733,33	100	<20
MV	%	3	4,27	6,13	4,03	4,81	-	-
MS	g/Kg	3	10,00	16,00	16,00	14,00	-	-
DCO	mg/l	3	53,12	55,04	49,28	52,48	500	<90
DBO5	mg/l	3	122,00	106,00	142,00	123,33	100	<30
DCO/DBO5	-	3	0,435	0,519	0,347	0,434	-	-
DBO5/DCO	-	3	2,297	1,926	2,881	2,368	-	-
MES/DBO5	-	3	8,197	5,66	4,225	6,027	-	-
Ammoniaque	mg/l	3	20,00	65,00	0,310	28,44	-	<0,5
Azote	mg/l	3	0,50	7,00	14,50	7,33	40	-
Nitrite	mg/l	3	0,91	25,00	45,00	23,64	-	1
Nitrate	mg/l	3	210,00	200,00	110,00	173,33	-	<1
Phosphate	mg/l	3	30,00	25,00	45,00	33,33	-	<2
Orthophosphate	mg/l	3	22,50	18,75	33,75	25,00	-	<2
Phosphore	mg/l	3	9,90	8,25	14,85	11,00	15	-
Sulfate	mg/l	3	1000,00	2000,00	1000,00	1333,00	600	-
Chlore	mg/l	3	0,100	0,20	0,04	0,113	0,2	-
Silica	mg/l	3	600,00	750,00	200,00	516,67	-	-
TH	mg/l	3	16600,00	4600,00	9700,00	10300,00	-	-
Ca²⁺	mg/l	3	4410,00	2005,00	2405,00	2940,00	-	-
Mg²⁺	mg/l	3	12190,00	2595,00	7295,00	7360,00	-	-
Cl	mg/l	3	8860,00	14180,00	14180,00	12406,70	-	-
Bicarbonate	mg/l	3	18300,00	33550,00	33550,00	28466,70	-	-
TA	mg/l	3	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-
TAC	mg/l	3	3000,00	5500,00	5500,00	4666,70	-	-

➤ Le pH et Température des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Le pH des échantillons étudiés au cours de la campagne d'analyse oscille entre 6,70 à 6,88 avec une valeur moyenne de 6,77. La température des lixiviats des déchets solides étudiés varie entre 24,5°C à 27,6°C avec une moyenne 26,4°C.

On a remarqué au cours de mesure du pH des milieux les trois milieux sont stable (milieu 1, 2 et 3). La température du milieu 3 est inférieure les autres milieux.

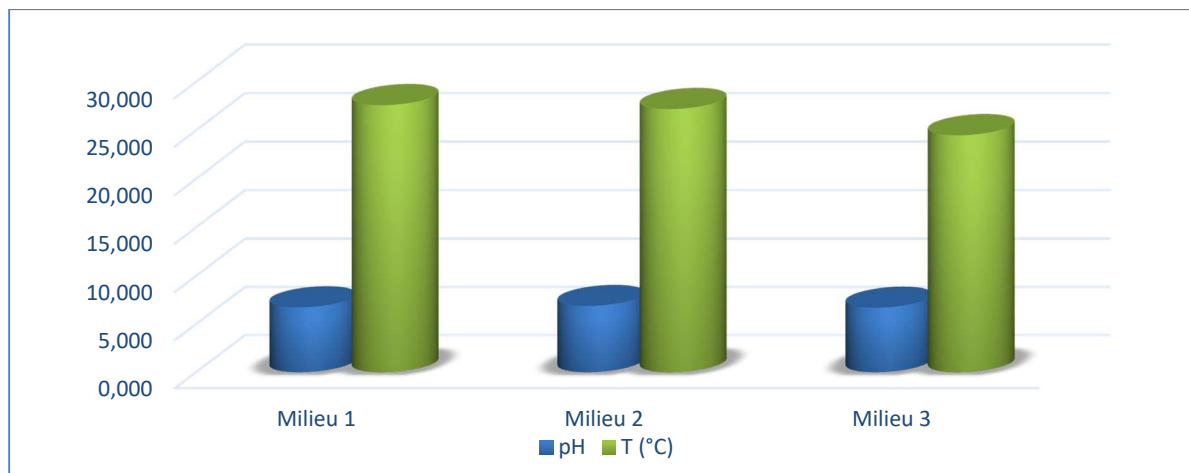


Figure 26 : Variation du pH et Température des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

- Conductivité et Turbidité des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

La conductivité du déchet brute varie entre 3550 μ s/cm à 5820 μ s/cm avec une moyenne de 4903 μ s/cm. La Turbidité des échantillons étudiés au cours de la campagne d'analyse varie entre 234NTU à 534NTU avec une moyenne de 151NTU.

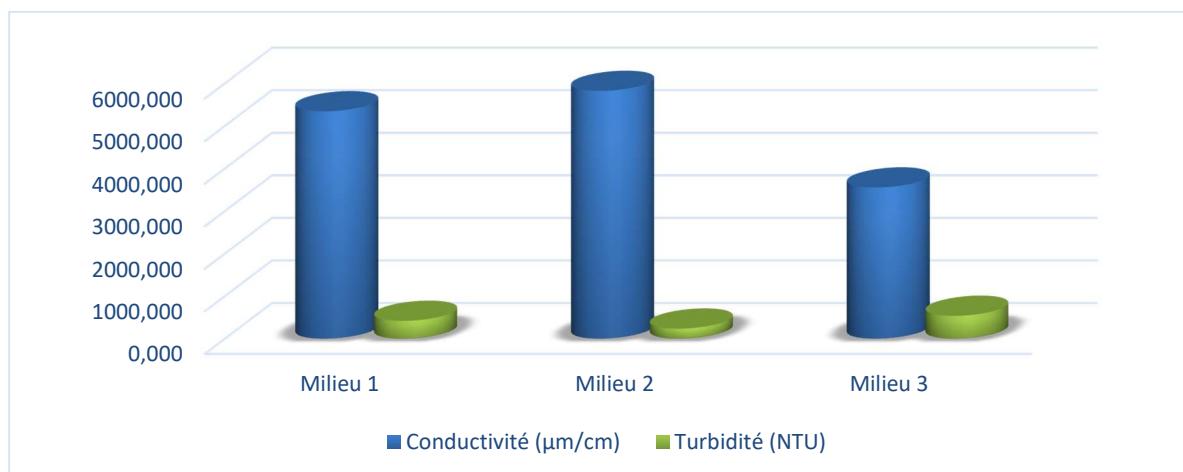


Figure 27 : Variation du Conductivité et Turbidité des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

- Les matières en suspension, matière sèches et matière volatiles des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Les matières en suspension qui représentent la totalité des matières décantables et non décantables que ce soit organiques ou minérales ont une valeur moyenne 500 mg/L, avec une valeur varie entre 600mg/l à 1000mg/l 987mg/l. La valeur moyenne en matière sèche est de 14g/Kg avec une valeur varie entre de 10g/Kg à 16g/Kg. La matière sèche comprend à la fois les MES et les sels dissous après séchage de l'échantillon à 105°C pendant 24h. Le pourcentage moyen en matière volatile est de 4,81% avec un pourcentage varie entre de 4,03% à 6,13%. Les matières volatiles obtenues après calcination à 550°C en réduisant les matières minérales.

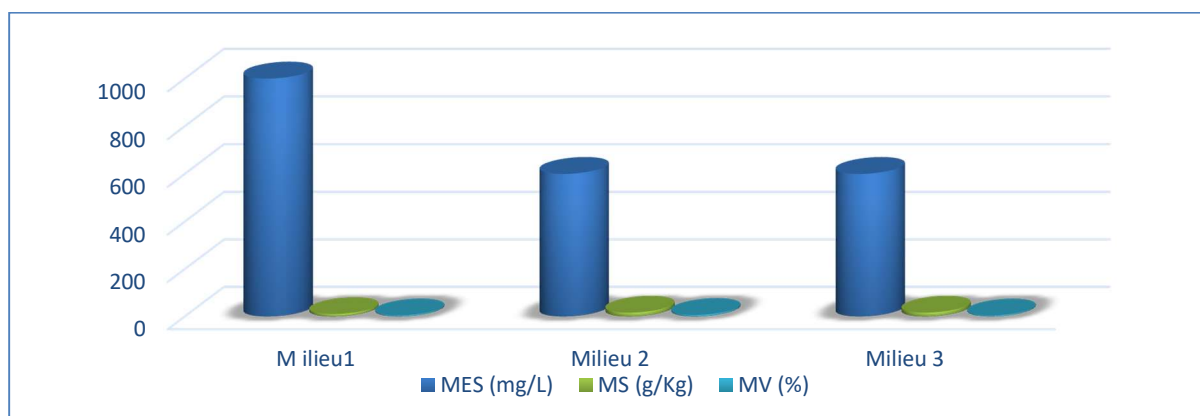


Figure 28 : Variation du Matières en suspension, matière sèches et matière volatiles des lixiviats des déchets solides.

- Les matières organiques : DCO et DBO5 des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Les principaux paramètres de la qualité habituellement étudiés pour évaluer de façon indirecte la charge organique globale contenue dans une eau usée sont la DCO et DBO5. La demande chimique (DCO) qui représente la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder toute la matière organique contenue dans le déchet et la demande biochimique (DBO5) représentant la quantité de matière organique biodégradable. Ainsi pour lixiviats des déchets de l'hôpital de l'amitié durant la période d'étude les valeurs de la DCO enregistrés sont comprises entre 49,48mg/l à 55,04mg/l avec une valeur moyenne de 52,48mg/l. Les valeurs DBO5 minimale 106mg/l et maximale 142mg/l avec une valeur moyenne de 123,33mg/l.

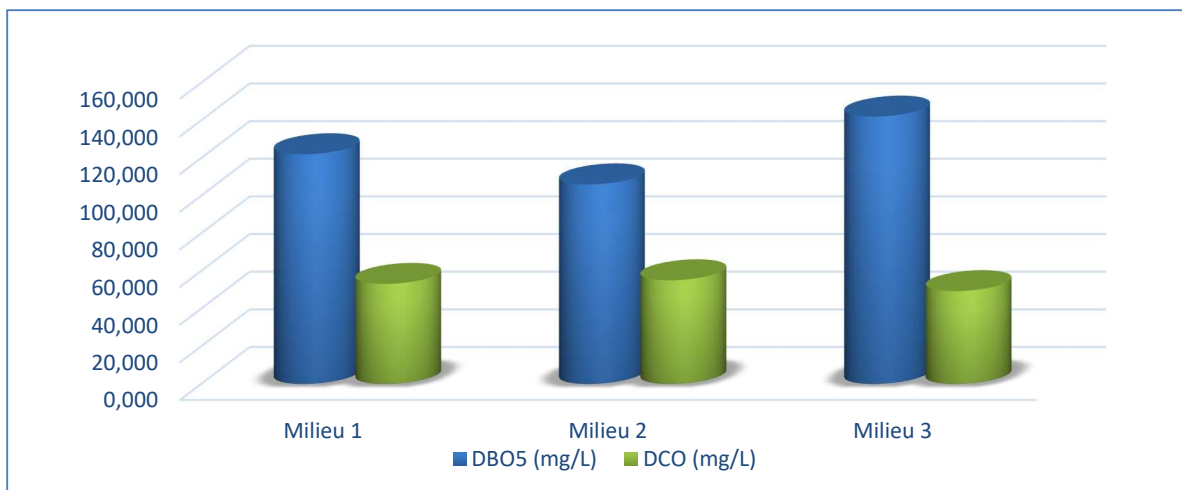


Figure 29 : Variation du DCO et DBO5 des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

- DBO₅/DCO, DCO/DBO₅ et MES/DBO₅ des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Le rapport DCO/DBO₅ est varié entre de 0,347 à 0,519 avec une moyenne de 0,434. Le déchet présente pour l'ensemble des échantillons effectués, un rapport DBO₅/DCO moyen des valeurs enregistrées est de 2,368 avec un minimale de 1,926 et un maximal de 2,881. La valeur moyenne de la fraction MES/DBO₅ est de 6,027 avec un minimal et maximal enregistrés respectivement 4,225 à 8,197.

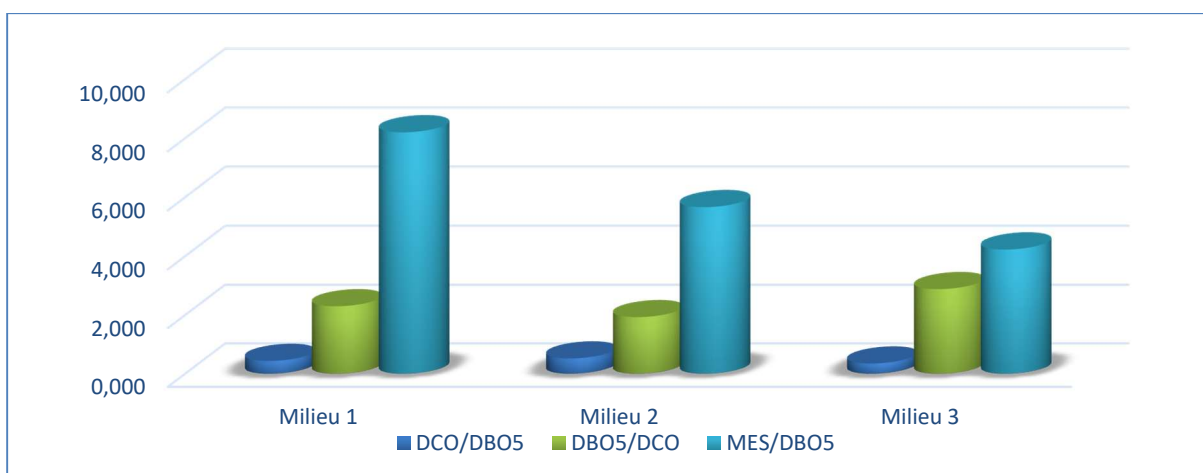


Figure 30 : Variation du DCO, DBO5, DBO5/DCO, DCO/DBO5 et MES/DBO5 des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

➤ Ammoniaque et Azote des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

La valeur de l'ammoniaque présente dans le déchet de l'hôpital de l'amitié instable pendant la période d'analyse. Les valeurs varient entre 0,31mg/l à 65mg/l avec une moyenne de 28,44mg/l. Les valeurs de l'Azote varient entre 0,5mg/l à 14,5mg/l avec une moyenne de 7,33mg/l.

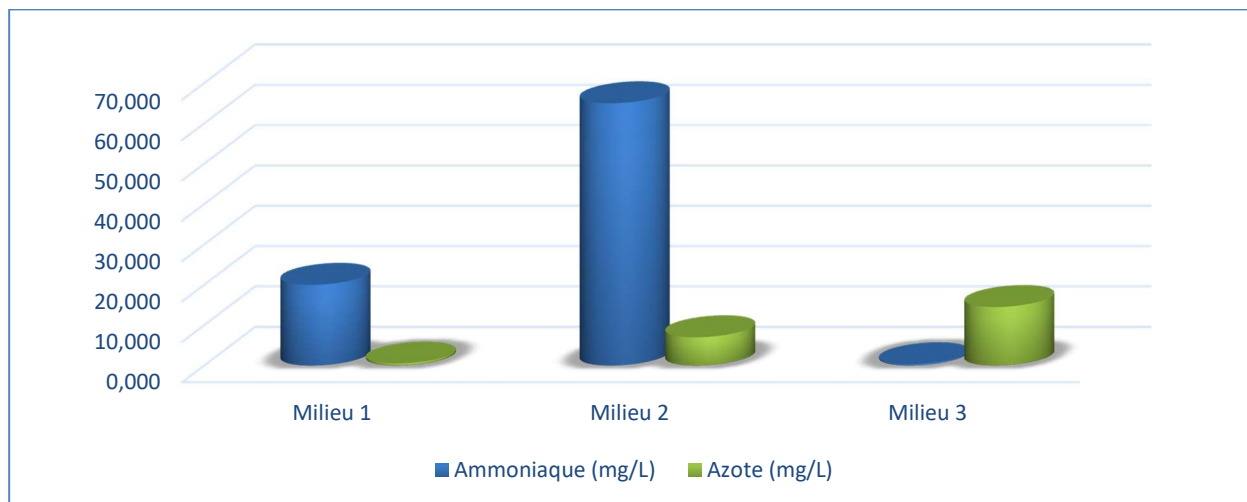


Figure 25 : Variation d'Ammoniaque et Azote des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

➤ Nitrite et Nitrate des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Les valeurs nitrites présentent une valeur moyenne de 23,64mg/l, un minimal de 0,91mg/l et un maximal 45mg/l. Les nitrates comme les autres formes azotés évoluent très rapidement dans le milieu naturel selon le cycle d'azote. Les valeurs en Nitrate présentent des variations entre de 110 mg/l à 210mg/l avec une valeur moyenne de 173,33mg/l.

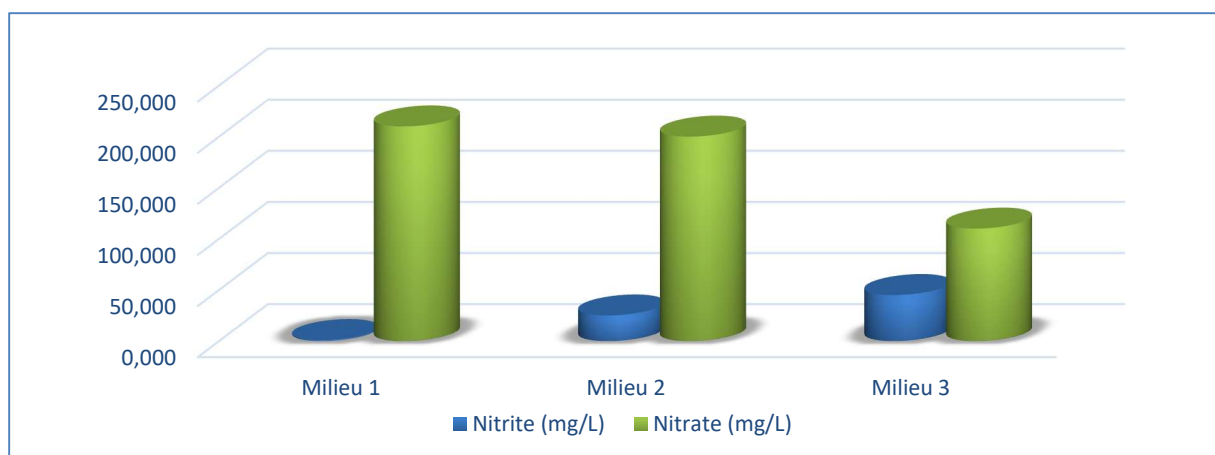


Figure 31 : Variation de nitrite et nitrate des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

- Le Phosphate, Orthophosphate et Phosphore des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Concernant les phosphates, les valeurs varient entre 25mg/L à 45mg/l, avec une moyenne de 33,33mg/l. Les orthophosphates, il y a des variations considérables enregistrées au cours de la période de l'analyse, les valeurs varient entre 22,5mg/l à 33,75mg/l avec une valeur moyenne de 25mg/l. Les valeurs relevées en phosphore totale restent instables et varient entre 8,25mg/l à 14,851mg/l, avec une valeur moyenne 11mg/l.

Nous avons remarqué les valeurs du phosphate, Orthophosphate et phosphore totale du milieu 3 (45,00, 33,75 et 14,85mg/l), les plus que les autres milieux.

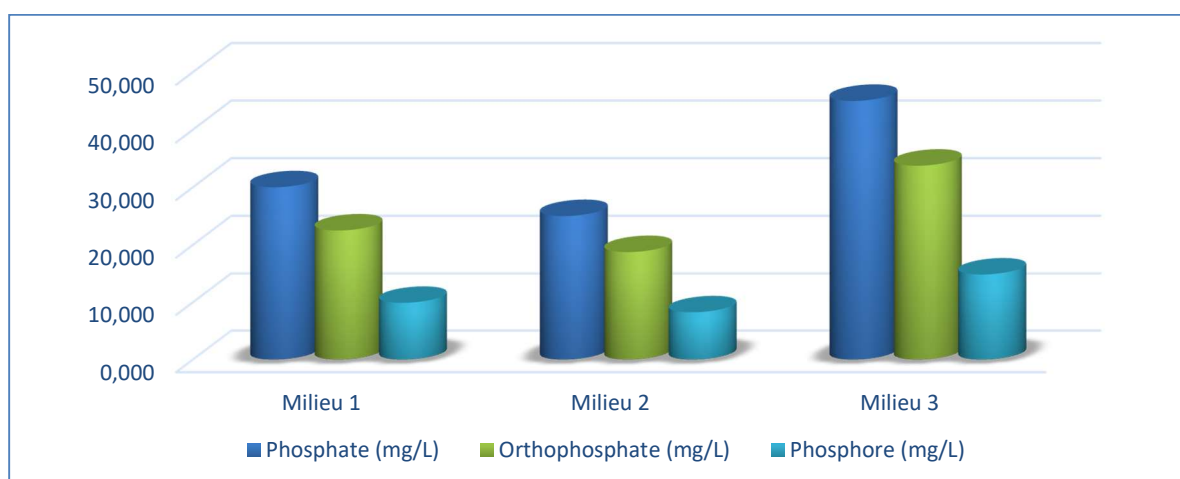


Figure 32 : Variation du Phosphate, Orthophosphate et Phosphore des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

➤ Le Sulfate et Silica des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Les valeurs de sulfate présent dans le lixiviat des déchets de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott instable varient entre 1000mg/l à 2000mg/l avec une moyenne de 1333mg/l. les valeurs du silica présentent une valeur moyenne de 516,67mg/l, un minimal de 200mg/l et un maximal 750mg/l.

Les valeurs du sulfate et silica (2000,00 et 0,20mg/l) dans le milieu 2 sont les plus élevées que les autres milieux.

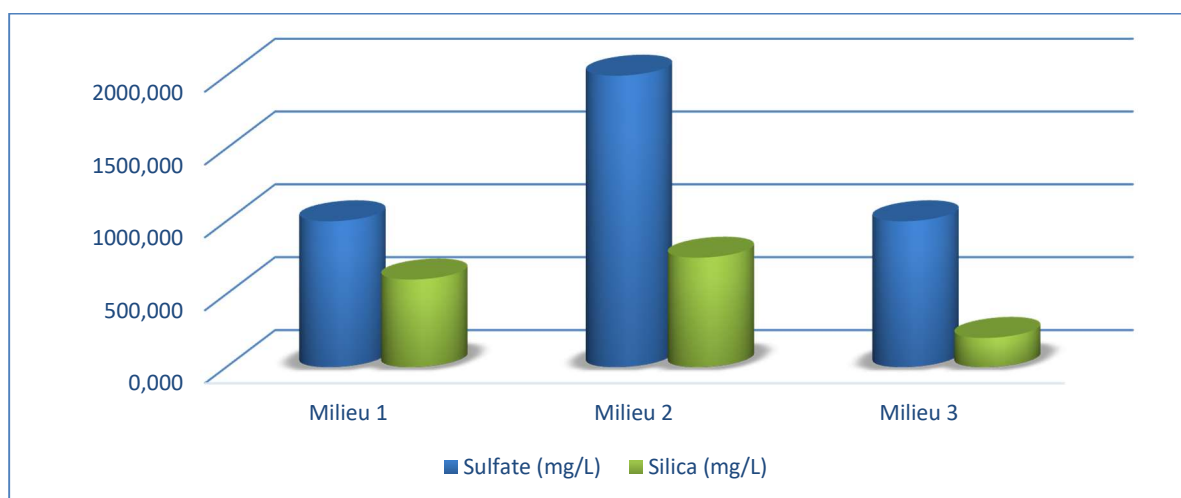


Figure 33 : Variation du Sulfate et Silica des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

➤ Chlore, Chlore libre et Chlore total des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Les valeurs du chlore varient entre 0,04mg/l à 0,2mg/L avec une moyenne de 0,113mg/l. Les valeurs de chlore libre présent dans le lixiviat des déchets de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott instable varient entre 0,46mg/là 3,3mg/l avec une moyenne de 2,22mg/l. les valeurs du chlore total présentent une valeur moyenne de 2,2mg/L, un minimal de 0,5mg/l et un maximal 3,1mg/l.

Les valeurs du chlore, chlore libre et chlore total presque stable dans les milieux 1 et 2, mais il y a une diminution, la valeur du milieu 3 plus moins que les autres milieux.

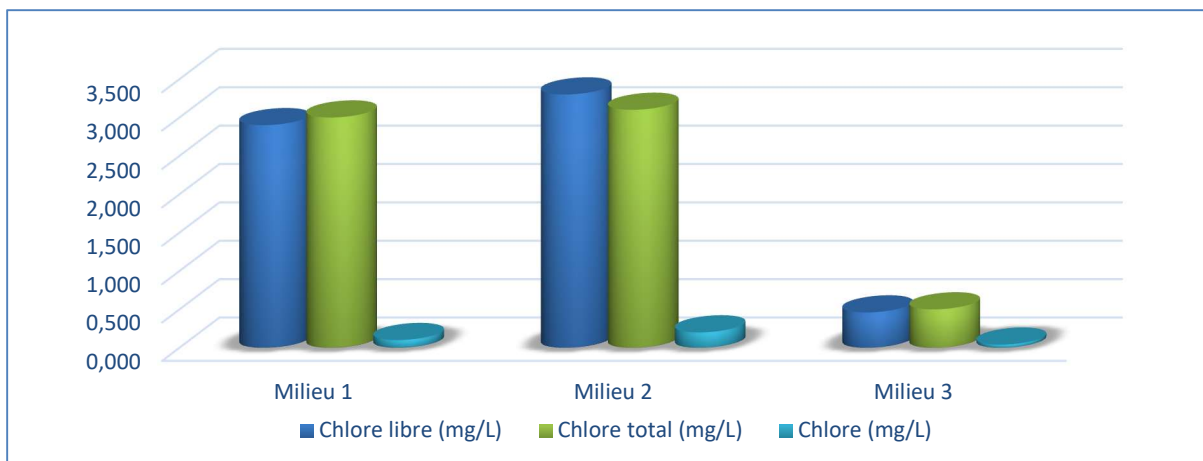


Figure 34 : Variation du Chlore, Chlore libre et Chlore total des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

- Calcium (Ca^{2+}), Magnésium (Mg^{2+}) et Chlorure des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Le Calcium (Ca^{2+}), une variation considérable enregistrée au cours de la période de l'analyse. Elle oscille entre 2005 mg/là 4410mg/l avec une valeur moyenne de 2940mg/l. Les valeurs relevées du Magnésium (Mg^{2+}) restent instables dans le temps d'analyse et varient entre 2595mg/là 12190mg/l avec une valeur moyenne de 7360mg/l.

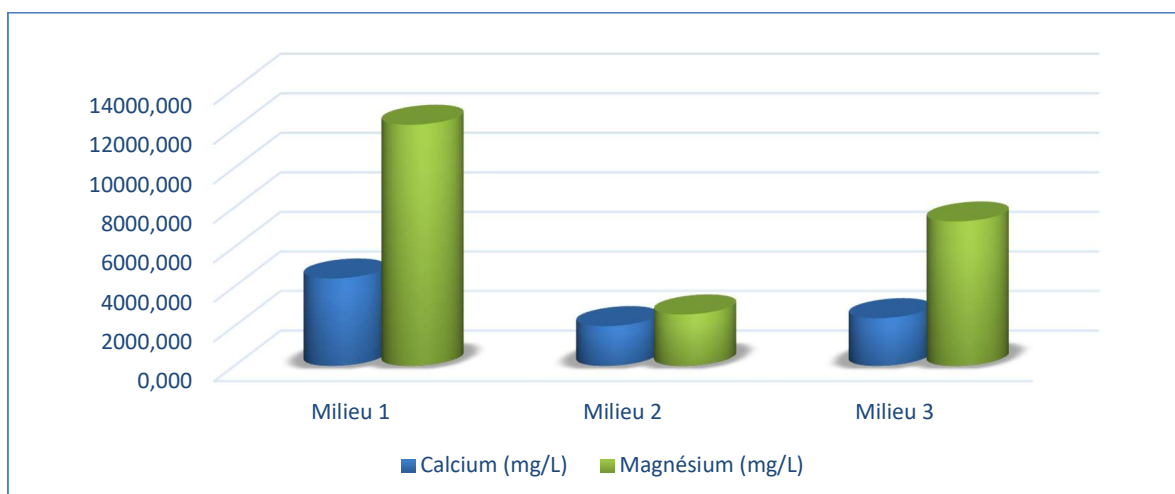


Figure 35 : Variation du Calcium (Ca^{2+}) et Magnésium (Mg^{2+}) des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

- Chlorure et Bicarbonate des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Les valeurs relevées du Chlorure (Cl^-) restent instables dans le temps d'analyse et varient entre 8860mg/là 14180mg/l avec une valeur moyenne de 12406,7mg/l. La valeur du

Bicarbonate présente dans le déchet de l'hôpital de l'amitié instable pendant la période d'analyse. Les valeurs du Bicarbonate varient entre 18300mg/L à 33550mg/l avec une moyenne de 1115,67mg/l.

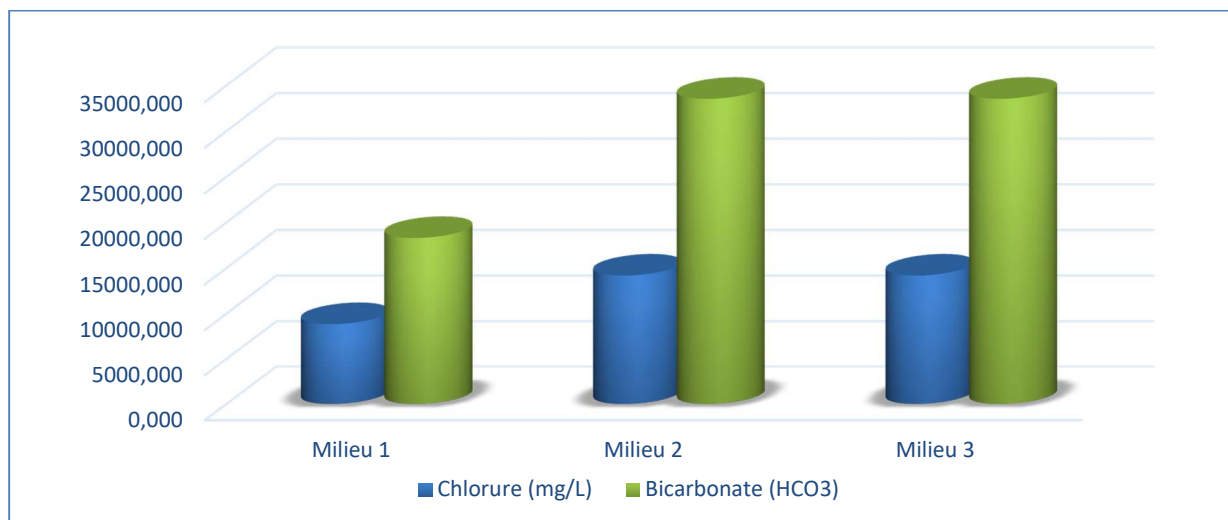


Figure 36 : Variation du Chlorure et Bicarbonate des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

- Le Titre Hydrotimétrique (TH), Titre Alcalimétrique (TA) et Titre Alcalimétrique Complet (TAC) des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Concernant le Titre Hydrotimétrique (TH), les valeurs varient entre 4600mg/L à 16600mg/l, avec une moyenne de 10300mg/l. Les valeurs du Titre Alcalimétrique (TA) sont égale zéro. Les valeurs du Titre Alcalimétrique Complet (TAC) présentent une valeur moyenne de 3000mg/l, un minimal de 5500mg/l et un maximal 4666,7mg/l.

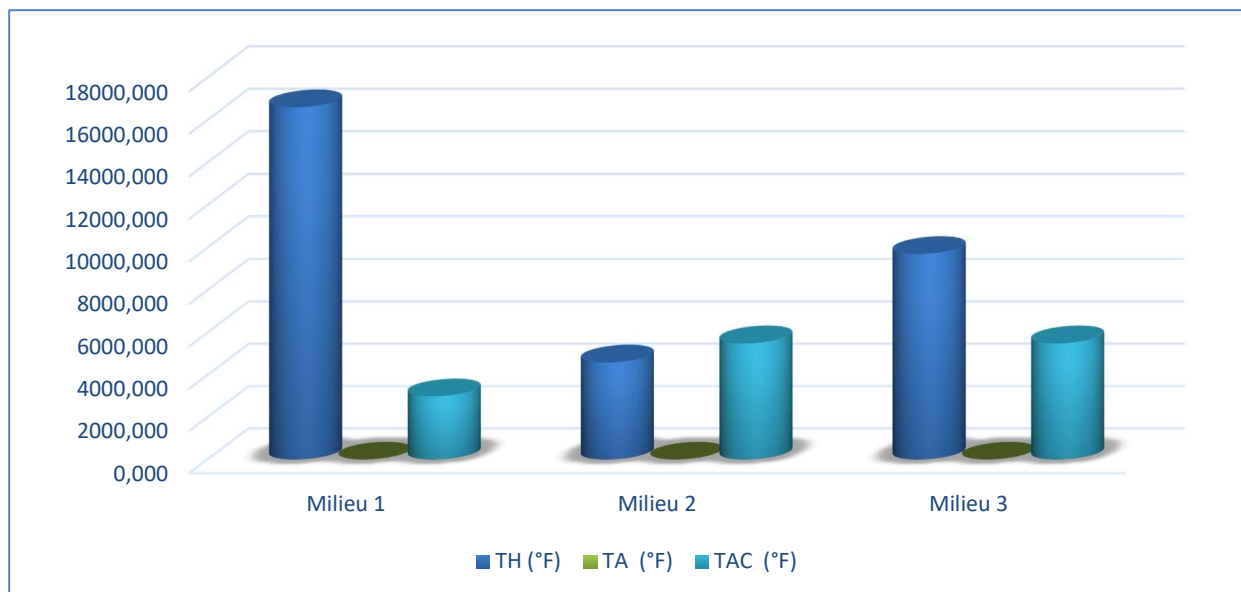


Figure 37 : Variation du TH, TA et TAC des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

4.2. Les résultats des métaux lourds des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

L'ensemble des résultats des métaux lourds des lixiviats des déchets solides sont présents dans le tableau suivant.

Tableau 31 : Les résultats des métaux lourds des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Paramètres	Unité	Nombre des milieux	Milieu 1	Milieu 2	Milieu 3	Moyenne	Norme Maroc	Norme OMS
Cadmium	mg/l	3	0,090	0,110	0,100	0,100	0,25	-
Arsenic	mg/l	3	1,46	1,22	1,31	1,330	0,1	-
Plomb	mg/l	3	0,830	0,960	0,900	0,897	1	0,5
Cyanure	mg/l	3	0,030	0,024	0,022	0,025	0,5	-
Chrome	mg/l	3	0,022	0,020	0,021	0,021	2	-
Fe	mg/l	3	20,000	30,000	20,000	23,300	-	-
Aluminium	mg/l	3	20,000	10,000	0,170	15,67	2	0,2
Manganèse	mg/l	3	0,010	0,010	0,004	0,008	-	-
Cuivre libre	mg/l	3	2,250	3,600	0,900	2,25	5	-
Cuivre total	mg/l	3	2,150	3,600	0,880	2,21	10	-
Cuivre	mg/l	3	0,100	0,000	0,020	0,04	2	-

- Cadmium, Arsenic et Plomb des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

La valeur des métaux lourds comme le Cadmium, Arsenic et Plomb montre une pollution métallique et leur valeur ou concentration sont respectivement dans les différents milieux, les

valeurs du Cadmium sont variées entre de 0,090 mg/l à 0,110 mg/l. les valeurs d'Arsenic sont variées entre de 1,460 mg/l à 1,310 mg/l. et aussi les valeurs du Plomb sont variées entre de 0,960 mg/l à 0,900 mg/l.

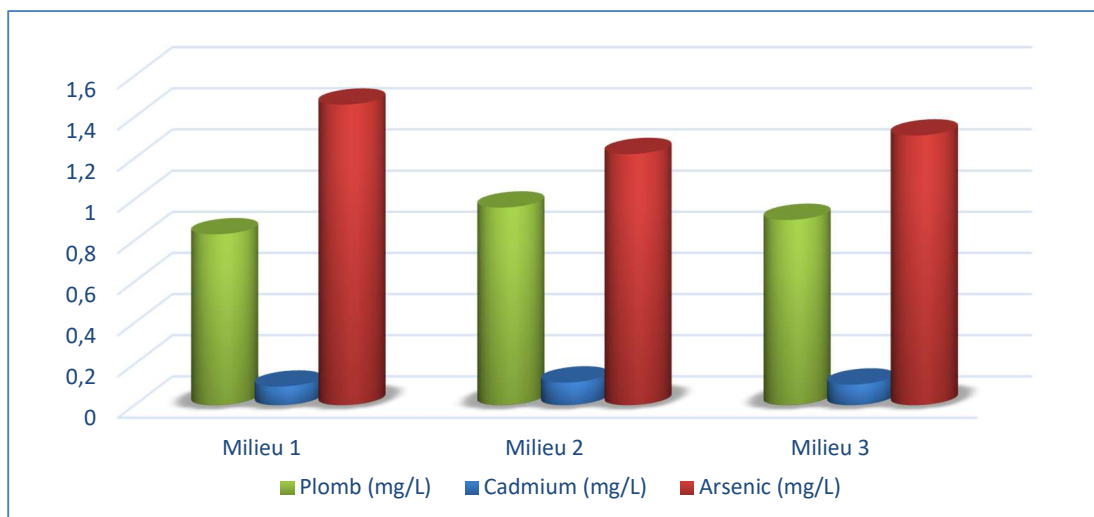


Figure 38 : Variation du Cadmium, Arsenic et Plomb des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

- Cyanure et Chrome des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Les valeurs relevées en Cyanure restent instables dans les trois milieux et varient entre 0,022mg/l à 0,030mg/l. Comme le Chrome restent instables et varient entre 0,020mg/l à 0,022mg/l.

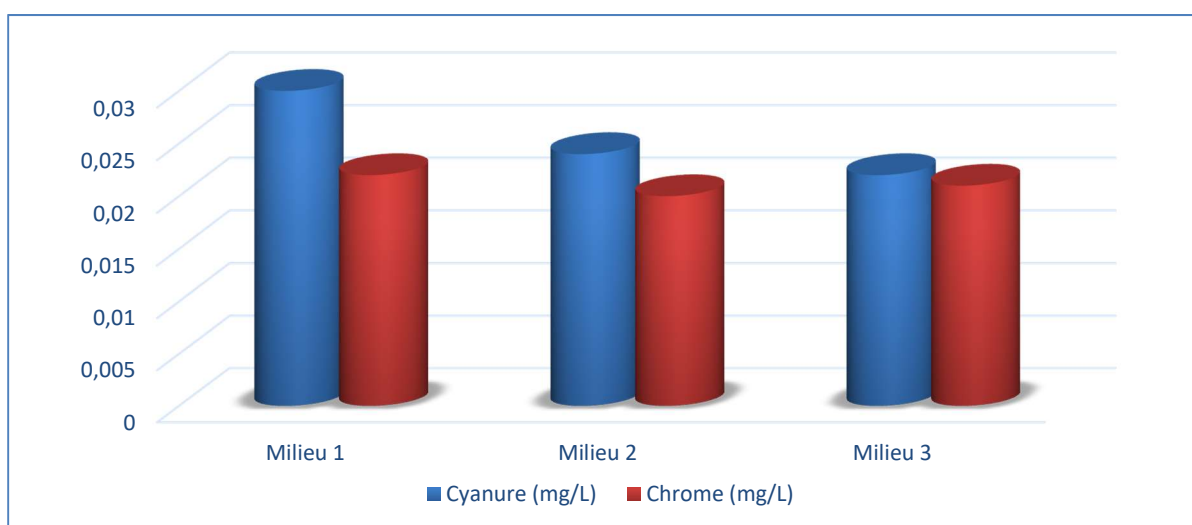


Figure 39 : Variation du Cyanure et Chrome des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

- Fer, Aluminium et Manganèse des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

La concentration de Fer présente dans les lixiviats des déchets de l'hôpital de l'amitié plus élevé pendant la période d'analyse. Les valeurs varient entre 20mg/l à 30mg/l avec une concentration moyenne de 23,3mg/l. De même pour l'Aluminium, une variation considérable enregistrée au cours de la période de l'analyse entre 0,17mg/l à 20mg/l ; avec une valeur moyenne de 15,67mg/l. Concernant le Manganèse, les valeurs varient entre de 0,004mg/l à 0,01mg/l, avec une moyenne de 0,008mg/l.

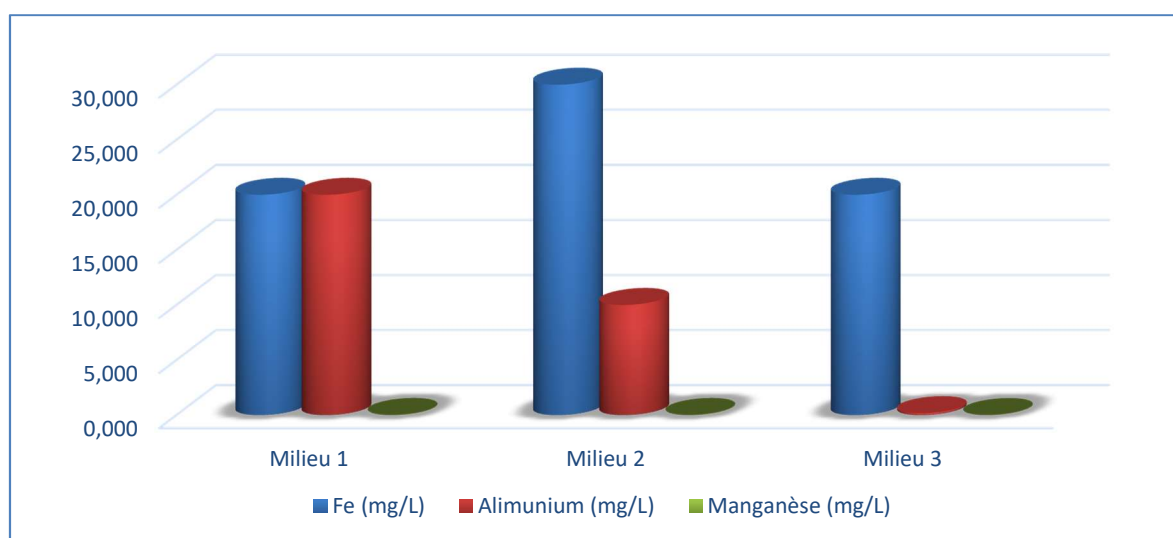


Figure 40 : Variation du Fer, Aluminium et Manganèse des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

- Le Cuivre libre, Cuivre total et Cuivre des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Les valeurs relevées en Cuivre libre restent instables dans la période d'analyse et varient entre 0,9mg/l à 3,6mg/l avec une valeur moyenne de 2,25mg/l. Comme le Cuivre total restent instables dans la période d'analyse et varient entre 0,88mg/l à 3,6mg/l avec une valeur moyenne de 2,21mg/l. Le Cuivre varie entre 0,00mg/l à 0,1mg/l avec une valeur moyenne de 0,04mg/l.

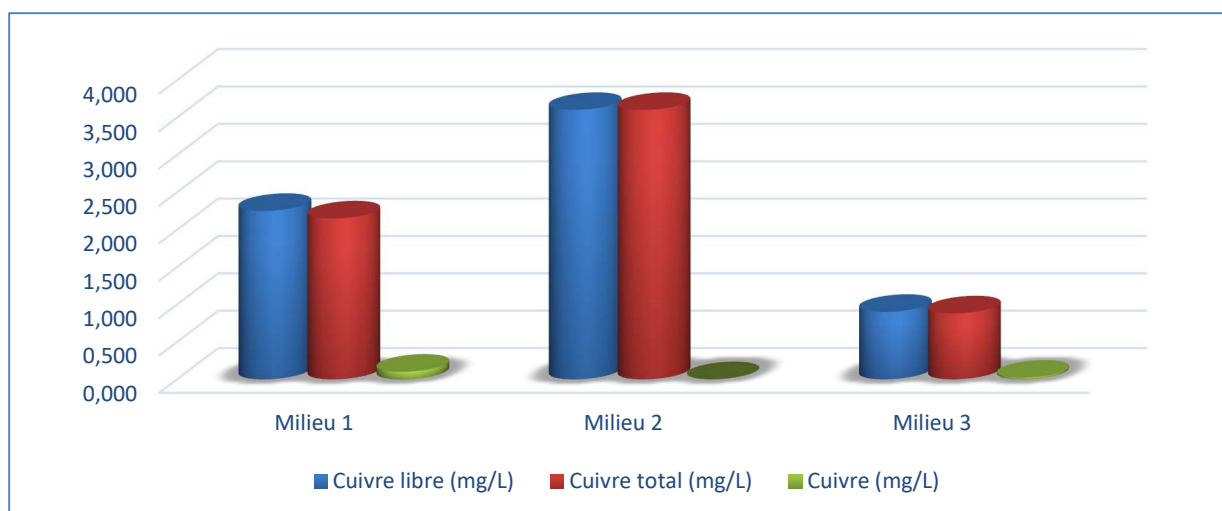


Figure 41 : Variation du Cuivre libre, Cuivre total et Cuivre des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

4.3. Résultats des microbiologies des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Les résultats de l'analyse microbiologique portant sur la présence des coliformes fécaux et streptocoques fécaux dans les lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott sont présents dans le tableau suivant.

Tableau 32 : Les résultats des microbiologies des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Paramètres	Unité	Nombre des milieux	Milieu 1	Milieu 2	Milieu 3	Moyenne
Coli.totaux	nombre/100ml	3	$8,1 \times 10^7$	$5,61 \times 10^7$	$4,62 \times 10^7$	$6,11 \times 10^7$
Coli. Fécaux (E. coli)	nombre/100ml	3	$7,8 \times 10^7$	$5,11 \times 10^7$	$4,91 \times 10^7$	$5,94 \times 10^7$
Strepto. Fécaux (Entérocoques)	nombre/100ml	3	$0,51 \times 10^7$	$0,91 \times 10^7$	$0,49 \times 10^7$	$0,64 \times 10^7$

Du point de vue microbiologique, la valeur moyenne relevée au niveau de ce rejet en CT est de $6,11 \times 10^7$ UFC/100ml ; CF est de $5,94 \times 10^7$ UFC/100ml (UFC : unité format colonie) et en SF est de $0,64 \times 10^7$ UFC/100ml.

4.4. Discussion des résultats des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Les résultats des valeurs des différents paramètres dans le lixiviat obtenu dans la présente étude avec les trois milieux (eau potable, eau distillée et eau distillée alcoolisée) sont discutés en comparant avec d'autres études sur les déchets liquides, la norme Maroc et OMS.

L'analyse des paramètres physico-chimiques a varié dans les différents échantillons testés. Au cours de l'étude, la présence de certains éléments chimiques a été détectée à des niveaux variables.

La variation du pH n'a pas dépassé une limite dans les différents lixiviats (de 6,7 à 6,88) (Tableau 30). Les valeurs de pH mesurées dans différents lixiviats sont dans la fourchette de la réglementation Marocaine (5,5-9,5) et de la norme OMS (6,5-8,5). Ces valeurs de pH sont inférieures à celles trouvées par (Kasuku, et al., 2016) et par (Souhaila, 2011).

La température du milieu 3 (24,5°C), qui correspond au lixiviat traité avec le milieu contenant de l'eau distillée alcoolique, avait une température plus basse que les deux autres échantillons de lixiviat traités avec de l'eau potable et de l'eau distillée. Les résultats de la température (Tableau 30) varie entre 24,50°C à 27,60°C, ces résultats sont inférieurs à la réglementation Marocaine (30°C) et OMS (30°C). Ces valeurs de la température sont similaires à celles trouvées par (Kasuku, et al., 2016).

Les valeurs de conductivité et de turbidité sont exposées dans (Tableau 30). La conductivité est élevée pour trois milieux (5340, 5820 et 3550µS/cm), nos résultats supérieurs largement à la réglementation Marocaine (2700µS/cm). Ce paramètre permet également d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau souterraine (Rodier, 1996). Nos résultats sont supérieurs à la valeur détectée par (Kasuku, et al., 2016).

Les valeurs de turbidité (Tableau 30) sont plus élevées dans le troisième milieu que dans le premier et le second. La turbidité variait de 243 à 534 NTU.

Les valeurs de MES (Tableau 30) obtenues dans l'étude sont supérieures à la réglementation Marocaine (100mg/l) et à la norme de l'OMS (<20mg/l). Dans notre étude, les valeurs de MES variaient entre 600mg/l et 1000mg/l. Le milieu 1 est le plus chargé en MES (1000 mg/L). Le résultat de Milieu 1 est supérieur au résultat trouvé par (Shaker et al. 2011) et pour les Milieu 2 et 3 étaient inférieurs à ceux trouvés par (Shaker, et al., 2011). Leurs effets sur les caractéristiques physico-chimiques de l'eau sont très néfastes (modification de la turbidité des eaux, réduction de la pénétration de la lumière mettant en péril photosynthèse)(El Gouamri, et al., 2006).

La matière sèche comprend à la fois les MES et les sels dissous après séchage de l'échantillon à 105°C pendant 24 h. Composée des matières minérales (MM) et de matières organiques appelées matière volatiles sèche MVS obtenues après calcination à 550°C en réduisant les matières minérales restant, ces paramètres permettent de suivre la stabilité de la boue présente dans les eaux usées. Ainsi pour une valeur moyenne en MS de 14g/Kg et MV de 4,81%.

Les valeurs de DCO (Tableau 30) varient entre 49,28mg/l à 55,04mg/l, ces résultats inférieurs à la réglementation Marocaine (500mg/l) et la norme de l'OMS (<90mg/l). Les valeurs DBO5 des lixiviats varient entre 106,00mg/l à 142,00mg/l, ces résultats supérieurs à la réglementation Marocaine (100mg/l) et la norme de l'OMS (<30mg/l). Les valeurs de DCO sont inférieures à celles détectées par (AFSSA, 2004)(Kasuku, et al., 2016) et par (Madinzi, et al., 2014). Les valeurs de DBO5 sont supérieures aux valeurs détectées par (Kasuku, et al., 2016).

Pour une meilleure appréciation du degré de pollution de ces déchets étudiés, le calcul des rapports DCO/DBO5, DBO5/DCO et MES/DBO5 présente des intérêts très importants afin d'optimiser les paramètres physico-chimiques de ces déchets afin de proposer un mode de traitement convenable.

La valeur de DCO/DBO5 (Tableau 30) (Milieu 1 : 0,435, Milieu 2 : 0,519 et Milieu 3 : 0,347) sont situées dans les limites des normes établies. Nos résultats sont inférieurs de la valeur détectée par (Madinzi, et al., 2014). Le rapport DBO5/DCO (Milieu 1 : 2,297, Milieu 2 : 1,926 et Milieu 3 : 2,881), qui donne des indications très intéressantes sur l'origine de la pollution d'une eau usée et les possibilités de son traitement. Dans notre étude, les DBO5/DCO sont supérieures à la norme OMS des déchets domestiques et aussi supérieures à la valeur détectée par (Kasuku, et al., 2016). Le rapport MES/DBO5 a des valeurs allant de 4,23 à 8,2. Ce rapport donne également une idée de la charge de rejet de matières organiques biodégradables dans le total des solides en suspension.

L'azote (Tableau 30) présent dans le lixiviat de déchet solide de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott analysé peut avoir un caractère organique ou minéral. Les valeurs en azote ammoniacal (NH_4^+) varient entre 0,31mg/l et 65mg/l, la valeur moyenne (28,44mg/l) est supérieure à la norme de l'OMS (<0,5mg/l). Les ions ammonium proviennent de la dégradation des protéines animales (cycle de l'azote), des déchets domestiques et de ruissellement urbain (Udert, et al., 2003)(Bonté, et al., 2008).

Les valeurs de nitrite et de nitrate sont décrites dans le (Tableau 30). La valeur de nitrite dans le milieu 1 est inférieure aux limites de la norme de l'OMS (1mg/L); cependant, pour les milieux 2 et 3, elles sont supérieures aux limites de la norme de l'OMS (1mg/L). Les valeurs de nitrate pour l'ensemble des trois milieux sont supérieures largement à la norme de l'OMS (1mg/L). Une augmentation du nitrite a été observée dans les trois milieux, contrairement au nitrate un ordre décroissant a été observé. Les valeurs de nitrate dans les trois milieux sont plus élevées que celles détectées par (Kasuku, et al., 2016).

Les valeurs du phosphate (Tableau 30) varient entre 25mg/là 45mg/l, avec une valeur moyenne de 33,33mg/l, la valeur moyenne du phosphate est dépassée la norme de rejet d'OMS (<2mg/l). Les valeurs enregistrées en orthophosphates (Tableau 30) présentent de variations considérables au cours de prélèvement effectué. Les valeurs enregistrées varient entre 22,5mg/là 33,75mg/l, avec une valeur moyenne de 25mg/l. Les valeurs d'Orthophosphate pour l'ensemble des trois milieux sont supérieures largement à la norme de l'OMS (2mg/l).

Pour le phosphore (Tableau 30), les valeurs variaient de 8,25 à 14,85mg/l, mais restaient inférieure à la réglementation Marocaine (15mg/l), cependant pour le milieu 3 (14,85mg/l), la valeur était proche à la réglementation Marocaine. Les valeurs en phosphore sont supérieures à ceux détectées par (Belghyti, et al., 2009) et par (Aguemon, et al., 2014).

Les valeurs du sulfate (Tableau 30) (Milieu 1 : 1000, Milieu 2 : 2000 et Milieu 3 : 1000) sont supérieures largement à la réglementation Marocaine (600mg/l), avec une valeur plus élevée obtenue en milieu 2 (2000 mg/l) qui est le double de celles obtenues en milieu 1 et 3 (1000 mg/l). La valeur de sulfate du milieu 2 sont supérieurs à ceux obtenus par (Kasuku, et al., 2016); cependant, concernant les milieux 1 et 3, sont inférieurs à ceux obtenus par (Kasuku, et al., 2016). L'analyse de lixiviat du déchet solide de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott présente une valeur moyenne du silica (Tableau 30) afin de l'ensemble des échantillons effectués, une variation entre 200mg/l et 750mg/l. Les valeurs enregistrées du chlore varient entre 0,04mg/là 0,2mg/l, Le milieu 2(0,2mg/l) est le plus élevé que les autres milieux 1 et 3. La valeur du milieu 2 très proche de à la réglementation Marocaine (0,2mg/l). Mais les autres milieux 1 et 3 sont inférieure à la réglementation Marocaine. La concentration de Calcium (Ca^{2+}) est très élevée dans le lixiviat du déchet solides due à la décomposition ou la présence de produits qui contient du calcium (Exemple : sang, dent...). Les valeurs relevées du Magnésium (Mg^{2+}) sont très élevées. La concentration de chlorure (Cl^-) est très élevé c'est une indication de la présence de sels (chlorure de sodium) dans le lixiviat des déchets solides hospitaliers surtout du sérum salé avec une valeur du Bicarbonate très élevé. L'augmentation des valeurs (Calcium (Ca^{2+}), Magnésium (Mg^{2+}), chlorure (Cl^-) et Bicarbonate) peut faire une pollution des eaux souterraines par filtration.

Les éléments métalliques, l'analyse des lixiviats des déchets solides de l'hôpital a révélé une présence à de très faibles concentrations.

L'arsenic (Tableau 31) présent une variabilité très importante avec des valeurs comprises entre 1,22mg/l à 1,46 mg/l. sont valeurs très élevé et supérieures à la règlementation Marocaine (0,1mg/l).

Le Cadmium, Plomb, Cyanure et Chrome (Tableau 31), sont les résultats restent inférieure à la réglementation Marocaine (0,25mg/l, 1mg/l, 0,5mg/l et 2mg/l).

Pour cuivre total, Cuivre libre et Cuivre (Tableau 31), ils sont présents des valeurs considérables, les résultats restent inférieurs à la réglementation Marocaine (10mg/l, 5mg/l 2mg/l).

Les valeurs du Fer, Aluminium et Manganèse (Tableau 31) sont présentent une variation non négligeable au cours de la période de notre étude. Les valeurs du Fer varient entre 0,01mg/L et 0,360mg/l, ces valeurs restent inférieures à la réglementation Marocaine. Les valeurs d'Aluminium varient entre 0,0mg/l et 0,05mg/l, sont valeurs inférieures à la réglementation Marocaine. Les valeurs du Manganèse (Milieu 1 : 0,01, Milieu 2 : 0,01 et Milieu 3 : 0,004) sont inférieures à la réglementation Marocaine (2mg/l).

Les résultats des microbiologiques (Tableau 32) obtenue afin de lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott sont polluées. La valeur moyenne relevée au niveau de ce rejet en CT est de $6,11 \times 10^7$ UFC/100ml ; CF est de $5,94 \times 10^7$ UFC/100ml et en SF est de $0,64 \times 10^7$ UFC/100ml (UFC : unité format colonie). Ces résultats dépassent la norme de rejet.

4.5.Evaluation de l'impact du lixiviat des déchets solides sur les eaux

Le site de la décharge de la ville de Nouakchott est un site perméable (perméabilité de fissure), le site de décharge existe sur La nappe phréatique du Trarza, il s'agit de grands décharges (trous dans le sol), absence d'un système de drainage, les lixiviats générés s'infiltreront à travers le sous-sol pour atteindre la nappe.

La nappe phréatique du Trarza est située au Nord du bassin sénégal-mauritanien, dans le Sud-ouest de la Mauritanie. Elle est limitée à l'Ouest par l'Océan Atlantique, au Sud par le fleuve Sénégal, au Nord et à l'Est par les formations métamorphiques de la chaîne des Mauritanides. Elle couvre une superficie d'environ 40 000 km². Le bassin est formé de couches calcaires marines crétacées surmontées des sédiments détritiques du Continental Terminal (CT) et du Quaternaire dont l'épaisseur moyenne est de 80 m, pouvant atteindre 150 m vers sa limite Nord-est. Cette nappe a assuré jusqu'en 2022 l'alimentation en eau potable de la capitale, Nouakchott, à partir du grand champ captant d'Idini et elle alimente toujours les villes et villages de la région du Trarza et d'une partie de la région du Brakna. L'aquifère du Continental Terminal (CT) constitue l'unité hydrogéologique la plus étendue et la plus facilement exploitable de tout le bassin sénégal-mauritanien. Le climat de la région (Nappe du Trarza) est de type sahélien avec deux saisons distinctes, une longue saison sèche et une courte saison humide de quatre mois, de juin à septembre. La moyenne annuelle des pluies

calculée sur la période 1934–2011 diminue du Sud au Nord de la zone d'étude de 250 à 150 mm environ.

Selon notre étude, L'analyse physico-chimique des déchets solides immergés dans l'eau potable et l'analyse de l'eau potable elle-même et leur comparaison avec les normes d'eau potable de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) montrent qu'il y a une augmentation significative de la plupart des éléments, ce qui conduit à la pollution de cette eau, ce qui entraîne inévitablement la pollution de la source de cette eau (Tableau 33).

L'analyse physico-chimique des déchets solides immergés dans l'eau distillée et l'eau distillée alcoolisée montre qu'il y a une augmentation significative de la plupart des éléments, ce qui conduit à la pollution de cette eau (Tableau 33).

L'impact des déchets médicaux solides sur les solutions d'eau existe, elle est considérée comme une pollution majeure et dangereuse, car cette eau devient impropre à la consommation humaine ou à tout autre usage, l'inclusion de ces déchets dans le sol est un facteur majeur de pollution des sols et la source de cette eau. Selon les analyses physico-chimiques des lixiviats des milieux (milieu 1, milieu 2 et milieu 3) révèlent une pollution stable dans les différents milieux.

Tableau 33 : les effets des déchets solides sure différents milieux

Paramètres	Unité	Eau potable	Milieu 1	Eau distillée	Milieu 2	Eau distillée alcoolisée	Milieu 3	Norme de l'OMS de l'eau potable
pH		7,32	6,74	8,14	6,88	5,48	6,70	6,5-8,5
Température	°C	25	27,60	23,5	27,20	23,8	24,50	≤30
Conductivité	μS/cm	129	5340,00	0,53	5820,00	0,53	3550,00	≤1000
Turbidité	NTU	0,86	416,00	1,28	234,00	1,39	534,00	≤5
MES	mg/l	0	1000,00	0	600,00	0	600,00	0
DCO	mg/l	0,32	53,12	041	55,04	0,46	49,28	5-7
Ammoniaque	mg/l	0,04	20,00	0,32	65,00	0,12	0,310	≤0,5
Nitrite	mg/l	0	0,91	0,00	25,00	0,00	45,00	≤0,2
Nitrate	mg/l	0,42	210,00	0,33	200,00	0,29	110,00	≤50
Sulfate	mg/l	20	1000,00	0,00	2000,00	0,00	1000,00	≤250
Chlore	mg/l	0,37	0,100	0,02	0,20	0,08	0,04	≤0,1
Aluminium	mg/l	0,06	20,00	0,00	10,00	0,01	0,17	0,1- 0,2
TH	°F	4,4	16600,00	1,8	4600,00	1,6	9700,00	10 -30
Calcium	mg/l	12,02	4410,00	6,4	2005,00	4	2405,00	≤270
Magnésium	mg/l	3,40	12190,00	0,49	2595,00	1,46	7295,00	≤50
Chlorure	mg/l	14,20	8860,00	35,5	14180,00	39,05	14180,00	≤200
Bicarbonate	mg/l	42,7	18300,00	54,9	33550,00	61	33550,00	≤400
TA	°F	0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1-35
TAC	°F	3,5	3000,00	3,6	5500,00	4	5500,00	1-35

- Milieu 1 : Les déchets solides hospitaliers immergés dans l'eau potable
- Milieu 2 : Les déchets solides hospitaliers immergés dans l'eau distillée
- Milieu 3 : Les déchets solides hospitaliers immergés dans l'eau distillée alcoolisée

4.6.Conclusion des résultats des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Les résultats des analyses de lixiviat des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott, ont montré que les déchets solides présentent un taux élevé de pollution aussi bien physicochimique et bactériologique ; en effet les résultats des analyses ont dépassé les seuils fixés par les normes, et pourraient avoir un effet néfaste sur la santé de la population de la région d'étude, et de son environnement direct. Aussi, la valeur moyenne de DBO5 (106 mg/l) classe les rejets de l'hôpital selon les normes en vigueur (Grille de qualité) dans la

catégorie de mauvaise qualité. Ce qui impose le traitement de ces déchets solides avant leur rejet dans le milieu naturel.

**PARTIE III : PROPOSITION D'UN PLAN
D'ACTION ET DE GESTION DES
TRAITEMENTS DES DECHETS (PAG)**

I. Introduction

Les déchets biomédicaux constituent un problème de santé publique et d'environnement, la présence des déchets est liée aux activités de soins qui génèrent une quantité croissante des déchets hospitaliers. Parmi ces déchets, on compte les déchets médicaux pharmaceutiques produits par les formations sanitaires. Il existe plusieurs voies d'élimination des déchets.

II. Evaluation des déchets médicaux et pharmaceutiques liquides et solides au sein des structures sanitaires en Mauritanie

1. Etat actuel de gestion des déchets liquides à la région de Nouakchott

Selon notre étude sur le terrain et les concentrations avec le responsable d'hygiène public, ont permis de constater que le personnel de l'établissement manque d'informations et sensibilisation quant aux différents aspects de gestion des déchets liquides et solides en milieu hospitalier.

Bien qu'il existe plusieurs des déchets liquides au niveau de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott (Déchet Biologique, Déchet chimique, Déchet blanchisserie et Déchet de sortie globale), l'ensemble sont évacué au final dans le réseau interne de l'hôpital et rejetées dans le milieu naturel sans traitement. Et aussi les déchets solides sans triage à la source et pas de gestion claire jusqu'à l'élimination.

2. Estimation de la production des déchets liquides

Selon notre étude et enquête au sein de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott et les autres hôpitaux aucun estimation de production des déchets et consommation d'eau par jour.

2.1. Estimation des productions les plus consommées communément au niveau d'un établissement de soin

Selon notre étude et enquête au sein de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott, Les principaux constats sont comme suite :

- L'utilisation des différents produits pour le nettoyage ne sont pas contrôler ;
- L'utilisation de l'eau et différencier d'un service à l'autre.
- Aucun dispositif de désinfection ou de filtration n'est mis en place dans les services à risque de consommation ;

- A l'exception des déchets hospitaliers radioactifs, l'ensemble des rejets liquides hospitaliers issus des services médico-techniques sont rejetés au même titre que les déchets domestiques.

III. Analyse des risques sur l'implantation des ouvrages de prétraitement

L'analyse des risques est une étape indispensable pour l'élaboration d'un plan d'action. Les objectifs que pourrait se fixer une organisation de gestion des risques sont généralement (Rubrique Etudes, 2003):

Au niveau de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott, l'analyse des dangers est appliquée à l'intérieur de l'hôpital au niveau des services : Service de chirurgie, Service de médecine interne, Service de pédiatrie, Service de gynéco-obstétrique, Service des urgences, Service ORL, Service d'ophtalmologie, Service d'anesthésie, Service de réanimation, Service d'hémodialyse, Service de consultation externe et le laboratoire des analyses médicales.

Et à l'intérieure de l'hôpital il y a de station de la réception des flux des déchets. Dans le cadre de cette étude jusqu'au déversement dans le milieu naturel, dans cette station nous proposons le traitement des déchets. Cette analyse permettra de :

- Prévenir et ainsi empêcher que l'événement non voulu ne se produise ;
- Planifier les moyens à mobiliser dans le cas où la prévention n'est pas possible ;
- Garantir un prétraitement des déchets médicaux et pharmaceutiques liquides efficace et efficient ;
- Neutraliser le risque infectieux au plus près de la production des déchets liquides ;
- Assure une autonomie de l'établissement ;
- Facilite la mise en œuvre technique ;
- Harmoniser la durée de fonctionnement adaptés à la production ;
- Eviter le transport de déchet à risques infectieux sur la voie publique ;
- Planifier la réception des déchets médicaux et pharmaceutiques liquides diffus et les voies de traitement.

L'analyse des risques et proposition des mesures de prévention à l'intérieur de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott dans (annexe 2 et 3).

1. Situation de l'assainissement de la ville de Nouakchott

En effet, l'infrastructure d'assainissement collectif existante à Nouakchott se limite à un réseau d'un linéaire de moins de 70 km, une station d'épuration et quatre stations de pompage concentrées dans une partie du centre-ville et desservant moins de 5% des ménages de la capitale. Le niveau de capacité d'assainissement de la ville de Nouakchott est extrêmement faible puisque seulement 2,5% des eaux usées sont épurées en station en 2012 (MHA, 2012). Dans la ville de Nouakchott, Il n'y a pas d'établissement spécialiste pour le traitement des déchets médicaux et pharmaceutiques.

L'analyse de la situation de l'hôpital de l'amitié dans le tissu urbain a montré que la ville de Nouakchott est dotée d'une station d'épuration qui réutilise les eaux usées traitées. Cette station d'épuration est située à Nouakchott l'ouest de la ville de Nouakchott.

2. Proposition des modalités de gestion et de traitement des déchets liquides au sein des structures sanitaires en Mauritanie

Les déchets liquides hospitaliers ont une qualité proche des eaux usées domestiques avec un volume supérieur. Des liquides spécifiques représentant un risque infectieux ou toxique y sont dilués. Les déchets liquides classiques sont éliminés dans le réseau urbain, les rejets spéciaux sont traités séparément. Caractérisation des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott dans le tableau suivant.

Tableau 34 : Synthèse des résultats de la caractérisation physico-chimique et bactériologique de déchet liquide de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Paramètres	Unité	Valeur moyenne	Nombre d'échantillon
pH	-	7,95	10
T	°C	29,52	10
Conductivité	µS/cm	1547,89	10
Turbidité	NTU	6,16	10
MES	mg/l	500	10
MV	%	24,67	10
MS	g/Kg	64,6	10
DCO	mg/l	263,53	10
DBO5	mg/l	612,32	10
DBO5/DCO	-	2,336	10
DCO/DBO5	-	1,223	10
MES/DBO5	-	2,456	10
Ammoniaque	mg/l	0,143	10
Azote	mg/l	0,12	10
Nitrite	mg/l	0,19	10
Nitrate	mg/l	1,18	10
Phosphate	mg/l	8,32	10
Orthophosphate	mg/l	6,24	10
Phosphore	mg/l	2,75	10
Sulfate	mg/l	12,7	10
Chlore	mg/l	0,18	10
Silica	mg/l	5,08	10
TH	°F	270,1	10
Ca²⁺	mg/l	101,32	10
Mg²⁺	mg/l	36,92	10
Cl⁻	mg/l	1160,5	10
Bicarbonate	mg/l	1115,67	10
TA	mg/l	0,0	10
TAC	mg/l	105,87	10
Cadmium	mg/l	<LD	10
Arsenic	mg/l	0,0041	10
Plomb	mg/l	0,0033	10
Cyanure	mg/l	0,000043	10
Chrome	mg/l	0,00003	10
Cuivre libre	mg/l	0,18	10
Cuivre total	mg/l	0,216	10
Cuivre mg/l	mg/l	0,036	10
Fer	mg/l	0,107	10
Aluminium	mg/l	0,017	10
Manganèse	mg/l	0,002	10
Coli.totaux	nombre/100ml	5,21 x 10 ⁷	10
Coli. Fécaux (E. coli)	nombre/100ml	4,341 x 10 ⁷	10
Strepto. Fécaux (Entérocoques)	nombre/100ml	0,315 x 10 ⁷	10

2.1.Procédé de prétraitement proposé pour les déchets des structures sanitaires en Mauritanie

Selon les résultats de notre étude, le procédé proposé a pour principal objectif la minimisation le risque de communication et réduisant le passage le risque de contamination des micropolluants, plus spécialement, les composés pharmaceutiques et les micropolluants pathogènes. Le procédé de prétraitement proposé sur un système de traitement primaire avec désinfection par ozonation avec un Co-traitement des déchets dans la station dans l'hôpital de l'amitié de Nouakchott.

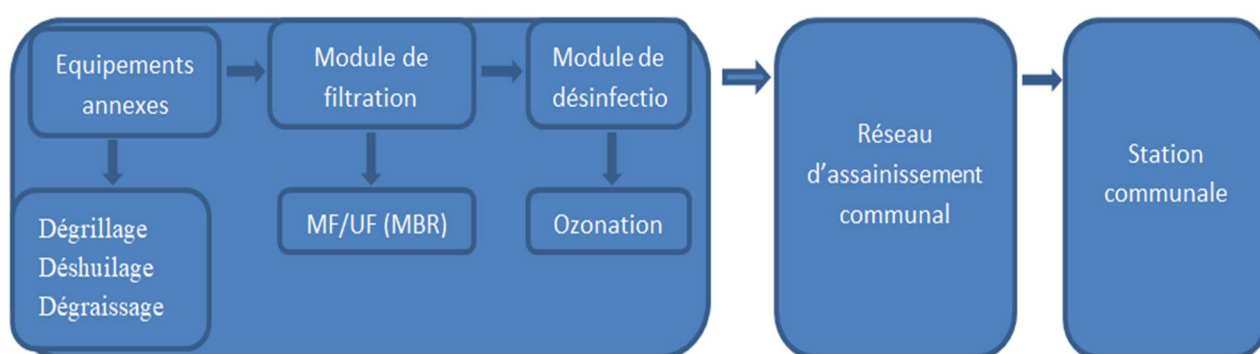


Figure 42 : schéma de prétraitement proposé.

Les caractéristiques du déchet d'entrée à la station interne l'hôpital sont reportées dans le tableau suivant.

Tableau 35 : Caractéristiques du déchet liquide de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott

Paramètre	Unité	Nombre d'échantillon	Valeurs moyenne
MES	mg/l	10	500
DCO	mg/l	10	263,53
DBO5	mg/l	10	612,32
Coli.totaux	nombre/100ml	10	5,21 x 10 ⁷
Coli. Fécaux (E. coli)	nombre/100ml	10	4,341 x 10 ⁷
Strepto. Fécaux (Entérocoques)	nombre/100ml	10	0,315 x 10 ⁷

Les déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott génèrent une charge polluante en DBO5 de 612,32 mg/l.

Pour le module de désinfection, l'ozone réagit rapidement avec les microorganismes. Il est capable de déduire les principaux organismes pathogènes rencontrés. Malgré la dispersion des valeurs due à la variation des conditions expérimentales et des méthodes de dénombrement utilisées, il apparait que :

- Les micro-organismes les plus résistants sont les protozoaires tels que les kystes Naegleria et cryptosporidium qui impliquent des doses plus de 100 fois supérieures à ceux nécessaires pour la bactérie Coli. Fécaux (E. coli);
- Une dose égale à 2 mg `min `L-1 est suffisante pour détruire à 99% les bactéries, les virus et l'ensemble des kystes de Giardia (Clin, 1999).

L'emplacement proposé pour la mise en place des ouvrages des prétraitements compacts est d'une superficie de plus de 300m². Elle est située de coté de sortie globale des déchets de l'hôpital de l'amitié et une unité de prétraitement des déchets médicaux et pharmaceutiques solides de la ville de Nouakchott. L'endroit proposé est stratégique. Il est à la fois éloigné des locaux médicaux, proche de l'unité de traitement des déchets médicaux et pharmaceutiques pour l'évacuation direct des rejets solides et à 50m du point de raccordement au réseau d'assainissement communal.

2.2.Proposition des ouvrages de prétraitement des structures sanitaires en Mauritanie

Les ouvrages des modules de prétraitement compacts proposés dans le présent travail sont à titre indicatif uniquement. Une étude de faisabilité technico-économique détaillée doit compléter le présent plan d'action.

Tableau 36 : Des ouvrages de prétraitement des structures sanitaires en Mauritanie

Module	Caractéristiques
Module de prétraitement : Station Compact de prétraitement pour MBR	➤ Dégrillage ➤ Déshuilage ➤ Dessablage ➤ Soulèvement, compactage et lavage des matériaux de dégrillage et des sables
Module de filtration : bioréacteur à à membrane (MBR)	Un bioréacteur à membrane est un processus biologique qui combine secondaire et tertiaire traitement en utilisant une membrane processus de filtration. Surface occupée= 25m²
Module de désinfection : Désinfection par ozonation	➤ Unité de commande centralisée ➤ Production d'ozone ➤ Cuve de contact ➤ Système d'extraction ➤ Mélange de l'ozone ➤ Destruction de l'ozone résiduel ➤ Contrôle de l'air ambiant

2.3. Proposition du plan de suivi et de contrôle de la qualité des déchets des structures sanitaires en Mauritanie

Les modalités de surveillance doivent être définies en fonction des caractéristiques physiques et des activités de l'établissement de soin.

Selon (GRAIE., 2016), les mesures d'analyses préconisées pour le cas de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott sont comme. Dans la plupart des cas la fréquence du bilan analytique est entre 1 et 4 fois/an en coordonnant les analyses avec ceux appliquées à l'usine qui traite le déchet en question. Cette fréquence peut être réduite au fil des années en fonction des résultats du suivi.

Tableau 37 : Proposition un planning de suivi analytique des déchets des structures sanitaires en Mauritanie

Mesures	Point d'échantillonnage
Mesures journalières	
➤ Débit	Entrée/ sortie de la station de prétraitement
➤ Ph	
➤ Conductivité	
➤ Température	
Bilan de 24h (1 à 4 fois/an)	Point de raccordement du réseau interne à de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott et le réseau public
➤ Débit	
➤ DBO5	
➤ DCO	
➤ MES	
➤ Chlorure	
➤ Azote total	
➤ NTK	
➤ Phosphore total	
➤ Métaux lourds	
Agent de surfaces cationiques, anioniques et non ioniques	
➤ AOX	
➤ Germes pathogènes	
➤ Test d'écotoxicité sur daphnie	

2.4. Conclusion

L'hôpital de l'amitié de Nouakchott concentre les activités de soin, de diagnostic et de traitement des patients. Il est donc logiquement une source de déchet notable de pollution hydrique qu'il faut gérer à la source. La caractérisation des déchets a révélé de nos

conformités pour l'ensemble des prélèvements qui sont non conformes aux valeurs limites de déchet domestiques ce qui nécessite une prise en charge avant rejet dans le réseau public ou milieu naturelle avec remise des pratiques de gestion et de traitement en question. Après analyse la situation actuelle de la gestion globale des déchets médicaux et pharmaceutiques au sein de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott, le plan d'action propose les actions suivantes :

- Tri à l'amont des déchets médicaux et pharmaceutiques liquide à risque en suivant les modes de gestion de traitement par typologie des déchets médicaux et pharmaceutiques liquides et solides (Annexe) ;
- Il est donc indispensable de veiller à ce que les déchets biologiques soient éliminés adéquatement. De ce fait une procédure de distinction préalable doit être intégrer dans les protocoles d'analyses pour séparer les déchets médicaux et pharmaceutiques liquides qui ont la particularité d'être collectés dans des futs (déchet constitué de solvants organiques ou se présentant sous forme aqueuse, pouvant contenir des produits biologiques, toxiques et/ou radionucléides) et des déchets liquides et solides, sans risque, qui peuvent rejoindre les déchets urbains.
- Il est important de désactiver les substances biologiques avant tout autre traitement ou toute manipulation. Il faut aussi choisir la méthode de désactivation en fonction de la nature des agents biologiques et des niveaux de biosécurité. Les réglementations locales ou nationales doivent être respectées. Ensuite, il faut évaluer la compatibilité de la méthode avec d'autres substances présentes dans les automates des analyses médicales.
- Formation et la sensibilisation du personnel médical sur les risques d'une mauvaise gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques liquides et solides sur la santé et l'environnement.

3. Proposition des modalités de gestion et de traitement des déchets solides au sein des structures sanitaires en Mauritanie

Les déchets produits par les établissements de soins sont de deux types :

- Les déchets banals, c'est-à-dire assimilables aux ordures ménagères et éliminés avec celles-ci,
- Les déchets dangereux qui font l'objet d'une réglementation particulière.

Caractérisation du lixiviat des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott dans le tableau 30.

Certains rejets sont conditionnés et éliminés comme des déchets par un circuit spécifique. Tout producteur de déchets en est responsable jusqu'à leur élimination finale. Le processus d'élimination des déchets solides hospitaliers suit des étapes qui méritent d'être explicitent. Pour assumer cette gestion, des mesures d'organisation doivent être prises en considération tout au long des cinq étapes : le tri et le conditionnement, la collecte, le stockage, le transport, le traitement et l'élimination.

3.1. Le tri et conditionnement

Sont une opération qui s'effectue au niveau du site de la production et à travers laquelle chaque catégorie de déchets est mise dans un sac ou conteneur qui lui convient et orientée vers une filière précise. Une grande vigilance doit caractériser les modalités de tri des déchets afin que les déchets à risque ne se mélangent avec les déchets assimilables aux ordures ménagères. Le tri est l'étape la plus importante pour une gestion réussie des déchets de soins médicaux (OMS , 2005).

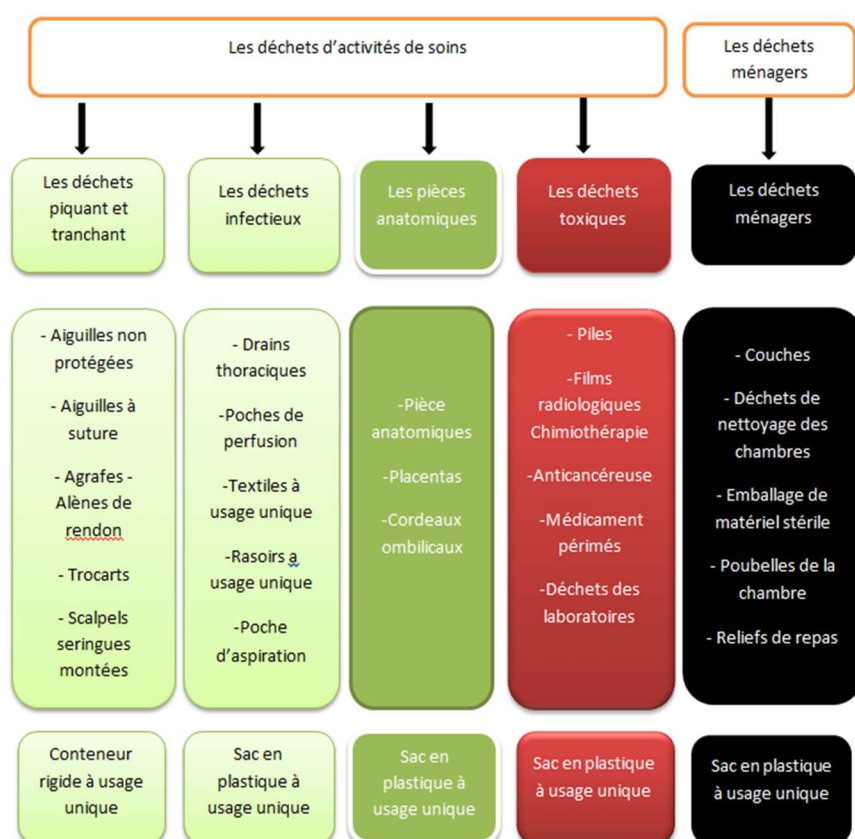


Figure 43 : Le triage des déchets solides selon l'infection.

3.2.La collecte

Les horaires de collecte doivent être fixées par la direction de l'établissement. Les chariots de collecte des déchets doivent être munis de roues, réservés uniquement à cet usage et fabriqués de matériaux facilement lavables. Ils doivent être faciles à charger et à décharger et ne possédant pas des bords tranchants qui risquent d'endommager les sacs en plastique. Les déchets doivent être collectés régulièrement, au minimum une fois par jour. Ils ne doivent pas s'accumuler à l'endroit où ils sont produits. Un programme quotidien et un circuit de collecte doivent être planifiés.

3.3.Le stockage

Dans un établissement, un lieu de stockage central doit être prévu. Ce local doit être d'une capacité de stockage adaptée aux quantités des déchets produits et de la fréquence de leur évacuation et aussi doit être situé aussi loin que possible des bâtiments de l'hôpital. Mais, à proximité des voies d'accès de l'hôpital afin de faciliter la collecte des déchets. Le temps de séjour des déchets dans ces locaux de stockage ne doit pas dépasser 24 heures compte tenu des températures modérées généralement enregistrées au niveau de notre pays.

3.4.Le transport

Le transport s'effectue du site de traitement à l'intérieur ou à l'extérieur de l'hôpital. Les moyens de transport interne à l'établissement peuvent être de plusieurs sortes : brouettes, conteneurs sur roulettes, chariots. Le transport interne doit être planifié pour éviter toute exposition du personnel, des patients et du public.

Si les déchets médicaux doivent être traités hors de site de l'hôpital, doivent être du conditionnement et de l'étiquetage correct des conteneurs à transporter. Le transport des déchets doit toujours être correctement documenté. De plus, les véhicules utilisés pour la collecte de déchets médicaux dangereux/infectieux ne doivent pas être destinés à d'autres utilisations.

3.5.Traitement et élimination

L'objectif principal est de désinfecter les déchets infectieux, de détruire les dispositifs médicaux à usage unique, et en particulier les aiguilles/seringues qui ne doivent pas être

réutilisées, ou tout au moins à les rendre inaccessibles ou stériles avant le recyclage des matières plastiques (OMS , 2005).

Les déchets de soins médicaux dangereux/infectieux peuvent être traités sur site (c'est à dire à l'intérieur même de l'hôpital) ou hors-site (c'est à dire dans un autre établissement ou une unité industrielle spécialisée). Un certain nombre de facteurs locaux doivent être pris en compte avant le choix des options de traitement et d'élimination des déchets d'activités de soins :

- Quantité de déchets produits chaque jour par les établissements des soins ;
- Existence de sites appropriés pour le traitement et l'élimination des déchets ;
- Possibilité de traitement dans des installations centrales ou dans les installations de traitement des déchets d'un hôpital situées à distance raisonnable ;
- Précipitations et profondeur des nappes souterraines (précautions contre l'inondation des fosses d'enfouissement et abri des incinérateurs ou autres installations) ;
- Moyen de transport fiable ;
- Existence d'une législation nationale ;
- Existence d'un plan et d'une politique à l'échelle nationale pour la gestion des déchets d'activités de soins ;
- Existence d'une réglementation de l'environnement, y compris ratification de conventions internationales juridiquement contraignantes ;
- Existence de ressources (humaines, financières, matérielles).

Introduction aux méthodes de traitement, Il n'existe à l'heure actuelle aucun système dépourvu d'inconvénients et le choix final de la meilleure méthode dépend de la situation locale plutôt que d'une politique générale (voir l'annexe 7).

Le tableau ci-dessous propose des estimations qui peuvent être utilisées pour calculer la production de déchets infectieux dans des pays à revenu intermédiaire, tranche inférieure, en l'absence de données locales. Le volume de déchets produits dans un même type d'établissement est très variable et il est vivement recommandé de faire une évaluation des déchets au niveau de l'établissement avant de choisir une technologie de traitement (OMS, 2019).

Tableau 38 : Taux production de déchets infectieux par les établissements de santé

Etablissement	Taux production de déchets infectieux
Hôpital	0,5 kg/lit par jour
Clinique	0,07 kg/patient par jour
Unité de soins de santé de base	0,01 kg/ patient par jour

Exemples : Calcul de la quantité de déchets infectieux et de la capacité de traitement requise

➤ **Hôpital**

Hypothèses : Hôpital de 100 lits ; taux d'occupation des lits (TOL) de 100 % ; durée de cycle de 1 heure, 6 heures de traitement des déchets par jour ; 7 jours de traitement par semaine ; 0,5 kg de déchets infectieux par lit et par jour.

Calcul : $100 \text{ lits} \times (\text{TOL}) \text{ de } 100 \% \times 0,5 \text{ kg/lit/jour} \times 1,2 \text{ (marge de sécurité)} = 60 \text{ kg de déchets infectieux par jour (60 kg/6 heures ouvrables = 10 kg par heure)}$.

Donc cet hôpital a besoin d'une technologie ayant une capacité de traitement minimale de 10 kg par heure.

➤ **Clinique** (établissement de soins primaires - patients en ambulatoire uniquement)

Hypothèses : 10 patients par jour, 0,07 kg de déchets infectieux par patient, stockage maximal des déchets infectieux : 2 jours (48 heures).

Calcul : $10 \text{ patients} \times 0,07 \text{ kg/patient} \times 1,2 \text{ (marge de sécurité)} = 0,84 \text{ kg de déchets infectieux par jour (2 jours de stockage} \times 0,84 \text{ kg par jour} = 1,68 \text{ kg tous les deux jours)}$

Donc cette clinique a besoin d'une technologie ayant une capacité de traitement minimale de 2 kg (tous les deux jours). Pour choisir une technologie de traitement voir (Annexe 7).

4. Conclusion

Les déchets hospitaliers doivent faire l'objet d'une gestion spécifique et rationnelle visant à éviter toute atteinte à la santé de l'homme et à l'environnement. Une gestion des déchets hospitaliers est nécessaire dans les hôpitaux, afin de minimiser le risque de contamination des patients, du personnel soignant et de la communauté en général, par des déchets infectés. La quantité des déchets hospitaliers croît de plus en plus ce qui fait que ça influence négativement sur la santé de l'homme et sur son environnement, malgré les travaux et les efforts consacrés à nos jours sur la gestion des déchets d'activité de soins au niveau des secteurs sanitaires, il ressort que peu d'efforts ont été consentis par les établissements publics de santé pour améliorer cette gestion.

L'incinérateur est considéré comme le moyen le plus efficace pour réduire le volume et la toxicité des déchets en général et les déchets de soins en particulier. Mais les gaz dégagés par l'incinérateur doivent être traités au mieux pour ne pas porter atteinte à la santé humaine et à l'environnement.

Donc une bonne gestion des déchets reste la solution clé à la problématique écologique et économique.

CONCLUSION GENERALE

La présente étude s'est accordée comme but de diagnostiquer la gestion et la proposition des solutions de gestion durable des déchets liquides et solides par les établissements de santé en Nouakchott- Mauritanie.

A ce sujet, une étude bibliographique sur la gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques liquides et solides et leur impact sanitaire et environnement à échelle internationale et nationale, nous a permis de synthétiser les données sur la caractérisation physicochimique, métaux lourds et bactériologique ainsi que les avancées en matière de gestion organisationnelle, juridique, institutionnelle et technique de ces déchets. A l'issue de cette étude bibliographique, une démarche globale d'évaluation qualitative et des déchets médicaux et pharmaceutiques liquides et solides et leur impact sanitaire et environnement pour le cas d'étude a été élaboré.

En premier lieu, l'évaluation quantitative des déchets médicaux et pharmaceutiques produits au niveau de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott et à l'échelle de la région de Nouakchott, en se basant sur la situation des consommations réelles en eau potable et les détergents dans les hôpitaux de Nouakchott, la capacité laitières des établissements de soins publics et privés, le taux moyen d'occupation et les vocations hospitaliers.

Les compositions physico-chimiques des déchets produits par les différents services de l'hôpital, le diagnostic sur terrain et les concertations avec le personnel du service d'hygiène, sécurité ont révélé que la nature et les consommations en produits liquides sont variables d'un service à un autre, la quantité des consommations des produits liquides qui reste aléatoire en fonction des utilisateurs (corps médicale et agents de nettoyage) et des procédures d'utilisation de ces produits. En absence des données officielles en Mauritanie sur les consommations en eau et les produits utilisées dans les structures sanitaires publics et privés. L'évaluation qualitative a porté également sur l'estimation des produits les plus utilisés dans les majorités des structures sanitaires qui ne sont pas rejoignent le réseau d'assainissement à savoir : détergent, savon, lessive et etc. Nous avons constaté que l'hôpital de l'amitié de Nouakchott émet une charge hydraulique et polluante importante qu'il faut prendre en charge avant rejet dans le milieu aquatique.

L'étude a porté également sur la caractérisation physico-chimique métaux lourds et microbiologie des déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott. L'étude menée en vue de contribuer à la gestion efficace de ces déchets liquides a permis d'évaluer puis d'estimer les coûts de leur traitement par le système envisagé. Les déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott ainsi rejetées sont riches en polluants organiques en moyenne ($DBO_5=612,32\text{mg/l}$, $DCO=263,53\text{mg/l}$ et en Matière en Suspension= 500mg/l) et en

éléments nutritifs (Orthophosphate=6,24mg/l et Nitrate=1,18mg/l en moyenne). Elles contiennent aussi des substances chimiques dangereuses (métaux lourds en moyenne, Fe=0,107mg/l, Aluminium=0,017mg/l et Cuivre total=0,216mg/l), des micro-organismes pathogènes ou non dont certains sont indicateurs de la pollution (streptocoques fécaux=0,315 x 10⁷ nombre/100ml, coliformes fécaux=4,341x10⁷ nombre/100ml et coliformes totaux=5,21 x 10⁷ nombre/100ml). Au vu des effets néfastes de ces déchets liquides sur l'environnement et sur l'homme (toxicité, contamination et pollution des nappes souterraines, propagation des maladies d'origine hydriques).

L'ensemble des résultats de l'étude, montrent que les déchets liquides des différents structure sanitaires comme les hôpitaux et laboratoire de Control de la Qualité des Médicaments (LNCQM) en Mauritanie sont déchets mauvaise qualité et deviennent dangereux surtout lorsqu'ils proviennent de certains services particuliers comme le service d'hémodialyse, de la radiologie, la pharmacie, l'urgence et le laboratoire des analyses.

Notre enquête par questionnaire également a rajouté la chambre mortuaire, l'oncologie et le bloc opératoire comme service de grande production des déchets liquides.

D'autre part, la caractérisation des déchets liquides du LNCQM, les déchets liquides issus du laboratoire des analyses médicaments relevant du même les hôpitaux ont fait l'objet aussi d'une caractérisation physico-chimique et bactériologique. Les paramètres physico-chimiques sont généralement conformes. Par contre des dépassements ont été notifiés pour le CF et SF.

La gestion actuelle adoptée par LNCQM du déchet, sont des déchets ont stocké dans des bidons de plastique et parfois évacuer dans le réseau d'assainissement au même titre que l'hôpital national.

Au terme de cette caractérisation, l'étude a conclu que les déchets liquides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott sont de qualité mauvaise. Ce qui impose le traitement de ces déchets avant évacuation dans le milieu naturel.

Selon notre proposition de traitement et sur la base de la caractérisation de ces déchets liquides des différentes structures sanitaires étudiées, cette pratique peut s'avérer une option de désinfection (l'hypochlorite de sodium) ces déchets pour réduire les impacts. Cette désinfection efficace pour les déchets à risque infectieux et non pas pour l'ensemble des déchets liquides.

Cependant, ces observations ouvrent des perspectives qui doivent être confirmées en multipliant le nombre d'échantillons et de réaliser d'autres analyses toxicologiques. Ainsi, afin de palier à la problématique des déchets liquides des hôpitaux et laboratoire de control de la qualité des médicaments au niveau de la région de Nouakchott, l'étude propose sur la

base de la caractérisation physico-chimiques des déchets liquides hospitaliers et l'analyse de la situation de gestion des déchets dans les hôpitaux doivent être risqués en réduisant le passage des micropolluants, par la proposition d'une méthode de traitement in situ et d'un plan d'action interne de chaque établissement sanitaire ou des mesures doivent être une établissement pour mieux gérer les déchets hospitaliers liquides et solides au niveau des établissements de soin publics et privés en particulier dans le ville de Nouakchott.

Selon l'enquête, et sur la base de l'ensemble des résultats physico-chimie et microbiologie obtenus au cours de l'étude, nous avons proposé un plan d'action sur la gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques liquides pour les hôpitaux national, qui a pour objectif principal d'assurer une bonne gestion en interne à l'établissement sanitaire de par l'adoption des bonnes pratiques d'identification et de tri de ces déchets liquides à la source (infectieux, radioactif et à risque combiné).

La problématique des déchets liquides hospitaliers est aujourd'hui une mesure d'urgence à l'échelle internationale et c'est l'heure aujourd'hui pour qu'elle soit parmi les préoccupations stratégiques nationales en Mauritanie. Le devenir des produits présents dans les déchets liquides ou solides des établissements de soin privés ou publics est une question qui doit être abordée de manière coordonnée par les acteurs concernés afin de remettre en cause les pratiques de gestion.

Les résultats des analyses de lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott, ont montré que les déchets solides présentent un taux élevé de pollution aussi bien physico-chimique et bactériologique ; en effet les résultats des analyses ont dépassé les seuils fixés par les normes, et pourraient avoir un effet néfaste sur la santé de la population de la région d'étude, et de son environnement direct. Aussi, la valeur moyenne de DBO5 (106 mg/l) classe les rejets de l'hôpital selon les normes en vigueur (Grille de qualité) dans la catégorie de mauvaise qualité. Ce qui impose le traitement de ces déchets solides avant leur rejet dans le milieu naturel.

L'analyse physico-chimique des déchets solides immergés dans l'eau distillée et l'eau distillée alcoolisée montre qu'il y a une augmentation significative de la plupart des éléments, ce qui conduit à la pollution de cette eau. L'impact des déchets médicaux solides sur les solutions d'eau existe, elle est considérée comme une pollution majeure et dangereuse, car cette eau devient impropre à la consommation humaine ou à tout autre usage, l'inclusion de ces déchets dans le sol est un facteur majeur de pollution des sols et la source de cette eau. Selon les analyses physico-chimiques des lixiviats des milieux (milieu 1, milieu 2 et milieu 3) révèlent une pollution stable dans les différents milieux.

A fin de la caractérisation physico-chimique, métaux lourds et microbiologie des lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott. L'étude menée en vue de contribuer à la gestion efficace de ces déchets solides pour éviter la contamination l'environnement et sur l'homme par les traitements. Les lixiviats des déchets solides de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott sont riches en polluants organiques en moyenne (Conductivité = 4903,00µS/cm, Turbidité = 151,00NTU, DBO5 = 123,33mg/l, DCO = 52,48mg/l et en Matière en Suspension = 733,33mg/l) et en éléments chimiques en moyenne (Nitrite = 23,64mg/l, Nitrate = 173,33mg/l, Phosphate = 33,33mg/l, Orthophosphate = 25,00mg/l et Sulfate = 1333,00mg/l). Elles contiennent aussi des substances chimiques dangereuses (métaux lourds en moyenne, Fe = 23,300mg/l, Aluminium = 15,67mg/l et Cuivre total = 2,21mg/l) et des micro-organismes pathogènes ou non dont certains sont indicateurs de la pollution (streptocoques fécaux = 0,64 x10⁷ nombre/100ml, coliformes fécaux = 5,94 x10⁷ nombre/100ml et coliformes totaux = 6,11 x10⁷ nombre/100ml). Au vu des effets néfastes de ces déchets solides sur l'environnement et sur l'homme (contamination et pollution des nappes souterraines, propagation des maladies d'origine hydriques).

Cependant, les résultats obtenus par les analyses les déchets hospitaliers liquides et lixiviats des déchets solides ouvrent des perspectives sur les modalités de gestion de ces déchets à l'intérieur et à l'extérieur de l'établissement sanitaire, sur les faisabilités technico-économiques de l'implantation des unités des prétraitements in situ et les évaluations des risques et impacts éco-toxicologiques de ces déchets sur la santé publique et l'environnement. En Mauritanie, l'incinérateur est considéré comme le moyen le plus utilisé dans les structures sanitaires pour réduire le volume. Mais les gaz dégagés et les résidus par l'incinérateur doivent être traité au mieux pour ne pas portes atteindre à la santé humaine et à l'environnement. Donc une bonne gestion des déchets reste la solution clé à la problématique écologique et économique.

RECOMMENDATIONS

Au terme de notre étude certaines recommandations ont été formulées et qui un s'adressent au

➤ **Ministre de la santé**

- Instaurer une réglementation nationale en matière de gestion des déchets biomédicaux.
- De discuter et adopter un programme d'activité de gestion des déchets hospitaliers.
- Définir un schéma territorial pour les déchets.
- La mise en place d'un organe de contrôle.
- Définir une politique de gestion des déchets biomédicaux.
- Organiser des journées de salubrités des infrastructures sanitaires.
- L'implication des autorités municipales à tous les niveaux de gestion des déchets en général et des déchets biomédicaux en particulier.
- Elaborer une politique de réductions des déchets.
- La formation des formateurs, du personnel et des manœuvres de façon continue.
- La formation en hygiène hospitalière.
- La formation sur les infections nosocomiales.
- La formation sur les accidents d'exposition au sang.
- L'éducation, la sensibilisation du personnel, des manœuvres et de la population sur les risques liés aux déchets biomédicaux.
- Sensibiliser les manipulateurs pour le port des équipements de protection (les lunettes ; cache-nez pioches ; râtaux ; pelles pics ; blouses ; gants ; bottes).

➤ **Aux autorités municipales**

- D'élaborer des infrastructures pour les DBM.
- De prendre des sanctions en cas de mauvaise gestion des DBM.

BIBLIOGRAPHIE

Hafiane M et al. le traitement des déchets hospitaliers et son impact sur l'environnement », mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention de diplôme de master en génie des procédés, faculté de sciences et de la technologie et sci. - 2011.

Mansotte F et Jestin E Les rejets liquides des établissements de santé : Caractérisation à la source et impact sur l'environnement marin côtier. Nanterre : Direction départementale des Affaires Sanitaires et Sociales de la Seine Maritime, Vol.73p. - 2000.

Verlicchi P et al. Management of hospital wastewaters: the case of the effluent of a large hospital situated in a small town. 2507-2519, Italie: Watre Sci Technol, 2010, Vol. 61. [Revue]. - 2010.

(HA), l'Hôpital de l'Amitié de Nouakchott [Rapport].

Abd El-Gawad HA et al. Assessment of aquatic environmental for wastewater management quality in the hospitals : a case study. 474-48, 2011: Aust J Basic Appl Sci, Vol. 25. [Revue]. - 2011.

Abdellatif M. Y. et al. la gestion des déchets d'activité de soins à risque infectieux (D.A.S.R.I) », mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de master en chimie de l'environnement, Université des sciences et de la techn.d'Oran - Algérie, 2013 /2014, p 20.. - 2014.

AFNOR NF T72 -101 Antiseptiques et désinfectants chimiques- Application des Normes européennes relatives aux antiseptiques et désinfectants chimiques.. - 1981.

AFSSA de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments sur les types de constituants glucidiques à introduire dans le dispositif de surveillance des compositions et des apports glucidiques . - 2004.

AFSSET Evaluation de la contamination d'effluents hospitaliers par des molécules anticancéreuses. Rapport Afsst- restitution à l'Inca – laboratoire de santé publique Université Paris Sud ; Laboratoire de chimie et microbiologie de l'eau, UMR CNRS 6008, Université. - 2008.

Agence de l'Eau, France [En ligne] = Arrêté des 28 octobre 1975 modifié . - 1991.

Aguemon B and al Liquid biomedical waste and risks for laboratory personnel at the departmental and university hospital center in Parakou, Benin. [Journal] // Journal of the Society of Clinical Biology of Benin. - 2014. - Vols. N° 021 ; 49-53. - p. 49.

Aherne GW et al. The role of immunoassay in the analysis of microcontaminants in water samples. V. 1, pp. 79-8, s.L. : Ecotox. Environ. Safe, Vol.9.. - 1985.

Al Aukidy M et al. A framework for the assessment of the environmental risk posed by pharmaceuticals originating from hospital effluents. 54-64, s.l. : Sci Total Environ, 2014, Vol. 493. [Revue]. - 2014.

Al Chalabi S et al. Hospital wastewater treatment Adopted in Asia, Africa, and Australia. Al Aukidy, Mustapha. Iraq- Italie : Hdb Env Chem, Springer International Publishing AG 2017.. - 2017.

Andry Fidèle RAVALITERA Méthodologie de Gestion des déchets des Etablissements de soins de santé à Antananarivo », Thèse de Doctorat en Médecine. Antananarivo 1999.. - 1999.

ARE France : Agence régionale de l'Energie,Méthodologique, Guide. Guide méthodologique : les rejets liquides hospitaliers. Conseil Scientifique de l'Environnement, Réseau santé qualité, Centre Antipoison Nord-Pas-de-Calais, Centre Hospitaliers d'Arra. - 2001.

ASHE Revised hospital waste management. American Society for hospital Engineering, 80 p .. - 1985.

Association American Hospital AHA. Hospital Statistics, Association American Hospital. Chicago: s.n.,Vol. 250p. - 1986.

Barbara K. M. gestion des déchets hospitaliers », journée EHPAD, p 6, <http://www.cpias-ile-de-france.fr/REGION/NPC/EHPAD280509/DechetsKAC.pdf> consulté le 30-07-2017.. - 2017.

Belghyti D. et al. Physico-chemical characterization of slaughterhouse wastewater for the implementation of adequate treatment: case of Kenitra in Morocco [Revue] // Africa SCIENCE, 05(2). - 2009. - Vol. 05(2). - pp. 199 - 216.

Benykhlef M et al. Caracerisation physic-chimique des eaux uses industrielles du grand Agadir (Maroc): cas d'une huilerie. Benykhlef, M, et al. N° 110707, Agadir, Maroc: ScienceLib Editions Mersenne,2011, Vol.3.. - 2011.

Besse J. P. et Garric J Médicaments à usage humain : risque d'exposition sur les milieux réception - Proposition d'une liste de médicament à usage humain à surveiller dans les eaux de surface continentales. 241P., Lyon : CEMAGREF, Agence de l'Eau RMC. - 2007.

Biollot C et al.Dialy physicochemical, microbiological and ecotoxicological fluctuations of a hospital effluent according to technical and activities. 113-129, 2008: Sci Total Environ, Vol. 403. [Revue]. - 2008.

Boillot C et al.Dailyphysicochimical, microbiological and ecotoxicological fluctuations ofa hospital effluent. 403 :113-29, s.l. : Sci Total Environ, . - 2008.

Bonté S.L. et al.Relation between Conductivity and Ion Content in Urban Wastewater. Bonté, S.L., et al. 4, 2008, Journal of Water Science, Vol. 21, pp. 429-438.. - 2008.

Brown KD et al. Occurrence of antibiotics in hospital, residential, and dairy effluent, municipal wastewater, and the Rio Grande in New Mexico.366:772-83, s.l: Sci Total Environ, . - 2006.

Casson L et al. Survival and recovry of seeded HIV in water and wastewater. 2:130-142., s.l.: Water Environment Research, Vol. 69.. - 1997.

CCLINI France, Centre de Coordination de la lutte contre les Infections Nosocomiales Interrégion Paris-Nord. ELIMINATION DES EFFLUENTS LIQUIDES DES ETABLISSEMENTS HOSPITALIERS- Recommandation, Picardie, Haute-Normandeie, Nord pas-de-Calais : Institut Biomé. - 1999.

Chakir J Études de traitement des lixiviats des déchets urbains par les Procédés d'Oxydation Avancée photochimiques et électrochimiques. Application aux lixiviats de la décharge tunisienne “, Thèse Doctorat, Souhaila Trabelsi 2014.. - 2014.

Chaufour P Du Chaufour, P. Abrégé de pédologie : sol, vegetation et environnement. 5é edition : Masson, 1997.. - 1997.

CICR Manuel de gestion des déchets biomédicaux. Genève, (Suisse).(Comité international de la croix rouge). - 2011.

Clin (Coordination de luttres contre les Infections Nosocomiales), Elimination des effluents liquides des établissements hospitaliers–Recommandations. Paris Nord : Institut Biomédical des Cordeliers- p.74p.. - 1999.

Clin PARIS-NORD, Elimination des effluents liquides des établissements hospitaliers – Recommandations. [En ligne] http://web.ccr.jussieu.fr/guide_effleunts_liquides.pdf, 20/09/2000.. - 1999.

Clotilde B Evaluation des risques Eco toxicologiques liés aux rejets d’effluents hospitaliers dans les milieux aquatiques. Contribution à l’amélioration de la phase caractérisation des effets. Lyon : L’institut National des Sciences Appliquées deLyon,. - 2008.

Collins CH et al. The microbiological hazards of municipal and clinical wastes. 1992. J.Appl. Bacteriology. 73:1-6. [Revue]. - 1992.

Criirad Les effluents radioactifs directs et diffus générés par les activités de médecine nucléaire et de Curiethérapie. Colloque :(les effluents liquides des établissements de Santé : Etat des lieux et perspectives de gestion) Chambéry 26 et 27 novembr. - 2008.

Cusstr Gestion des déchets,Paris 2005. - 2005.

Cyr C et al. E.D. A pilot scale evaluation of removal of mercury from pharmaceutical wastewater using granular activated carbon. Water Research. Vol.36, 4725-4734.. - 2002.

Dale JC et al. Accidental needle sticks in the phlebotomy service of the department of labortory medicine and pathology at Mayo Clinic Rochester. Mayo clinProc, 1998, 73:611-615. [Revue]. - 1998.

Daoudi M.A. Evaluations de la gestion des déchets solides médicaux et pharmaceutiques à l’hôpital Hassan II D’Agadir. Thèse de santé publique. Agadir, 106p.. - 2008.

Deloffre B Les rejets des établissements de santé : des effluents liquides aux déchets solides. Lyon : Institut Universitaire Professionnalisé, Génie de l’Environnement- Ecodéveloppement-Université Claude Bernard-Lyon.. - 1995.

DPL/IGS/DMH Strategie de croissene acceleree et de prosperite. - 2019.

Dremont C et al. La gestion des effluents liquides hospitaliers. 1997, Available on : www.utc.fr/frages/DESS_TBH/96-97/EL/EL.htm, 20/10/2000.. - 1997.

Eerlandsson M et al.Medically used radionucides in sewage sludge.2: 199-206.. - 1978.

El Gouamri Y et Belghyti D Etude de la qualité physicochimique des eaux usées brutes de la ville de Saknia rejetées dans le lac Fouarat. El Gouamri, Y et Belghyti, D. 1, 2006, Journal Africain des Sciences de l’environnement,pp. 53-60.. - 2006.

Emmanuel E et al. Ecotoxicological risk assessment of hospital wastewater : a proposed framework for raw effluents discharging into urban sewer network: Hazard. Mater, Vol.117.. - 2005.

Emmanuel E et al. Toxicologies effects of disinfections using sodium hypochlorite on aquatic organisms and its contribution to AOX formation in hospital wastewater. 900, Environ Int, Vol. 891, p. 30.. - 2004.

Evens E Evaluation des risqué sanitaires et écotoxicologiques liés aux effluents hospitaliers. Lyon : Thèse INSA de Lyon, Spécialité Sciences et Techniques du Déchets, Vol.259p.. - 2004.

Gadelle F Le monde manquera-t-il bientôt d'eau ? Sécheresse. Vol.6, 1 :11-15.. - 1995.

Gartiser S et al. Contamination of hospital wastewater with hazardous compounds as defined by 7a WHG. 2, pp. 90-97, s.l.: Acta Hydroch. Hydrobiol. Vol.24.. - 1996.

Gautam AK et al. Preliminary study of physic-chemical treatment options for hospital wastewater. 298-306, s.l.: J Environ Manag, 2007, Vol. 83. [Revue]. - 2007.

GRAIE. La gestion des effluents d'un établissement de santé: principe de la demarche et préconisations sur le suivi des rejets. Villeurbanne : Grouped de Recherche Rhone –Alpes sur les Infrastructures et l'Eau . - 2016.

Groupe de travail . - 2004.

Hartmann P et et al. La problématique des effluents hospitaliers, VOL. 13.. - 2005.

ICP Session spéciale sur la sécurité des patients et la lutte contre les infections dans les services de maternité en vue de l'atteinte des OMD liés au secteur de la santé en Afrique .Genève. Suisse.International conférence and infection control . - 2011.

INRSP Mauritanie, Analyse situationnelle de la gestion des déchets médicaux dans les structures sanitaires en Mauritanie par l'utilisation de l'outil d'évaluation rapide de l'OMS (INRSP, 2008).. - 2008.

Jehannin P Caractérisation et gestion des rejets liquides hospitaliers- Etude particulière de la situation du Centre Hospitalier de Hyères (Var). Mémoire de fin d'étude. Rennes : Ecole National de la Santé Publique. - 1999.

Johnson R et al. HIV in the bloodborne pathogen regulation : implications for the wastewater industry. 5:684-691., s.l.: Water Environnement Research, VOL.66.. - 1994.

Jolibois B et al. Glutaraldehyde in hospital wastewater. Arch Environ Contam Toxicol. Vol. 42(2), 137-44.. - 2002.

Kasuku W et al Étude de l'impact sanitaire et environnemental des déchets hospitaliers [Revue]. - 2016.

Kehila Y et al. Quelles perspectives pour l'enfouissement technique et le stockage éco-compatible des résidus solides dans les ped vis-à-vis des impacts sur l'hydrosphère urbaine ? Actes des JSIRAUF, Hanoi.. - 2007.

Kulikowska D et al. The effect of landfill age on municipal leachate composition, Bioresource. Technol. 99 (2008) 5981-5985.. - 2008.

Kümmerer K Antibiotics in the aquatic environment – A review – Part I [Revue]. - 2009. - Vol. Volume 75, Issue 4, April 2009, Pages 417-434 <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.11.086>.

Kummerer K Drugs in the environment : emission of drugs, diagnostic aids and disinfectants into wastewater by hospitals in relation to other sources- a review. S.l: Chemosphere; 45:957-69.. - 2001.

Kummerer K et al. AOX – Emissions from hospitals into municipal waste water. n° 11, pp. 22437-2445, s.l. : Chemosphere, , Vol.36.. - 1998.

Kummerer K et al. Hospital effluents as a source of gadolinium in the aquatic environment. 573-577, s.l. : Environ Sci Technol, 2000, Vol. 34. [Revue]. - 2000.

Laber J et al. Tow-stage constructed wetland for treating hospital wastewater in Nepal. Wat. Sci. Tech, Vol. 40, pp. 317-324.. - 1999.

Leprat P Les rejets liquides hospitaliers, quels agents et quelles solutions techniques ? Caen : Les Assises Nationales , QUALIBIO.. - 1998.

Lue-Hing C et al. Indigenous levels of HIV in wastewater : an empirical estimate and discussion. In. WEF: HIV in wastewater, presence, survivability, and risk to wastewater treatment plant workers. 80p ., Alexandria, Virginia, : Water Environment Federa. - 1999.

Madinzi A et al. Biological treatment of stabilized leachate produced by the public landfill of the city of Mohammedia (Morocco). [Revue] // Scientific Study & Research (Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry). - 2014. - pp. 15 (2), pp. 155 – 167.

Makoutoude M et al. Traitement des déchets liquides au centre national hospitalier et universitaire de Cotonou au Bénin Cotonou. Thèse de santé publique. Cotonou, 89p. [En ligne]. - 1998.

Mansotte F et Jestin E Les rejets liquides des établissements de santé : Caractérisation à la source et impact sur l'environnement marin côtier. Nanterre : Direction départementale des Affaires Sanitaires et Sociales de la Seine Maritime, 2000, Vol.73p. - 2000.

Mansotte F et al. Les rejets liquides des établissements de santé : Caractérisation à la source et impact sur l'environnement marin côtier. Nanterre : Direction départementale des Affaires Sanitaires et Sociales de la Seine Maritime, Vol.73p. - 2000.

Marc B Gestion des déchets hospitaliers. Québec : Corporation d'hébergement du Québec,. - 2011.

MCS France, Ministère chargé de la santé, « guide technique n°2 sur l'élimination des déchets hospitaliers », France 1998.. - 1998.

MEGD Tunisienne, manuel cadre de procédures pour la gestion des déchets d'activités sanitaires dangereux, Tunisie, février 2012, pp 40,41, voir le site: www.anged.nat.tn consulté le 13-06-2017 à. - 2012.

MEN France, Ministère de l'Éducation Nationale, Gestion des déchets. Guide pour les établissements publics d'enseignement supérieur ou de recherche », Paris 2002.. - 2002.

Metcalf et Addy Wastewater engineering: Treatment, Disposal and Reuse. s.l. : 3ème Edition Library of Congress Cataloging in publication data. TD. 645.T34.. - 1991.

MHA Mauritanie, Ministère de l'hydraulique et de l'assainissement, Stratégie de Développement du Secteur de l'Eau et de l'Assainissement. - 2012.

Mohee R Medical wastes characterization in healthcare institutions in Mauritius. Waste Management, Vol. 25 ,, N° 6 SPEC. ISS., pp. 575-581.. - 2005.

MS Estimation de l'équipe de rédaction du plan national de gestion des déchets biomédicaux en Mauritanie, Plan National. - 2016.

MS Mauritanie, Ministère de la Santé, créé en 1966 par décret N° 66/020 du 14 mai 1966. - 1966.

MS Mauritanie, Ministère de la Santé, décret n°2009-119 du 05 Mars 2009 [Revue] = LNCQM en Mauritanie, décret n°2009-119 du 05 Mars 2009 . - 2009.

MS Mauritanie, Ministère de la Santé, Plan National de Gestion des Déchets Biomédicaux, 2016.. - 2016.

MS Mauritanie, Ministère de la Santé, Décret de l'hôpital de l'amitié N° 2010-229 du 31/10/2010 MS, . - 2010.

MS Mauritanie, Ministère de la Santé, Plan national de développement sanitaire 2012- 2020; [Revue]. - 2011.

MS Mauritanie, Ministère de la Santé, Plan National de Gestion des Déchets Biomédicaux, 2017- 2021.. - 2017.

MS Mauritanie, Ministère de la Santé; Phase II révisée du plan national de développement sanitaire période 2017-2020. - 2017.

MSS Française, Ministère de la Solidarité et de la Santé, DASRI, comment les éliminer, 2009, voir le site : www.sante.gouv.fr consulté le 13-06-2017 à 15 :30.. - 2009.

Mullot J.U. Modélisation des flux de médicaments dans les effluents hospitaliers. Paris : FACULTE DE PHARMACIE DE CHATENAY-MALABRY UNIVERSITE PARIS-SUD 11.. - 2009.

OMS Préparation des Plans Nationaux de Gestion des Déchets de Soins Médicaux en Afrique Subsaharienne [Revue]. - 2005.

OMS La gestion des déchets des hôpitaux, Rapport et étude, Copenhague 1986. Bureau Régional de l'Europe. - 1986.

OMS Organisation Mondiale de la Santé 2019, Aperçu des technologies pour le traitement de déchets infectieux et de déchets piquants/coupants/tranchants provenant des établissements de santé.. - 2019.

ONEP Maroc, ONEP. Approche de la typologie des eaux usées urbaines au Maroc. ONEP et GTZ.Rabat (Biodégradabilité), 1998.. - 1998.

- Onesio KM et al.** Biodegradation and removal of pharmaceuticals and personal care products in treatment systems: a review. 441-466, s.l. : Biodegradatio , 2009, Vol. 20.. - 2009.
- Ort C et al.** Determination of the fraction of pharmaceutical residues in wastewater originating from a hospital. 605-615, s.l. : Water Res, 2010, Vol. 44. [Revue]. - 2010.
- Pauwels B et al.** The treatment of hospital wastewater : an appraisal. 405-416, s.l. : J Water Health, 2006, Vol. 4. [Revue]. - 2006.
- PNUE** Le Programme des Nations Unies pour l'environnement, Le PNUE en 1992 Rapport Annuel [Revue]. - 1992.
- PNUE** Le Programme des Nations Unies pour l'environnement, Le PNUE en 2004 Rapport Annuel [Revue]. - 2004.
- PNUE/SCB ; OMS** . - 2005.
- Prabhasankar VP et al.** Removal rates of antibiotics in four sewage treatment plants in South India. India : s.n., 2016, Environ Sci Pollut Res. [Revue]. - 2016.
- Pruss A et al.** Safe Management of Wastes from Health-care Activities. - 1999.
- Qadouri A** Déchets médicaux et pharmaceutiques liquides au Maroc : cas de l'hôpital AR-RAZI du centre hospitalier universitaire de Marrakech ; Thèse de Doctorat Mme : QADOURI Asmaa.. - 2018.
- Rayanatou M.T.** Contribution à l'amélioration de la gestion des déchets hospitaliers à l'hôpital de Niamey .Thèse de médecine, Niamey 98p.. - 1999.
- Rodier J** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Paris : DUNOD, 1996. Vol. 8e édition.. - 1996.
- Rodier J** La protection des eaux contre la radioactivité. Bulletin de l'Association pharmaceutique française pour l'hydrologie. 1971.. - 1971.
- Rubrique Etudes** Le management des risques à l'hôpital. - 2003.
- Santos M. et al.** Chemical composition and metabolizable energy values of alternative ingredients for broilers. Ciênc. Anim. Bras., 14 (1): 32-40 [Revue]. - 2013.
- Schwartz T et al.** Detection of antibiotic-resistant bacteria and their resistance genes in wastewater, surface water, and drinking water biofilms. FEMS Microbiology Ecology. Vol. 43, 3.pp. 325-335.. - 2003.
- SFHH** . - 1993.
- Shaker RAWEH et al** Physico-chemical quality of wastewater from the wastewater treatment plant in the city of S'anaa (Yemen) [Revue] // Int. J. Biol. Chem. Sci. - 2011. - pp. 5(1): 1-10.
- Sidibe Y** Problématique de la gestion des déchets biomédicaux en commune IV du district de Bamako. Thèse de médecine, 107p.. - 2011.

Souhaila Trabelsi THESIS: Studies on the treatment of urban waste leachate by photochemical and electrochemical Advanced Oxidation Processes. Application to Tunisian landfill leachate "Jebel Chakir" [HAL Id: tel-00674731, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00674731>, Submitted on 28 Feb 2012] // Paris-East University. - 2011.

Sprehe M et al. Photochemical oxidation of iodized X-ray contrast media (XRC) in hospital wastewater. 5, pp.317-323, s.l.:Wat. Sci. Technol, Vol.44.. - 2001.

Steger-Hartmanin T et al. Environmental Risk Assessment for the Widely Used Iodinated X-Ray Contrast Agent Iopromide (Ultravist). n°3, pp.274-281, s.l.: Ecotox. Environ. Safe. Vol.42.. - 1999.

Steger-Hartmann T et al. Trace analysis of the antineoplastics ifosfamide and cyclophosphamide in sewage water by two step solid-phase extraction and gas chromatography-mass spectrometry. 1-2, pp. 179, s.l.: J. Chromato.A.Vo.726.. - 1999.

Thomas KV et al. Occurrence of selected pharmaceuticals in wastewater effluents from hospitals (Uileval and Rikshospitalet) and VEAS wastewater treatment works. 36 p Oslo : the Norwegian Pollution Control Authority – Norsk insvannforskning – Norsk institutt for luftforsk. - 2007.

Todd D. K. Groundwater hydrology. second edition. New York: John Wiley & sons, 510 p. [Revue]. - 1980.

Tsai C.T et al. Quantification of pathogenic microorganism in the sludge from treated hospital wastewater. : 1: 171-176, S.L: Journal of Applied Microbiology, 1998, Vol. 85.. - 1998.

Twinch E « Manuel de gestion de déchets Médicaux » CICR Genève 2011.. - 2011.

Udert KM et al. Urea hydrolysis and precipitation dynamics in a urine-collecting system. Udert, KM, et al. 37, 2003, Water Res, pp. 2571-2582.. - 2003.

USEPA Preliminary data summary for the hospitals point source category. Office of water regulations. Washington: Office of water, United States Environmental Protection Agency, a, EPA 440/1-89/060-n, 76p.. - 1989.

Verlicchi P et al. A what have we learned from worldwide experiences on the management and treatment of hospital effluent? An overview and a discussion on perspectives. 467-491, s.l.: Sci Total Environ, 2015, Vol. 514. [Revue]. - 2015.

Verlicchi P Treatment and treatability of hospital wastewaters. Verlicchi, Paola. (éd.) INNOVA-MED CONFERENCE. GIRONA : Université of Ferrara , Italy. Innovative processes and practices for wastewater treatment and re-use in the Mediterranean region. - 2009.

Verlicchi P et al. Hospital effluents as a source of emerging pollutants : an overview of micropollutants and sustainable treatment options. 389:416-28, s.l. : J Hydrol.. - 2010.

Verlicchi P et al. Hospital effluent: investigation of the concentrations and distribution of pharmaceuticals and environmental risk assessment. 109-118, s.l.: Sci Total Environ, 2012, Vol. 430. [Revue]. - 2012.

Weber AM et al. Health hazard evaluation report 98-0027-2709, Stericycle, Inc, Morton, Washington. Cincinnati, National Institute for Occupational Safety and Health, 1999. [Revue]. - 1999.

Yuan S et al. Detection, occurrence and fate of 22 psychiatric pharmaceuticals in psychiatric hospital and municipal wastewater treatment plants in Beijing, . 2520-2525, China: Chemosphere, 2013, Vol. 90. [Revue]. - 2013.

ANNEXES

Annexe 1 : les questionnaires sure la gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques

Nom de l'établissement						
Adresse						
Personne responsable du service hygiène public à l'hôpital						
Contact						
Activités médicales						
Spécialité	Emplacement	Capacité litière	Consommation eneau	Consommation en produits liquides		
Consommation en produits liquides						
Produits/réactifs/Sous- produits	Désignation	Quantité annuelle	Quantité maxi - male mensuelle	Activité		substituant
				heure/jour	Jour/an	
	Détergents					
	Savon					
	Glutaraldéhyde					
	Fixateur en Imageriemédicale					
	Autres					
Consommation en eau						
	Eau distribuée(L/j et m³/an)	Eau de puits ou de forage (L/j et m³/an)		Autre		
Process de fabrication						
Circuit de refroidissement						
Sanitaire						
Autres à préparer						
Eau résiduaires						

Y a-t-il un traitement des eaux usées avant évacuation ?				Oui	Non
Le rejet des eaux du process est-il mélangé avec celui des eaux pluviales sanitaires, et de refroidissement ?					
Nombre de points de rejet					
Milieu récepteur		Cours d'eau/ mer			
		Sol			
		Réseau d'assainissement			
Type de traitement		oui	non	Procédé mis en place	
	Prétraitement				
	Traitement primaire				
	Traitement secondaire				
	Traitement tertiaire				
Niveau du procès ou atelier	Rejets industriels(m3/j)	Eau refroidissement (m3/j)	Eau sanitaire (m3/j)	Autre à préciser	
Réutilisation de l'eau usée					
Y a-t-il un dispositif de réutilisation de l'eau ?			oui	non	
Si oui préciser :					
Y a-t-il un traitement avant réutilisation de l'eau ?			oui	non	
Si oui préciser :					
Faites-vous des analyses des eaux rejetées ?					
Si oui, veuillez joindre les résultats les plus récents :					
Consommation d'énergie					
Type d'énergie utilisée	charbon	Fuel	Electricité	Gasoil	Autres
Consommation par combustible par an					
Actions réalisées ou prévus pour la protection de l'environnement					
Nature de l'action					

Technologie employée
Date de réalisation
Cout de l'action
Amélioration constatée

Signature du responsable avec nom et qualité

Annexe 2 : Analyse des dangers à l'intérieur de l'hôpital de l'amitié de Nouakchott et à l'extérieur de la station de prétraitement

Emplacement et description	Famille de danger	Situation déclencheur	Domage/conséquence	Mesure de prévention
Service médicotechnique	Risque de contamination	Déversement des contenants	Le risque D'infection (hépatites virales Tuberculose, Légionellos...) Les pathologies respiratoires Immuno- allergique (asthme aux acariens, Rhinites allergique	Respect des consignes d'emploi, utilisation des contenants étanches, EPI
	Risque traumatique	Utilisation des bacs non appropriés		Recrutement personnel habilité, test psychologique périodique
	Risque des blessures	Mauvais tri		Respect des consignes d'emploi, utilisation des contenants étanches, EPI
	Dégagement des odeurs	Mauvaise manipulation, non-respect de l'horaire de collecte		Respect des horaires
Service de maternité	Risque de contamination	Déversement des contenants	Maladie du poumon de Fermier.) Les pathologies liées Aux toxines (syndrome des égoutiers) Les cancers (cancer du foie secondaire aux hépatites Virales...), troubles	Respect des consignes d'emploi, utilisation des contenants étanches, EPI
	Risque traumatique	Utilisation des bacs non appropriés		Recrutement personnel habilité, test psychologique périodique
	Risque des blessures	Mauvais tri		Respect des consignes d'emploi, utilisation des contenants étanches, EPI
	Dégagement des odeurs	Mauvaise manipulation, non-respect de l'horaire de collecte		Respect des horaires
Bloc opératoire	Risque de contamination	Déversement des contenants		Respect des consignes d'emploi, utilisation des contenants étanches, EPI

	Risque traumatique	Utilisation des bacs non appropriés		Recrutement personnel habilité, test psychologique périodique
	Risque des blessures	Mauvais tri		Respect des consignes d'emploi, utilisation des contenants étanches, EPI
	Dégagement des odeurs	Mauvaise manipulation, non-respect de l'horaire de collecte		Respect des horaires
Laboratoire des Analyses Biomédicales	Risque de contamination	Déversement des contenants	De l'appareil locomoteur (articulation, muscles et Tendons)-membres, Dos et cou, fatigue, Douleur, gêne dans Les mouvements	Respect des consignes d'emploi, utilisation des contenants étanches, EPI
	Risque traumatique	Utilisation des bacs non appropriés		Recrutement personnel habilité, test psychologique périodique
	Risque des blessures	Mauvais tri		Respect des consignes d'emploi, utilisation des contenants étanches, EPI
	Dégagement des odeurs	Mauvaise manipulation, non-respect de l'horaire de collecte		Respect des horaires

Annexe 3 : Analyse du risque et proposition des mesures de prévention

Emplacement et description	Famille de dangers	Situation déclencheur	dommages	Mesure préventive
Réception des flux directs à travers le réseau interne	Risque de contamination	Présence des germes pathogènes	Le risque d'infections (hépatites virale, tuberculose, légionelloses..), les pathologies respiratoire, immuno-allergiques (asthme aux acariens, rhinites allergiques, maladie du poumon de fermier..) les pathologies liées aux toxines (syndrome des égoutiers...), les cancers (cancer du foie secondaire aux hépatites virales...), trouble de l'appareil locomoteur (articulations, muscles et cou, fatigue, douleur, gêne dans les mouvements	inactivation des germes pathogènes et respect des cycles de désinfection
	Posture pénible	Travail manuel		Mécanisation des tâches et alternance avec l'équipe de travail
	risque traumatique	Présence de sang, craches, pue etc.,		Recrutement personnel habilité, test psychologique périodique
	Dégagement des odeurs	Fermentation de la matière organique		Respect des horaires de collecte
	Risque de brûlure	Manipulation à côté de la matière		Inactivation des germes pathogènes et respect du cycle de désinfection
	Posture pénible	Travail manuel		
Transport des flux diffus interne manuellement	Manutention manuelles de charges	Travail manuel	de l'inconfort- de la fatigue des légions musculo-squelettique (TMS) lorsqu'elles sont maintenues et répétées une réduction durable des capacités fonctionnelles.	Mécanisation des tâches

			La fatigue, les douleurs et pathologies de l'appareil locomoteur ; les affections du bas du dos et des épaules et plus accessoirement des membres ; les accidents du travail (environ ¼ d'entre eux, tous secteurs confondus) ; des accidents cardio-vasculaires si la MM est très intense ; la monotonie et la démotivation des travailleurs si l'activité se limite à la MM ; un risque accru d'accident ou d'altération de la santé en cas d'exposition conjointe aux MM, à des contraintes de temps, à une charge mentale ou aux vibrations (chauffeurs livreurs..). l'accumulation de ces effets peut être à l'origine d'une dégradation durable de la santé en général.	Mécanisation des tâches
--	--	--	--	-------------------------

	Risque de contamination	Présence de germes pathogènes	Le risque d'infections (hépatites virale, tuberculose, légionelloses..), les pathologies respiratoire, immuno-allergiques (asthme aux acariens, rhinites allergiques, maladie du poumon de fermier..) les pathologies liées aux toxines (syndrome des égoutiers...), les cancers (cancer du foie secondaire aux hépatites virales...), trouble de l'appareil locomoteur (articulations, muscles et cou, fatigue, douleur, gêne dans les mouvements	Inactivation des germes pathogènes et respect des cycles de désinfection
Pesage des flux diffus des services spécifiques	Risque de contamination	Présence des germes pathogènes	Le risque d'infections (hépatites virale, tuberculose, légionelloses..), les pathologies respiratoire, immuno-allergiques (asthme aux acariens, rhinites allergiques, maladie du poumon de fermier..) les pathologies liées aux toxines (syndrome des égoutiers...), les cancers (cancer du foie secondaire aux hépatites virales...), trouble de l'appareil locomoteur (articulations, muscles et cou, fatigue, douleur, gêne dans les mouvements	Inactivation des germes pathogènes et respect des cycles de désinfection

	Risque traumatique	Présence de sang, craches, pue etc.,		Recrutement personnel habilité, test psychologique périodique
	Dégagement des odeurs	Fermentation de la matière organique		Respect des horaires de collecte
	Posture pénible	Travail manuel		Inactivation des germes pathogènes et respect des cycles de désinfection
	Risque traumatique	Présence de sang, craches, pue etc.		Mécanisation des tâches et alternance avec l'équipe de travail
	Dégagement des odeurs	Fermentation de la matière organique		Recrutement personnel habilité, test psychologique périodique
	Risque de blessure	Présence des piquants tranchants		Respect des horaires de collecte
				Inactivation des germes pathogènes et respect des cycles de désinfection
Triage manuel des substances liquides	Risque de brûlure	Manipulation à côté de la machine		Inactivation des germes pathogènes et respect des cycles de désinfection
	Manutentions manuelles de charges	Travail manuel	La fatigue, les douleurs et pathologies de l'appareil locomoteur ; les affections du bas du dos et des épaules et plus accessoirement des membres ; les accidents du travail (environ ¼ d'entre eux, tous secteurs confondus) ; des accidents cardio-vasculaires si la MM est très intense ; la monotonie et la démotivation des travailleurs si l'activité se limite à la MM ; un risque accru d'accident ou d'altération de la santé en	Mécanisation des tâches

			cas d'exposition conjointe aux MM, à des contraintes de temps, à une charge mentale ou aux vibrations (chauffeurs livreurs..). l'accumulation de ces effets peut être à l'origine d'une dégradation durable de la santé en général.	
	Agents chimique dangereux (ACD)	Utilisation de produits chimiques non connus	Aggraver les effets du bruit sur l'homme effets aigus, comme des irritations, brulures, troubles de conscience effets chroniques sur de nombreux organes, allergies (eczéma, asthme), pneumoconioses, cancers. Certaines affections peuvent se manifester des années après l'arrêt de l'exposition.	EPI, Mécanisation des tâches, port du casque, respect des consignes d'emploi, minimiser les heures de contact
	Posture pénible	Travail manuel	De l'inconfort -de la fatigue -des lésions musculo-squelettiques (TMS) lorsqu'elles sont maintenues et répétées -une réduction durable des capacités fonctionnelles	Mécanisation des tâches
	Risque de contamination	Présence des germes pathogènes		Inactivation des germes pathogènes et respect des cycles de désinfection
Déversement des produits liquides	Risque de contamination	Présence des germes pathogènes		Inactivation des germes pathogènes et respect des cycles de désinfection
	Vibrations Mécaniques	Motorisation-aspiration des odeurs	Vibrations transmises à l'ensemble du corps (lombalgies par hernies	Mécanisation des tâches, port du casque, respect des consignes d'emploi,

			discales) et vibrations du système main-bras (cries de blanchiment douloureux des phalanges en cas d'exposition au froid et/ou à l'humidité), de moindre sensation du toucher, du chaud et du froid, de douleurs dans les bras et les mains, de gêne fonctionnelle des articulations du poignet et du coude. Les expositions simultanées tels les efforts musculaires, postures contraignantes, froid, peuvent renforcer les effets des vibrations sur l'Homme	minimisé les heures de contact, alternance des équipes de travail
	Bruit		Fatigue auditive-pertes d'audition surdité professionnelle Cofacteur du stress-troubles cardiovasculaires – l'hypertension – troubles du sommeil – troubles de digestion	Mécanisation des taches, port du casque, respect des consignes d'emploi, minimisé les heures de contact, alternance des équipes de travail
	Milieu à température élevée	Dégagement de la machine	Fatigue, sueurs, nausées, maux de tête, vertige, troubles de la vigilance, crampes	EPI, Mécanisation des taches, port du casque, respect des consignes d'emploi, minimiser les heures de contact, alternance des équipes de travail
	Milieu Hyperbare	Pression caus�e par la température élevée du milieu	Déshydratation, voir coup de chaleur. Surdité, vertiges, ostéonécrose des articulations (hanche, genou, épaule, coude pouvant entraîner le décès.	EPI, Mécanisation des taches, port du casque, respect des consignes d'emploi, minimiser les heures de contact, alternance des équipes de

			La baisse de vigilance augmente le risque	travail
	Risque de blocage	Disfonctionnement de la membrane filtrante	Risque de contamination	Suivi permanent des cycles de désinfection et de renouvellement des filtre- respect des visites techniques
	Risque de vertige	Contact direct avec les filtres		Visite médicale périodique
	Risque d'explosion	Non-respect des instructions –mauvaise manipulation		Suivi permanent des cycles de désinfection et de renouvellement des filtre- respect des visites techniques
Désinfection par ozonation	Risque de fuite	Problème mécanique	Fatigue, sueurs, nausées, maux de tête, vertige, troubles de la vigilance, crampes. Déshydratation, voir coup de chaleur.	Suivi permanent des cycles de désinfection et de renouvellement des filtre- respect des visites techniques
	Milieu à température élevée	Ventilation et circuit de refroidissement	Surdité, vertiges, ostéonécrose des articulations (hanche, genou, épaule, coude pouvant entraîner le décès.	Suivi permanent des cycles de désinfection et de renouvellement des filtre- respect des visites techniques
	Bruit	Dégagement de la machine	La baisse de vigilance augmente le risque	Mécanisation des tâches, port du casque, respect des consignes d'emploi, minimiser les heures de contact, alternance des équipes de travail
	Milieu Hyperbare	Dégagement de la machine		EPI, Mécanisation des tâches, port du casque, respect des consignes d'emploi, minimiser les heures de contact, alternance des équipes de travail
	Risque de blocage	Coupure de l'alimentation		Suivi permanent des cycles de désinfection et de renouvellement des filtre-

				respect des visites techniques
	Risque de brulure	Manipulation à côté de la machine		EPI, Mécanisation des tâches, port du casque, respect des consignes d'emploi, minimiser les heures de contact, alternance des équipes de travail
Vidanges, dépôt et stockage des matières grossières, graisses et huiles	Dégagement et diffusion d'odeur	Absence d'aérateur		Installation d'aérateur et de pompe d'aspiration
	Manutentions manuelles de charges	Travail manuel		EPI, Mécanisation des tâches, port du casque, respect des consignes d'emploi, minimiser les heures de contact, alternance des équipes de travail
	Risque d'envol	Absence de contenants appropriés et de couverture		Installation de pompe d'aspiration + Installation de structure de réception adaptée
Collecte et le transport à l'unité de traitement des DMP solide	Dégagement et diffusion d'odeur	Travail manuel		EPI, Mécanisation des tâches, port du casque, respect des consignes d'emploi, minimiser les heures de contact, alternance des équipes de travail
	Posture pénible	Travail manuel		Installation d'aérateur et de pompe d'aspiration
	Manutentions manuelles de charges	Travail manuel		Installation d'aérateur et de pompe d'aspiration
	Risque d'envol	Absence de contenants appropriés et de couverture		Installation de pompe d'aspiration + Installation de structure de réception adaptée

Acheminement vers l'unité de traitement des DMP solides et/ou société spécialisée	Risque de brûlure	Rejet de blanchisserie à température élevée	Fatigue, sueurs, nausées, maux de tête, vertige, troubles de la vigilance, crampes.	EPI, Mécanisation des tâches, port du casque, respect des consignes d'emploi, minimiser les heures de contact, alternance des équipes de travail
	Posture pénible	Travail manuel	De l'inconfort -de la fatigue -des lésions musculo-squelettiques (TMS) lorsqu'elles sont maintenues et répétées -une réduction durable des capacités fonctionnelles	Mécanisation des tâches et alternance avec l'équipe de travail
	Manutentions manuelles de charge	Travail manuel	La fatigue, les douleurs et pathologies de l'appareil locomoteur ; les affections du bas du dos et des épaules et plus accessoirement des membres ; les accidents du travail (environ ¼ d'entre eux, tous secteurs confondus) ; des accidents cardio-vasculaires si la MM est très intense ; la monotonie et la démotivation des travailleurs si l'activité se limite à la MM ; un risque accru d'accident ou d'altération de la santé en cas d'exposition conjointe aux MM, à des contraintes de temps, à une charge mentale ou aux vibrations (chauffeurs livreurs..). l'accumulation de ces effets peut être à	Mécanisation des tâches et alternance avec l'équipe de travail

			l'origine d'une dégradation durable de la santé en général.	
	Dégagement et diffusion d'odeur	Retard de collecte		Respect des horaires et planning de traitement
	Risque d'envol	Absence de contenants appropriés et de couverture		Installation de pompe d'aspiration + installation de structure de réception adaptée

Annexe 4 : Méthode de gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques à risque infectieux

Types / sources de production	Type		Sources		
	Déchets à risque infectieux	Déchets issus des activités de thanatopraxie	Chambres mortuaires		
		Liquide gastrique, liquides d'aspiration, liquide de ponction, de drainage ou d'aspiration	Bloc opératoire, salle d'endoscopie, service de soins		
		Echantillons biologiques des laboratoires	Laboratoires de biologie médicale, services d'anatomie cytopathologie (ACP)		
	Déchets liquides à inactiver	Déchets liquides issus des activités liées à la gestion des cadavres	Salles d'autopsie		
		Déchets susceptibles de contenir des agents biologiques de groupe 3 ou 4 ou des agents identifiés spécifiques	Laboratoires de recherche, de biologie et services d'ACP, Salle d'autopsie, Services très spécialisés dans la prise en charge d'agents hautement pathogènes.		
	Déchets liquides non collectables	Déchets liquides issus de la toilette	Services d'hospitalisation		
		Déchets liquides issus du traitement de l'instrumentation	Bloc opératoire, service d'explorations fonctionnelles		
		Déchets liquides générés par des activités de désinfection et de stérilisation des dispositifs médicaux réutilisables souillés	chirurgie		
Délai d'élimination	Q<5Kg/mois : trois mois 15 Kg /mois <Q<15Kg/semaine : un jour 15 Kg /mois <Q<100Kg/semaine : cent jours Q>100Kg / semaine : soixante-douze heures				
Gestion Interne	Déchets liquides à risques infectieux	Déchets liquides à inactiver	Tri, collecte	inactivation	Incinération/traitement délégué
		Déchets liquides non collectables	Réseau d'eaux usées de l'établissement		
		Déchets liquides à inactiver	Tri, collecte		Prétraitement par désinfection/ incinération/ traitement délégué

Annexe 5 : Procédure de gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques à risque chimique

Types / sources de production	Activités liées aux soins : les produits détergents et désinfection, les réactifs et solvants des laboratoires de biologie, les antiseptiques, les fixateurs d'imagerie, les produits d'orthodontie, etc. Laboratoire médicale : les grandes catégories que l'on rencontre sont les solvants et solution de produits organiques, les bases, les acides, les solutions de sels, et, de façon plus rare, les composés cyanurés et les composés arséniés. Service logistique et technique : l'utilisation de produits chimiques est également importante. Parmi les principaux utilisateurs, on retrouve : • Le service de blanchisserie avec les produits lessiviels et les agents de blanchiment ; • La cuisine avec les produits de nettoyage / désinfection ; • Les services techniques avec les produits de traitement des eaux techniques (glycol, antioxydants, anticorrosion, etc.), les détartrants, les huiles minérales et graisses des machines, les peintures et solvants, les produits phytosanitaires, etc.
Gestion opérationnelle	Identification des déchets chimique Réaliser un inventaire géographique, qualitatif et quantitatif de la production des déchets (cartographie). Cette cartographie par processus peut concerner l'ensemble des déchets chimiquement dangereux et non dangereux produits, quelle que soit leur forme (solide, liquide ou mixte). Elle se construit via un tableau Excel et s'obtient à partir de l'inventaire des produits utilisés. Les cartographie et mentions de danger et informations additionnelles de ces produits sont ensuite documentées puis mises en lien avec le ou les processus d'utilisation et leur localisation géographique. La consommation de ces produits ainsi que le volume de déchets générés sont notés pour une même unité de temps adaptée (mois, semestre ou année)
	Classement des déchets chimiques Ce travail a conduit à identifier deux situations • Le déchet n'est pas répertorié dans la liste. Il est alors nécessaire de déterminer s'il répond au critère de déchet dangereux et s'il est possible de lui attribuer une propriété dangereuse. Calcule de la concentration finale. • Le déchet est déjà répertorié et classé comme dangereux dans la liste des déchets. C'est les cas des produits classés chimiquement dangereux et éliminés en l'état (Catalogue des déchets dangereux). Il est possible alors de lui attribuer une propriété dangereuse.

	Calcul de la concentration finale	Si le déchet contient une seule substance dangereuse de concentration connue (produit non commercialisé, fabrication in situ). Le calcul de la concentration finale exprimée en pourcentage de cette substance dans le déchet est : $\left(\frac{\text{Masse ou volume de la substance dangereuse}}{\text{Masse ou volume du déchet}} \right) \times 100$	
		Si le déchet résulte de l'addition de plusieurs mélanges complexes (produits commercialisés)	Soit le seuil de dangerosité du déchet se rattache à la présence d'une substance individuelle possédant une mention de ; dans ce cas, le calcul de la concentration finale exprimée en pourcentage de cette substance dans le déchet est : $\left(\frac{\text{Volume de chaque produit commercialisé classé}}{\text{Volume total du déchet généré}} \right) \times 100$
			Soit le seuil de dangerosité du déchet concerne une ou plusieurs substances possédant la même mention et/ou catégorie ou information additionnelle de danger ; dans ce cas, le calcul de la concentration finale exprimée en pourcentage de cette substance dans le déchet est : $\left(\frac{\text{Volume de chaque produit commercialisé classé et présentant la même classification}}{\text{Volume total du déchet généré}} \right) \times 100$
		La présence d'autres propriétés de danger (radioactivité, infectiosité) associées au danger chimique dans le déchet est aussi à prendre en compte pour le choix définitif de la filière de traitement.	
	Identification des déchets non collectables et maîtrise des risques	Nature	La cartographie des déchets chimiquement dangereux peut conduire à identifier des déchets qui ne peuvent pas être collectés dans des conditions technico-économiques acceptables. Il s'agit, par exemple : - Des résidus liquides des opérations de nettoyages et de désinfection de

			surfaces ; - Des déchets des très grand volume liés à des appareillages utilisant l'eau du réseau et dont l'évacuation est directement connectée au réseau d'eaux usées de l'établissement (laver automatique, certains automates d'analyses biologiques, etc.)
		Traitement	- Le bon usage (respect des doses recommandées par le fournisseur) et le respect des bonnes pratiques ; - La possibilité de mettre en œuvre le principe de substitution, (remplacer un produit dangereux par un produit moins dangereux voire non dangereux) ou au niveau de la technique mise en œuvre ; - Et si aucun substitution n'est réalisable, la possibilité de mettre en place un prétraitement in situ, par exemple une neutralisation dans le cas de rejets dont le pH est inférieur à ,5 ou supérieur à 8,5. Les techniques automatisées seront privilégiées compte tenu des

			volumes produits et des résultats de l'évaluation des risques encourus par les professionnels si leur mise en œuvre doit être manuelle.
--	--	--	---

Annexe 6 : Fiche de transport externe des structures sanitaires

Etablissement :	Public :	Privé :
Activités principales:		
Spécialités :		
Nombre total de patients par an :		
Nombre de lits total :		
Nombre de lits par activité :		
Surface totale des locaux de l'établissement :		
Consommation totale d'eau en m ³ de l'établissement :		
Quantité des déchets solides :		
La date de production du sac de déchets :		

Responsable d'hygiène public

Transporteur

Annexe 7 : Les méthodes d'élimination et de traitement adaptées aux différentes catégories de déchets d'activités de soins

Options techniques	Déchets infectieux autres que matières plastiques	Déchets anatomiques	Déchets perforants	Déchets pharmaceutiques	Déchets chimiques
SUR SITE					
Enfouissement	Oui	Oui	Oui	Petites quantités	Petites quantités
Fosse d'enfouissement pour déchets perforants	Non	Non	Oui	Petites quantités	Non
Encapsulation	Non	Non	Oui	Oui	Petites quantités
Neutralisation	Non	Non	Non	Oui	Non
Incinération à basse température (<800°C)	Oui	Oui	Non	Non	Non
Incinération à température moyenne (800-1000°C)	Oui	Oui	Oui	Non	Non
Incinération à haute température (>1000°C)	Oui	Oui	Oui	Petites quantités	Petites quantités
Autoclavage à la vapeur	Oui	Non	Oui	Non	Non
Traitement par microondes	Oui	Non	Oui	Non	Non
Traitement chimique	Oui	Non	Oui	Non	Non
Elimination par le réseau d'eaux usées	Non	Non	Non	Petites quantités	Non
HORS SITE					
Décharge contrôlée	Oui	Non	Non	Petites quantités	Non
Autres méthodes				Retourner au fournisseur les médicaments dont la date limite de validité est atteinte	Retourner au fournisseur les produits chimiques inutilisés

Suite annexe

Caractéristiques des différentes options de traitement et d'élimination finale des déchets d'activités de soins perforants et infectieux

Options techniques sur site	Avantages	Inconvénients	Facteurs de décision	Performance	Coût
<u>Enfouissement</u> Les côtés de la fosse seront recouverts d'un matériau ayant une faible perméabilité; la fosse sera couverte et clôturée. Une fois pleine, elle sera scellée au moyen de ciment, ou au moins les derniers 50 cm seront remplis de matériaux compacts et la zone sera identifiée.	-Techniquement facile -Simple -Adapté aux petites quantités de déchets -Pas de pollution atmosphérique (pas de combustion)	-Espace disponible -Pas de désinfection des déchets -Risque pour la communauté si l'enfouissement n'est pas bien fait -Risque d'accès de personnes non autorisées -Pas de réduction du volume -Peut être remplie rapidement -Risque de pollution du sol et de l'eau	-Tri correct des déchets -Profondeur des nappes phréatiques -Taille -Revêtement de la fosse -Risques à la saison des pluies	-En fonction de la taille de la fosse	-Faible coût de la construction -Faible coût du ciment
<u>Fosse d'enfouissement cimentée pour les déchets perforants</u> Fosse couverte ne laissant qu'un accès limité pour les déchets perforants. Remplie de ciment une fois pleine.	-Faible coût -Simple -Adaptée aux grandes quantités d'aiguilles -Pas de pollution atmosphérique (pas de combustion)	-Espace disponible -Pas de désinfection des déchets -Pas de réduction du volume -Risque de pollution du sol et de l'eau	-Tri correct des déchets -Profondeur des nappes phréatiques -Profondeur, taille -Structure	-Aiguilles: 1 million/m3 -Aiguilles + seringues: 30 000/m3	-Coût de la construction: environ US \$50/m3 -Faible coût du matériau de scellement
<u>Encapsulation</u> Les conteneurs de sécurité remplis ou les aiguilles désinfectées sont placés dans des récipients en plastique de haute densité ou des fûts métalliques. Une fois le conteneur plein, on ajoute un matériau qui enrobe les déchets: mousse plastique, sable, ciment ou argile. Après séchage, les conteneurs sont scellés et éliminés	-Techniquement facile -Simple -Empêche la réutilisation des aiguilles -Empêche les accidents et infections par objets perforants des personnels chargés des déchets et des récupérateurs -Pas de pollution atmosphérique (pas de combustion)	-Espace disponible -Pas de réduction du volume -Pas de désinfection des déchets -Risque de pollution du sol et de l'eau	-Tri correct des déchets -Scellement	Environ 3000 aiguilles seringues dans un fût de 200 litres	Faible coût du matériel: conteneurs en plastique ou fûts métalliques Faible coût du matériau d'enrobage

dans des décharges ou des fosses d'enfouissement.					
<u>Neutralisation</u> Mélange des déchets avec du ciment avant de les éliminer de façon à réduire le risque de fuite de substances toxiques contenues dans les déchets.	-Simple -Sans danger -Peut servir aux déchets pharmaceutiques -Pas de pollution atmosphérique (pas de combustion)	Ne peut être appliquée aux déchets d'activités de soins infectieux			Coût du ciment seulement
<u>Basse température</u> (. < 400°C) Combustion en plein air des déchets dans des fosses, des fûts, des incinérateurs à chambre unique, etc. Les résidus et les cendres sont enfouis.	-Réduction du volume et du poids des déchets -Pas de formation poussée nécessaire -Désinfection relativement efficace	-Peut nécessiter un combustible ou des déchets secs pour mettre la combustion en route -Combustion incomplète -Risque de stérilisation incomplète -Risque de piqûres par les aiguilles dans la mesure où elles ne sont pas détruites -Emissions toxiques (métaux lourds, dioxines, furanes, cendres volantes) qui présentent un risque pour la santé et ne sont pas conformes à la réglementation sur l'hygiène de l'environnement -Emission d'importantes fumées et risque d'incendie -Production de cendres dangereuses contenant des métaux lixiviés, des dioxines et des furannes risquant de polluer le sol et l'eau -Production des déchets Secondaires	-Tri correct des déchets -Déchets humides -Remplissage de la chambre de combustion -Obtention de la température/durée suffisante -Maintenance et réparations	-100-200 kg/jour ▪ -Fût: 5-10 kg/jour	Prix d'achat d'un incinérateur à chambre unique: jusqu'à US \$1000
<u>Incinération à température</u>	-Réduction du volume et du poids	-Peut nécessiter un combustible ou des	-Tri correct des déchets	10-50 kg/heure	Prix d'achat de l'incinérateur:

<u>moyenne (800-1000°C)</u> L'incinération à température relativement élevée (au-dessus de 800°C) ramène les déchets combustibles à des produits incombustibles et entraîne une baisse considérable du volume et du poids des déchets. La température élevée atteinte au cours de l'incinération garantit une combustion complète et la stérilisation des aiguilles utilisées. L'incinération produit une petite quantité de cendres et de déchets qui doivent être enfouis.	des déchets -Réduction du matériel infectieux -Empêche la réutilisation des aiguilles -Permet d'obtenir une stérilisation complète des déchets contaminés	déchets secs pour mettre l'incinération en route et entretenir des températures élevées -Emissions toxiques possibles (métaux lourds, dioxines, furannes, cendres volantes) qui présentent un risque pour la santé et ne sont pas conformes à la réglementation sur l'hygiène et de l'environnement -Possibilité de fumées épaisses -Production de cendres dangereuses contenant des métaux lixiviés, des dioxines et des furannes risquant de polluer le sol et l'eau -L'exploitation du système exige du personnel formé -Risque de piqûre par les aiguilles dans la mesure où certaines peuvent ne pas être détruites	-Déchets humides -Remplissage de la chambre de combustion -Obtention de la température/durée d'incinération suffisante -Maintenance et réparations -Apport de combustible parfois nécessaire -Densité de la population dans le voisinage -L'exploitation et la maintenance exigent du personnel formé	50-500 kg/heure	US \$1000-15 000
<u>Incineration à haute température (>1000°C)</u>	-Combustion complète et stérilisation du matériel d'injection ayant servi -Emissions toxiques réduites -Réduction considérable du volume des déchets	-Coût élevé de la construction, de l'exploitation et de la maintenance -L'exploitation exige le courant électrique, du combustible et du personnel formé -Emissions toxiques possibles (métaux lourds, dioxines, furannes, cendres volantes) qui présentent un risque pour la santé et ne sont pas conformes à la réglementation sur l'hygiène de l'environnement en l'absence de	-Tri correct des déchets -Déchets humides -Remplissage de la chambre de combustion -Obtention de la température/durée d'incinération suffisante -Maintenance et réparations -Apport de combustible parfois nécessaire -L'exploitation et	50-500 kg/heure	Prix d'achat de l'incinérateur: US \$50 000-100 000 Coût de fonctionnement : combustible

		dispositifs de lutte contre la pollution Production de cendres dangereuses contenant des métaux lixiviés, des dioxines et des furannes risquant de polluer le sol et l'eau	la maintenance exigent du personnel formé		
<u>Four tournant</u> Four tournant muni d'une chambre de postcombustion. Température d'incinération élevée (1200-1600°C).	-Adapté aux déchets infectieux, à la plupart des déchets chimiques et aux déchets pharmaceutiques -Très efficace à haute température -Réduction considérable du volume et du poids des déchets	-Ne pas utiliser avec les conteneurs pressurisés et les déchets ayant une forte teneur en métaux lourds -L'exploitation exige du personnel compétent	-Tri correct des déchets -Déchets humides -Obtention de la température/durée d'incinération suffisante -Maintenance et réparations -Coût élevé de l'exploitation et du matériel -Consommation importante d'énergie -Exige du personnel formé	0,5-3 tonnes/heure	Prix d'achat: environ US \$350 000 Coût de fonctionnement : environ US \$15 000 par an, pour la consommation d'énergie et la maintenance
<u>Extracteur d'aiguilles</u> L'aiguille utilisée est introduite dans un appareil qui sectionne ou qui tire sur l'aiguille pour la séparer de la seringue. Il existe divers modèles qui vont des pinces (déconseillé) à des boîtes fermées utilisées manuellement.	-Empêche la réutilisation des seringues -Il existe des modèles bon marché (certains peuvent être fabriqués localement) -Réduction considérable du volume de la plupart -des déchets dangereux, des aiguilles contaminées par exemple -Les seringues en plastique peuvent être recyclées après désinfection -Facile à utiliser	-Eclaboussures de liquides corporels susceptibles de présenter un risque important pour l'opérateur et de contaminer la zone de travail -Certains modèles fonctionnent à l'électricité -Les aiguilles et les seringues restent contaminées -Risque de panne -Les aiguilles risquent de sortir du récipient dans lequel elles sont recueillies -Sécurité non établie	-Tri correct des déchets -Le coupe-aiguilles doit être conçu de manière à ne pas permettre les éclaboussures de liquides corporels -Doit être facile à utiliser -Diminue le risque d'accidents professionnels pour les personnes chargées de l'élimination des déchets et pour les récupérateurs -Doit être associé à une autre technique d'élimination des déchets (fosse d'enfouissement,	Durée de vie de la lame: 200 000 sections	Prix d'achat: US \$2-80

			par exemple)		
<u>Destructeur d'aiguilles</u> L'aiguille est introduite dans une boîte fermée et vient en contact avec un système électrique qui la détruit. Les cendres sont recueillies dans un conteneur fixé à l'appareil. Plusieurs modèles existent dans le commerce.	-Détruit presque complètement les aiguilles -Les seringues en plastic peuvent être recyclées après désinfection -Petit -Complète désinfection de l'aiguille	-Electricité nécessaire -Une partie stérile de l'aiguille reste fixée à la seringue	-Tri correct des déchets -Electricité nécessaire -Maintenance des contacts électriques	Résultat: il faut deux secondes pour détruire une aiguille	Prix d'achat: US \$100-150
<u>Autoclave</u> Les déchets sont introduits dans un grand autoclave où ils sont stérilisés par la chaleur et sous pression. Il existe divers modèles commerciaux d'autoclave. Dans certains pays, il existe des autoclaves fabriqués localement.	-Permet de stériliser un grand nombre de types de déchets, le matériel d'injection usagé par exemple -Pas de conséquence nuisible pour l'environnement -Facilite le recyclage du plastique -Associé au déchiquetage, permet de réduire le volume des déchets et de les traiter en toute sécurité comme des déchets ménagers solides -Faible coût d'exploitation	-Permet de stériliser un grand nombre de types de déchets, le matériel d'injection usagé par exemple -Pas de conséquence nuisible pour l'environnement -Facilite le recyclage du plastique -Associé au déchiquetage, permet de réduire le volume des déchets et de les traiter en toute sécurité comme des déchets ménagers solides -Faible coût d'exploitation	-Tri correct des déchets -Obtention de la température/pression nécessaire -Electricité nécessaire -Pénétration par la vapeur -Volume de la charge de déchets -Durée du cycle de traitement Elimination de l'air de la chambre	12 kg/jour à 90 kg/heure	Prix d'achat: US \$500-50 000 Coût de fonctionnement : électricité
<u>Micro-ondes</u> Les micro-organismes sont détruits par l'action des micro-ondes qui chauffent rapidement l'eau contenue dans les déchets.	-Réduction importante du volume -Les déchets ne sont pas reconnaissables -Pas d'écoulement de liquide	-Coût d'investissement élevé -Augmentation du poids des déchets -N'est pas adapté à tous les types de déchets -Contamination possible du déchiqueteur, exposition aux agents pathogènes -Emissions aériennes non caractérisées	Tri correct des déchets -Caractéristiques des déchets -Déchets humides Puissance de la source de micro-ondes -Durée de l'exposition aux micro-ondes -Mélanges de déchet	40 kg/jour à 250 kg/heure	Prix d'achat: US \$70 000-500 000 Coût de fonctionnement : électricité

<u>Traitement chimique</u> Traitement des déchets par des désinfectants chimiques, eau de javel par exemple (solution d'hypochlorite de sodium à 1 %).	-Simple -Relativement bon marché -Désinfectants largement disponibles	-Les désinfectants peuvent être corrosifs et doivent être manipulés avec précaution -Pour obtenir une bonne désinfection, il faut respecter la concentration du désinfectant et la durée de contact -Pas de diminution du volume des déchets -Risque pour l'environnement lors de l'élimination des désinfectants -Emissions aériennes non caractérisées	-Tri correct des déchets -Concentration du produit chimique -Température et pH -Temps de contact avec le produit chimique -Mélange déchets/produit chimique -Désinfectants nécessaires -Traitement ultérieur/élimination nécessaires: encapsulation, enfouissement, etc.	Performance élevée	Coût du désinfectant seulement
<u>Déchiquetage</u> Après autoclavage, les déchets sont souvent introduits dans un déchiqueteur mécanique qui diminue le volume. Il existe divers modèles commerciaux fabriqués localement.	-Réduction du volume des déchets -Facilite le recyclage des matières plastiques -Après autoclavage, les déchets peuvent être manipulés comme des déchets ménagers solides	Electricité nécessaire	-Tri correct des déchets -Electricité nécessaire	50 kg à plusieurs tonnes/heure	Coût du déchiqueteur: pour un broyeur à grains fabriqué localement, coût peu élevé; jusqu'à US \$100 000 pour un déchiqueteur ayant une capacité de 4 tonnes/heure
<u>Fusion</u> Les seringues et aiguilles utilisées sont placées dans un récipient métallique chauffé dans un four spécialement conçu. Les seringues fondent et forment une sorte de galette qui peut être éliminée sous forme de déchet solide. Peu de modèles dans le commerce.	-Empêche la réutilisation/récupération des aiguilles -Stérilise les seringues et les aiguilles usagées -Les déchets traités sont considérés comme des déchets solides -Volume des déchets considérablement réduit	-Consommation électrique importante -Emissions de polluants aériens localisées possibles (la zone de travail doit être bien ventilée) -Peu de modèles disponibles dans le commerce	-Tri correct des déchets -Electricité nécessaire		Consommation importante d'électricité
<u>Décharge</u>	-L'impact négatif sur	-Organisation du	-Tri correct des	Dépend de	Coûts variables

<u>contrôlée</u> Les déchets sont éliminés par enfouissement dans une décharge. Les décharges sont spécialement conçues pour éviter que les déchets contaminent l'environnement. L'accès du public aux décharges est limité. Du personnel formé gère les déchets apportés sur le site. La décharge est une installation contrôlée, contrairement au dépôt d'ordures, libre d'accès et non contrôlé.	l'environnement est contrôlé -Elimination finale des déchets loin du centre de santé	transport nécessaire -Bonne exploitation et maintenance nécessaires pour éviter les risques pour l'environnement	déchets -Le transport à la décharge doit être sécurisé, en particulier si les déchets sont encore infectieux ou ne sont pas encapsulés/déchetés -Les décharges doivent être correctement conçues pour éviter les risques pour l'environnement	l'espace disponible	avec l'installation
<u>Recyclage des matières plastiques</u> Les seringues en matière plastique sont recyclées pour produire d'autres objets en plastique (seaux, etc.).	-Générateur de ressources -Sans risque pour l'environnement -Les seringues usagées sont transformées en produits utiles	-Les aiguilles ou une partie des aiguilles doivent être retirées -Les seringues contaminées doivent être désinfectées avant le recyclage -Besoins importants en matières plastiques recyclées -Exige une infrastructure pour les produits plastiques recyclés	-Exige une industrie du recyclage désireuse d'acquiescer des plastiques recyclés -Exige des marchés pour les produits fabriqués à partir des matières plastiques recyclées		Prix d'achat du thermoplaste: US \$15 000 environ

Annexe 8 : Méthodes de gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques à risque combiné

Descriptif	les déchets liquides des établissements peuvent présenter des combinaisons de propriétés de danger. Les combinaisons doubles possibles sont suivantes : -radionucléide à période courte/radionucléide à période longue ; -radionucléide /agent infectieux ; - radionucléide/agent chimique ; - agent infectieux /agent chimique ; - agent infectieux /résidu de médicament ; - agent infectieux /agent infectieux ; - agent chimique / agent chimique ; - agent chimique/ résidu de médicament.					
Tri à la source	Le tri des déchets intervient au plus près possible de la source, selon la nature du déchet, en fonction de ses caractéristiques radiologiques (radionucléides, actives, etc.) et du risque associé (infectieux, CMR, etc.), dans des conteneurs spécifiques identifiés. Dans le cas de déchets infectieux, chimiques ou toxiques contenant des radionucléides, il est recommandé que le risque radioactif prime sur les autres risques. Ces déchets communément appelés «déchets à risques mixtes »					
Collecte et emballage	Les déchets sont conditionnés dans des emballages résistants et imperméables. Dans le cas des déchets liquides radioactifs, il doivent être identifiés : pictogramme « radioactivité », nom du ou des radionucléides, nature du déchet, date de fermeture, activité à la date de fermeture, date prévisionnelle de traitement fonction de la période de radionucléide la plus longue, filière de traitement, et service producteur.					
Stockage et transport	Zones surveillées et contrôlées					
Traitement et élimination	Les DMPL radioactifs sont décrites dans les procédures spéciales de collecte, transport et traitement des déchets radioactifs. Afin d'identifier la filière de traitement du déchet liquide à risque combinés à mettre en œuvre, il convient d'identifier préalablement les risque un à et de les hiérarchiser. La hiérarchisation des risques habituellement retenue pour permettre leur gestion est la suivante : Radionucléide => agent infectieux => agent chimique => résidu de médicament Cette proposition de hiérarchisation peut être adaptée en fonction des caractéristiques de la production des déchets liquides, notamment au regard du temps, le volume et la nature du risque. Pour ces situations complexes, il convient que la décision relative à l'orientation des déchets soit prise par l'instance en charge de la gestion des risques.					
Filière de traitement des déchets liquides en fonction des combinaisons de risque	Radionucléi des période longue > 10 jours	Prise en charge par le CENESTEN	Décroissance puis réseau d'eaux usées			
	Radionucléi des période longue < 10 jours	Neutralisatio n du pH si nécessaire puis filière de traitement	Décroissance puis filière DMPL	filière DMPL		

		spécifique des déchets radioactifs. Si CMR : accord préalable Si non CMR : gestionnaire prévoit des filières chimiques				
	Agent chimique	Réduction du titre infectieux puis filière de traitement spécifique des déchets radioactifs ou si réduction du titre infectieux impossible, filière de traitement spécifique des déchets radioactifs	Décroissance puis réduction du titre infectieux puis réseau d'eaux usées ou Décroissance puis filière DMPL	Réduction du titre infectieux puis filière déchets à risque chimique ou filière sécurisée déchets à risques chimiques et biologique ou A défaut filière DMPS/incinération	filière DMPL	
	Agent infectieux	Sans objet	Sans objet	Médicaments hors cyto : filière	Situation exceptionnelle au cas par cas, choix d'une filière sécurisée aboutissant à de l'incinération	Sans objet
		Radionucléides période longue > 10 jours	Radionucléides période longue < 10 jours	Agent chimique	Agent infectieux	résidu de médicament