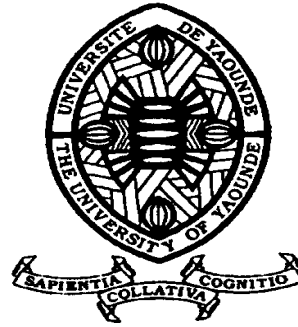


REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix – Travail – Patrie

UNIVERSITE DE YAOUNDE I
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET
PHYSIOLOGIE VEGETALES



REPUBLIC OF CAMEROUN

Peace – Work – Fatherland

UNIVERSITY OF YAOUNDE I
FACULTY OF SCIENCE
DEPARTMENT OF PLANT
BIOLOGY

**Gestion des déchets biomédicaux solides, impacts
socio-environnementaux et modélisation d'un
incinérateur artisanal amélioré**


Thèse présentée et soutenue en vue de l'obtention du grade de
Doctorat/Ph.D en Biologie des Organismes Végétaux

Par : **MBOG MBOG Séverin**
Maître ès Sciences

Sous la direction de
DJOCGOUE Pierre François
Maître de Conférences

Année Académique : 2018



UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I Faculté des Sciences Division de la Programmation et du Suivi des Activités Académiques		THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I Faculty of Science Division of Programming and Follow-up of Academic Affairs
LISTE DES ENSEIGNANTS PERMANENTS		LIST OF PERMANENT TEACHING STAFF

ANNÉE ACADEMIQUE 2017/2018

(Par Département et par Grade)

**DATE D'ACTUALISATION : Juin
2018**

ADMINISTRATION

DOYEN : AWONO ONANA, Professeur

VICE-DOYEN / DPSAA : DONGO Etienne, Professeur

VICE-DOYEN / DSSE : OBEN Julius ENYONG, Professeur

VICE-DOYEN / DRC : MBAZE MEVA'A Luc, Maître de Conférences

Chef Division Affaires Académiques, Scolarité et Recherche : ABOSSOLO Monique,
Chargée de cours

Chef Division Administrative et Financière : NDOYE FOE Marie C. F., Maître de
Conférences

1- Département de Biochimie (BC) (40)			
N°	NOMS ET PRÉNOMS	GRADE	OBSERVATIONS
1	BENG née NINTCHOM PENLAP V.	Professeur	En poste
2	FEKAM BOYOM Fabrice	Professeur	En poste
3	MBACHAM Wilfried	Professeur	En poste
4	MOUNDIPA FEWOU Paul	Professeur	Chef de Département
5	OBEN Julius ENYONG	Professeur	Vice-Doyen (DSSE)
6	BIGOGA DIAGA Jude	Maître de Conférences	En poste
7	BOUDJEKO Thaddée	Maître de Conférences	En poste
8	FOKOU Elie	Maître de Conférences	En poste
9	KANSCI Germain	Maître de Conférences	En poste
10	NGONDI Judith Laure	Maître de Conférences	En poste
11	NGUEFACK Julienne	Maître de Conférences	En poste
12	NJAYOU Frédéric Nico	Maître de Conférences	En poste
1	WAKAM née NANA Louise	Maître de Conférences	En poste
14	BELINGA née NDOYE FOE Marie C. Florentine	Maître de Conférences	Chef DAF / FS
15	ACHU Merci BIH	Chargé de Cours	En poste
16	AZANTSA Boris	Chargé de Cours	En poste
17	ATOUGHO Barbara Mma	Chargé de Cours	En poste
18	DEMMANO Gustave	Chargé de Cours	En poste
19	DJOKAM TAMO Rosine	Chargé de Cours	En poste

20	DJUIDJE NGOUNOUE Marcelline	Chargé de Cours	En poste
21	DJUIKWO NKONGA Ruth Viviane	Chargé de Cours	En poste
22	EFFA ONOMO Pierre	Maître de Conférences	En poste
23	EVEHE BEBANDOUÉ Marie –Solange	Chargé de Cours	En disponibilité
24	EWANE Cécile Anne	Chargé de Cours	En poste
25	KOTUE TAPTUE Charles	Chargé de Cours	En poste
26	MBONG ANGIE MOUGANDE Mary Ann	Chargé de Cours	En poste
27	MOFOR née TEUGWA Clotilde	Chargé de Cours	IA4/MINESUP
28	Palmer MASUMBE NETONGO	Chargé de Cours	En poste
29	TCHANA KOUATCHOUA Angèle	Chargé de Cours	En poste
30	AKINDEH MBUH NJI	Chargé de Cours	En poste
31	LUNGA Paul KAILAH	Chargé de Cours	En poste
32	PECHANGOU NSANGOU Sylvain	Chargé de Cours	En poste
33	BEBEE FADIMATOU	Assistant	En poste
34	BEBOY EDJENGUELE Sara Nathalie	Assistant	En poste
35	DAKOLE DABOY Charles	Assistant	En poste
36	DONGMO LEKAGNE Joseph Blaise	Assistant	En poste
37	FONKOUA Martin	Assistant	En poste
38	MANANGA Marlyse Joséphine	Assistant	En poste
39	MBOUCHE FANMOE Marcelline Joëlle	Assistant	En poste
40	TIENTCHEU DJOKAM Léopold	Assistant	En poste

Département de BioLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES (B.P.A.) (44)

1	BILONG BILONG Charles Félix	Professeur	Chef de Département
2	DIMO Théophile	Professeur	En Poste
3	FOMENA Abraham	Professeur	En Poste
4	KAMTCHOUING Pierre	Professeur	en poste
5	MIMPFONDI REMY	Professeur	En poste
6	NJAMEN Dieudonné	Professeur	En poste
7	NJIOKOU Flobert	Professeur	En Poste
8	NOLA Moïse	Professeur	En poste
9	TAN Paul Vernyuy	Professeur	En poste
10	TCHUEM TCHUENTE Louis	Professeur	Coord. Progr. MINSANTE
11	AJEAGAH Gidéon AGHAINDOUM	Maître de Conférences	Chef Serv. /Diplomation FS
12	DJIETO Lordon Champlain	Maître de Conférences	En poste
13	DZEUFIET DJOMENI Paul Désiré	Maître de Conférences	En poste
14	ESSOMBA née NTSAMA MBALLA	Maître de Conférences	VDRC/Chef dépt FMSB
15	FOTO MENBOHAN Samuel	Maître de Conférences	En poste
16	KAMGANG René	Maître de Conférences	C.E. MINRESI
17	KEKEUNOU Sévilor	Maître de Conférences	En poste
18	MEGNEKOU Rosette	Maître de Conférences	En poste
19	MONY NTOUÉ Ruth	Maître de Conférences	En poste
20	ZEBAZE TOGOUET Serge Hubert	Maître de Conférences	En poste
21	ALENE Désirée Chantal	Chargé de Cours	Chef Serv. /MINSUP
22	ATSAMO Albert Donatien	Chargé de Cours	En poste
23	BELLET EDIMO Oscar Roger	Chargé de Cours	En poste
24	BILANDA Danielle Claude	Chargé de Cours	En poste
25	DJIOGUE Séfirin	Chargé de Cours	En poste
26	GOUNOUE KAMKUMO Raceline	Chargé de Cours	En poste
27	JATSA MEGAPTCHÉ Hermine	Chargé de Cours	En poste
28	MAHOB Raymond Joseph	Chargé de Cours	En poste
29	MBENOUN MASSE Paul Serge	Chargé de Cours	En poste
30	MOUGANG NGAMENI Luciane	Chargé de Cours	En poste
31	LEKEUFACK FOLEFACK Guy Benoît	Chargé de Cours	En poste
32	NGOULATEU KENFACK Omer BEBE	Chargé de Cours	En poste
33	NGUEGUIM TSOFAK Florence	Chargé de Cours	En poste
34	NGUEMBOCK	Chargé de Cours	En poste

35	NJUA Clarisse YAFI	Chargé de Cours	En poste
36	TADU Zéphirin	Chargé de Cours	En poste
37	TOMBI Jeannette	Chargé de Cours	En poste
38	YEDE	Chargé de Cours	En poste
39	ETEME ENAMA Serge	Assistant	En poste
40	KANDEDA KAVAYE Antoine	Assistant	En poste
41	KOGA MANG'Dobara	Assistant	En poste
42	METCHI DONGFACK Mireille Flore	Assistant	En poste
43	NOAH E. O. Vivien	Assistant	En poste
44	MVEYO NDANKEU Yves Patrick	Assistant	En poste

3-DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VEGETALES (B. P. V.) (27)

1	YOUMBI Emmanuel	Professeur	Chef de Département
2	AMBANG Zachée	Professeur	DAARS / UYII
3	MOSSEBO Dominique Claude	Professeur	En poste
4	BELL Joseph Martin	Professeur	En poste
5	DJOCGOUE Pierre François	Maître de Conférences	En poste
6	KENGNE NOUMSI Ives Magloire	Maître de Conférences	En poste
7	MBOLO Marie.	Maître de Conférences	Coordo. Programme MINFOF
8	NDONGO BEKOLO	Maître de Conférences	CE / MINRESI
9	ZAPFACK Louis	Maître de Conférences	En poste
10	ANGONI Hyacinthe	Chargé de Cours	En poste
11	BIYE Elvire Hortense	Chargé de Cours	En poste
12	MAHBOU SOMO TOUKAM Gabriel	Chargé de Cours	En poste
13	MALLA Armand William	Maître de Conférences	En poste
14	MBARGA BINDZI Marie Alain.	Chargé de Cours	Inspecteur académ. N°1 MINESUP
15	NGALLE Hermine BILLE	Chargé de Cours	En poste
16	NGODO MELINGUI Jean Baptiste	Chargé de Cours	En poste
17	NGONKEU MAGAPTCHE Eddy Léonard	Maître de Conférences	En poste
18	NGOUO Lucas Vincent	Chargé de Cours	En poste
19	NSOM ZAMO Annie Claude ép. Pial	Chargé de Cours	Expert national./UNESCO
20	ONANA Jean Michel	Chargé de Cours	En poste
21	TONFACK Libert Brice	Chargé de Cours	En poste
22	TSOATA Esaïe	Chargé de Cours	En poste
23	DJEUANI Astride Carole	Assistant	En poste
24	GONMADGE Christelle	Assistant	En poste
25	MAFFO MAFFO Nicole Liliane	Assistant	En poste
26	NNANGA MEBENGA Ruth Laure	Assistant	En poste
27	NOUKEU KOUAKAM Armelle	Assistant	En poste

4-DEPARTEMENT DE CHIMIE INORGANIQUE (C.I.) (35)

1	KETCHA MBADCAM Joseph	Professeur	Chef de Département
2	NDIFON Peter TEKE	Professeur	CT MINRESI
3	NGAMENI Emmanuel	Professeur	Doyen/ UD
4	GHOOGOMU Paul MINGO	Professeur	Directeur Cabinet PM
5	LAMINSI Samuel	Professeur	En poste
6	MELO née CHINJE Uphie F.	Professeur	Recteur/UN
7	AGWARA ONDOH Moïse	Professeur	Vice-Recteur/ UBda
8	NANSEU Charles Péguy	Professeur	En poste
9	NENWA Justin	Professeur	En poste
10	BABALE DJAM DOUDOU	Maître de Conférences	En poste
11	DJOUFAC WOUMFO Emmanuel	Maître de Conférences	En poste
12	ELIMBI Antoine	Maître de Conférences	En poste
13	KONG SAKEO	Maître de Conférences	En poste
14	NDIKONTAR Maurice KOR	Maître de Conférences	Vice-Doyen/UBda
15	NGOMO Horace MANGA	Maître de Conférences	Recteur /UB
16	YOUNANG Elie	Maître de Conférences	En poste

17	ACAYANKA Elie	Chargé de Cours	En poste
18	CHEUMANI YONA Arnaud	Chargé de Cours	En poste
19	EMADACK Alphonse	Chargé de Cours	En poste
20	GWET Simon – Pierre	Chargé de Cours	En poste
21	KAMGANG YOUBI Georges	Chargé de Cours	En poste
22	KEUMEGNE MBOUGUEM Jean Claude	Chargé de Cours	En poste
23	KENNE DEDZO Gustave	Chargé de Cours	En poste
24	MBEY Jean Aimé	Chargé de Cours	En poste
25	NDI Julius NSAMI	Chargé de Cours	En poste
26	NDOSIRI Bridget NDOYE	Chargé de Cours	En poste
27	NJIOMOU Chantale épouse DJANGANG	Chargé de Cours	En poste
28	NJOYA Dayirou	Chargé de Cours	En poste
29	NYAMEN Linda Dyorisse	Chargé de Cours	En poste
30	PABOUDAM GBAMBIE Awaou	Chargé de Cours	En poste
31	TCHAKOUTE KOUAMO Hervé	Chargé de Cours	En poste
32	BELIBI BELIBI Placide Désiré	Assistant	En poste
33	KOUOTOU DAOUDA	Assistant	En poste
34	MAKON Thomas Beauregar	Assistant	En poste
35	NCHIMI NONO Katia	Assistant	En poste

5-DEPARTEMENT DE CHIMIE ORGANIQUE (C.O.) (33)

1	DONGO Etienne	Professeur	Vice-Doyen/ DPSSA
2	GHOGOMU TIH ROBERT RALPH	Professeur	Directeur I.B.A. Fouban
3	MBAFOR Joseph	Professeur	En poste
4	NGADJUI TCHALEU B.	Professeur	Chef de dépt FMBS
5	NGOUELA Silvère Augustin	Professeur	Chef de dépt. UDs
6	NKENGFACK Augustin Ephrem	Professeur	Chef de Département
7	NYASSE Barthélemy	Professeur	Directeur /UN
8	PEGNYEMB Diédonné Emmanuel	Professeur	Directeur au MINESUP
9	WANDJI Jean	Professeur	En poste
10	Alex de Théodore ATCHADE	Maître de Conférences	DEPE/ UYI
11	FOLEFOC Gabriel NGOSONG	Maître de Conférences	En poste
12	KEUMEDJIO Félix	Maître de Conférences	En poste
13	KOUAM Jacques	Maître de Conférences	En poste
14	MBAZOA née DJAMA Céline	Maître de Conférences	En poste
15	NOUNGOUE TCHAMO Diderot	Maître de Conférences	En poste
16	TCHOUANKEU Jean-Claude	Maître de Conférences	Vice-Recteur/ UYII
17	YANKEP Emmanuel	Maître de Conférences	En poste
18	TCHUENDEM KENMOGNE Marguerite	Maître de Conférences	En poste
19	TIH née NGO BILONG E. Anastasie	Maître de Conférences	En poste
20	AMBASSA Pantaleon	Chargé de Cours	En poste
21	EYONG Kenneth OBEN	Chargé de Cours	En poste
22	FOTSO WABO Ghislain	Chargé de Cours	En poste
23	KAMTO Eutrophe Ledoux	Chargé de Cours	En poste
24	MKOUNGA Pierre	Chargé de Cours	En poste
25	NGO MBING Joséphine	Chargé de Cours	En poste
26	NGONO BIKOBO Dominique Serge	Chargé de Cours	Chef Cell/ MINRESI
27	NOTE LOUGBOT Olivier	Chargé de Cours	CEA/MINESUP
28	OUAHOUE WACHE Blandine Marlyse	Chargé de Cours	En poste
29	TABOPDA KUATE Turibio	Chargé de Cours	En poste
30	TAGATSING FOTSING Maurice	Chargé de Cours	En poste
31	ZONDEGOUNBA Ernestine	Chargé de Cours	En poste
32	NGINTEDO Dominique	Assistant	En poste
33	NGOMO Orléans	Assistant	En poste

6-DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE (IN) (26)

1	FOUDA NDJODO Marcel	Professeur	IGA-MINESUP/Chef Dpt ENS
2	ATSA ETOUNDI Roger	Professeur	Chef de Département Chef Division MINESUP
3	NDOUNDAM René	Maître de Conférences	En poste
4	CHEDOM FOTSO Donatien	Chargé de Cours	En poste
5	DJAM Xaviera Youth KIMBI	Chargé de Cours	En poste
6	KOUOKAM KOUOKAM Etienne Appolin	Chargé de Cours	En poste
7	MELATAGIA YONTA Paulin	Chargé de Cours	En poste
8	MOTO MPONG Serge Alain	Chargé de Cours	En poste
9	TINDO Gilbert	Chargé de Cours	En poste
10	TSOPZE Norbert	Chargé de Cours	En poste
11	WAKU KOUAMOU Jules	Chargé de Cours	En poste
12	ABESSOLO ALO'O Gislain	Assistant	En poste
13	AMINOU Halilou	Assistant	En poste
14	BAYEM Jacques Narcisse	Assistant	En poste
15	DOMGA KOMGUEM Rodrigue	Assistant	En poste
16	EBELE Serge	Assistant	En poste
17	HAMZA Adamou	Assistant	En poste
18	KAMDEM KENGNE Christiane	Assistant	En poste
19	KAMGUEU Patrick Olivier	Assistant	En poste
20	JIOMEKONG AZANZI Fidel	Assistant	En poste
21	MAKEMBE S. Fritz Oswald	Assistant	En poste
22	MEYEMDOU Nadège Sylvianne	Assistant	En poste
23	MONTHÉ DJIADEU Valéry Martial	Assistant	En poste
24	NKONDOCK MI BAHANACK Nicolas	Assistant	En poste
25	OLE OLE David Claude	Assistant	En poste
26	TAPAMO KENFACK Hyppolite	Assistant	En poste

7-DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES (MA) (33)

1	BEKOLLE David	Professeur	Vice-Recteur UN
2	BITJONG NDOMBOL	Professeur	En poste
3	DOSSA COSSY Marcel	Professeur	En poste
4	AYISSI Raoult Domingo	Maître de Conférences	Chef de Département
5	EMVUDU WONO Yves S.	Maître de Conférences	Dir.MINESUP
6	NKUI MI JUGNIA Célestin	Maître de Conférences	En poste
7	NOUNDJEU Pierre	Maître de Conférences	En poste
8	AGHOUKENG JIOFACK Jean Gérard	Chargé de Cours	C.E. MINEPAT
9	BOGSO Antoine M	Chargé de Cours	En poste
10	CHENDJOU Gilbert	Chargé de Cours	En poste
11	DOUANLA YONTA Hermann	Chargé de Cours	En poste
12	FOMEKONG Christophe	Chargé de Cours	En poste
13	KIANPI Maurice	Chargé de Cours	En poste
14	KIKI Maxime Armand	Chargé de Cours	En poste
15	MBAKOP Guy Merlin	Chargé de Cours	En poste
16	MBANG Joseph	Chargé de Cours	En poste
17	MBEHOU Mohamed	Chargé de Cours	En poste
18	MBELE BEDIMA Martin	Chargé de Cours	En poste
19	MENGUE MENGUE David Joe	Chargé de Cours	En poste
20	NGUEFACK Bertrand	Chargé de Cours	En poste
21	POLA DOUNDOU Emmanuel	Chargé de Cours	En poste
22	TAKAM SOH Patrice	Chargé de Cours	En poste
23	TCHANGANG Roger Duclos	Chargé de Cours	En poste
24	TCHOUNDJA Edgar Landry	Chargé de Cours	En poste
25	TIAYA TSAGUE N. Anne- Marie	Chargé de Cours	En poste
26	DJIADEU NGAHA Michel	Assistant	En poste
27	MBIAKOP Hilaire George	Assistant	En poste
28	NIMPA PEFOUKEU Romain	Assistant	En poste

29	TANG AHANDA Barnabé	Assistant	Chef Serv. MINPLAMAT
30	TETSADJIO TCHILEPECK Mesmin Erick	Assistant	En poste
8-DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE (MB) (13)			
1	ETOA François-Xavier	Professeur	Recteur UDO/Chef de Département
2	BOYOMO ONANA	Maître de Conférences	En poste
3	ESSIA NGANG Jean Justin	Maître de Conférences	Chef de Division recherche IMPM
4	NYEGUE Maximilienne Ascension	Maître de Conférences	En poste
5	NWAGA Dieudonné M.	Maître de Conférences	En poste
6	RIWOM Sara Honorine	Maître de Conférences	En poste
7	SADO KAMDEM Sylvain Leroy	Maître de Conférences	En poste
8	BODA Maurice	Chargé de Cours	En poste
9	ENO Anna Arey	Chargé de Cours	En poste
10	ESSONO OBOUGOU Germain Gabriel	Chargé de Cours	En poste
11	BOUGNOM Blaise Pascal	Chargé de Cours	En poste
12	NJIKI BIKOÏ Jacky	Assistant	En poste
13	TCHIKOUA Roger	Assistant	En poste
9-DEPARTEMENT DE PHYSIQUE (PH) (41)			
1	ESSIMBI ZOBO Bernard	Professeur	En poste
2	KOFANE Timoléon Crépin	Professeur	En poste
3	NJOMO Donatien	Professeur	En poste
4	TABOD Charles TABOD	Professeur	Doyen/Ubda
5	WOAFO Paul	Professeur	En poste
6	NDJAKA Jean Marie Bienvenu	Professeur	Chef de Département
7	PEMHA Elkana	Professeur	En poste
8	TCHAWOUA Clément	Professeur	En poste
9	BIYA MOTTO Frédéric	Maître de Conférences	Dir.Gén. B. MEKIM
10	BEN- BOLIE Germain Hubert	Maître de Conférences	En poste
11	DJUIDJE KENMOE Gemaine épouse ALOYEM KAZE	Maître de Conférences	En poste
12	EKOBENA FOU DA Henri Paul	Maître de Conférences	Chef Dépt UN
13	EYEBE FOU DA Jean Sire	Maître de Conférences	En poste
14	FEWO Serge Ibraïd	Maître de Conférences	En poste
15	MBANE BIOUELE	Maître de Conférences	En poste
16	NANA NBENDJO Blaise	Maître de Conférences	En poste
17	NJANDJOCK NOUCK Philippe	Maître de Conférences	Chef Serv. MINRESI
18	NOUAYOU Robert	Maître de Conférences	En poste
19	OUMAROU BOUBA	Maître de Conférences	En poste
20	SAIDOU	Maître de Conférences	En poste
21	SIEWE SIEWE Martin	Maître de Conférences	En poste
22	ZEKENG Serge Sylvain	Maître de Conférences	En poste
23	BODO Bernard	Chargé de Cours	En poste
24	ENYEGUE A NYAM Françoise épouse BELINGA	Chargé de Cours	En poste
25	EDONGUE HERVAIS	Chargé de Cours	En poste
26	FOUEDJIO David	Chargé de Cours	Chef Cellule MINADER
27	HONA Jacques	Chargé de Cours	En poste
28	MBINACK Clément	Chargé de Cours	En Poste
29	MBONO SAMBA Yves Christian U.	Chargé de Cours	En poste
30	NDOP Joseph	Chargé de Cours	En poste
31	OBOUNOU Marcel	Chargé de Cours	Dir.acad/Univ.Int.Etat Cam-Congo
32	SIMO Elie	Chargé de Cours	En poste
33	TABI Conrad Bertrand	Chargé de Cours	En poste
34	TCHOFFO Fidèle	Chargé de Cours	En poste
35	VONDOU DERBETINI Appolinaire	Chargé de Cours	En Poste

36	WAKATA née BEYA Annie	Chargé de Cours	Chef Serv. MINESUP
37	WOULACHE Rosalie Laure	Chargé de Cours	En poste
38	ABDOURAHIMI	Assistant	En Poste
39	CHAMANI Roméo	Assistant	En Poste
40	MELI'I Jorelle Larissa	Assistant	En Poste
41	MVOGO Alain	Assistant	En Poste
10- DEPARTEMENT DE SCIENCES DE LA TERRE (S.T.) (44)			
1	NDJIGUI Paul-Désiré	Professeur	Chef de Department
2	NZENTI Jean-Paul	Professeur	En poste
3	BITOM Dieudonné Lucien	Professeur	Doyen FASA/ UD
4	FOUATEU Rose épouse YONGUE	Maître de Conférences	En poste
5	KAMGANG Pierre	Maître de Conférences	En poste
6	MEDJO EKO Robert	Maître de Conférences	Conseiller Technique/UYII
7	MOUNDI Amidou	Maître de Conférences	CT/MINMIDT
8	NDAM NGOUPAYOU Jules-Remy	Maître de Conférences	En poste
9	NGOS III Simon	Maître de Conférences	D.A.A.C./UM
10	NJILAH Isaac KONFOR	Maître de Conférences	En poste
11	NKOUMBOU Charles	Maître de Conférences	En poste
12	TEMDJIM Robert	Maître de Conférences	En poste
13	YENE ATANGANA Joseph Q.	Maître de Conférences	Chef de Divi/ MINTP
14	ABOSSOLO née ANGUE Monique	Chargé de Cours	Chef DAASR FS/UYI
15	BEKOA Etienne	Chargé de Cours	En poste
16	BISSO Dieudonné	Chargé de Cours	Dir.Projet Barage Memve'ele
17	EKOMANE Emile	Chargé de Cours	En poste
18	ESSONO Jean	Chargé de Cours	En poste
19	EYONG John TAKEM	Chargé de Cours	En poste
20	FUH Calistus Gentry	Chargé de Cours	Serv D'ETAT /MINMIDT
21	GANNO Sylvestre	Chargé de Cours	En poste
22	GHOGOMU Richard TANWI	Chargé de Cours	Chef de Dépt IMIP/Maroua
23	LAMILLEN BILLA Daniel	Chargé de Cours	En poste
24	MBIDA YEM	Chargé de Cours	En poste
25	MINYEM Dieudonné	Chargé de Cours	Chef de Dépt IMIP/Maroua
26	MOUAFO Lucas	Chargé de Cours	En poste
27	NGO BELNOUN Rose Noël	Chargé de Cours	En poste
28	NGO BIDJECK Louise Marie	Chargé de Cours	En poste
29	NGUEUTCHOUA Gabriel	Chargé de Cours	CEA MINRESI
30	NJOM Bernard de Lattre	Chargé de Cours	En poste
31	NYECK Bruno	Chargé de Cours	En poste
32	ONANA Vincent	Chargé de Cours	En poste
33	TCHAKOUNTE Jacqueline ép. NUMBEM	Chargé de cours	CEA MINRESI
34	TCHOUANKOUE Jean-Pierre	Chargé de Cours	En poste
35	ZO'O ZAME Philémon	Chargé de Cours	DG ART
36	TEMGA Jean Pierre	Chargé de Cours	En poste
37	ANABA ONANA Achille Basile	Assistant	En Poste
38	BINELI BETSI Thierry Olivier	Assistant	En Poste
39	METANG Victor	Assistant	En poste
40	NOMO NEGUE Emmanuel	Assistant	En poste
41	SABABA Elisé	Assistant	En Poste
42	TCHAPTCHET TCHATO De Pesquidoux I	Assistant	En poste
43	TEHNA Nathanaël	Assistant	En poste

**Répartition chiffrée des enseignants permanents par Département
(Juin 2018)**

Département	Nombre d'enseignants				
	Pr	MC	CC	ASS	Total
BC	5 (1)	8 (3)	16 (9)	11 (6)	40 (19)
BPA	10 (0)	10 (1)	18 (6)	06 (4)	44 (11)
BPV	04 (0)	08 (0)	13 (3)	5 (6)	27 (9)
C.I.	09 (1)	07 (0)	15 (3)	04(2)	35 (6)
C.O.	9 (0)	10 (3)	12 (3)	2 (0)	33 (6)
IN	02 (1)	01 (0)	08 (0)	15 (4)	26 (5)
MA	3 (0)	04 (0)	18 (1)	05 (0)	30 (1)
MB	1 (0)	6 (1)	4 (2)	2 (0)	13 (3)
PH	8 (0)	14 (1)	15 (2)	4 (2)	41 (5)
ST	3 (0)	10 (1)	23 (4)	07 (0)	43 (5)
Total	53 (3)	76 (10)	142 (33)	61 (24)	332 (70)

Soit un total de : 332 (70) dont

- Professeurs 54 (3)
- Maîtres de Conférences 77 (10)
- Chargés de Cours 140 (33)
- Assistants 61 (24)

- () = Nombre de femmes.

Le Doyen de la Faculté des Sciences

AWONO ONANA, Professeur

DEDICACE

Ma mère ABEMNUI ASABA Grace,
Mon fils MBOG MBOG SAKTA Séverin Floberto et mon père MBOG Jean.

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce travail a été possible grâce aux enseignements reçus du Département de Biologie et Physiologie Végétales, au soutien du Laboratoire des Biotechnologies Végétales et Environnement de l'Université de Yaoundé I, ainsi qu'aux différents conseils des parents, amis et camarades. Ce travail est une occasion pour moi de leur témoigner toute ma reconnaissance. Qu'il me soit permis de remercier les personnes ci-après:

- Pr. DJOCGOUE Pierre François, Directeur de ce mémoire qui malgré toutes ses occupations, a accepté de diriger ce travail. Sa disponibilité, sa rigueur scientifique, ses conseils et ses supports didactiques m'ont permis de mener ce travail à son terme. Je ne le remercierai jamais assez pour toute la patience et la sollicitude dont il a fait montre ;
- Pr. YOUMBI Emmanuel, Chef du Département de Biologie et Physiologie Végétales pour les enseignements dispensés et pour sa rigueur scientifique ;
- Pr. KENGNE NOUMSI Ives Magloire qui pour avoir accepté de suivre ce travail ;
- Pr. AMBANG Zachée, Pr. BELL Joseph, Pr. ZAPFACK Louis, Pr. NWAGA Dieudonné, Pr. ZEBAZE TOGOUET S., Pr. NIEMENAK Louis, qui m'ont beaucoup encouragé à travers ses conseils et le suivi de ce travail ;
- Dr. Evrard Marcel NGUIDJOE et Mr MANGA Blaise, encadreurs de terrain du mémoire de thèse, et grâce à qui ce travail a pris corps et âme; trouvez ici ma gratitude et ma reconnaissance à jamais ;
- A tous les Enseignants du Département de Biologie et Physiologie Végétales de l'Université de Yaoundé I pour leur encadrement remarquable ;
- A Mme AYO Anne, M. LETAH Wilfried, WANDA Christian et Dr. DJUMYOM Valery du Laboratoire des Biotechnologies Végétales et Environnement de l'Université de Yaoundé I et au Dr. MANGA NDJAGA Jude du Laboratoire LAF314 de Physiologie Végétale de l'Ecole Normale Supérieure de Yaoundé pour leur disponibilité et leurs conseils qui ont été déterminants pour la réalisation de ce travail ;

- A mon épouse SAKTA DJEUKAM Carine Annie et mon fils MBOG MBOG ABEMNUI Ephésien Fernando dont l'aide, le soutien matériel et moral ont été très importants. Qu'elle trouve en ce travail un motif de satisfaction
- A Mme SAKTA Yvonne, pour son assistance tout le long de ma formation professionnelle et ses conseils ;
- Aux familles MBOG, ASABA, SAKTA, NYOBE, MANI, pour le soutien tant moral que matériel. Trouvez en ce travail l'expression de ma profonde gratitude;
- A mes frères et sœurs pour leur soutien moral à l'instar de : ASABA MBOG Armand, NACK NYOM Moise Cyrille, MBOG Jan Olivier ;
- A Mes camarades de la première promotion de la Filière Santé et Environnement, qu'ils trouvent ici l'expression de ma reconnaissance pour tout ce qu'ils ont fait pour moi en particulier NKADA Laurent, BIDIAS Jacob, TCHATCHOUA Paul, WAMBA Julbert, ZIEGAIN Pierre Apôtre, AMOUGOU BETE, NGUEFFANG Francis, FOMOU Ghislain, MOTA Brice, ETOUNDI Florent, ZEKENG, CHIMI, NGUEMEDJI Moussa , FANTA Sylvie, NDI Patricia, KENGNE F. Joséphine, MBIACOB SAKTA Lysselotte, NGUILOT NGUILOT Sandrine, PENCY NTEPPE Carine Sonia.

Je pense particulièrement à Mr. LEKEFACK Jean Paul, Mr. BOMBA Laurent et aussi Mr GADJI DJIDERE dont les conseils m'ont été d'un grand apport, tout le personnel de la Direction de la Promotion de la Santé (DPS) du Ministère de la Santé Publique.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ENSEIGNANTS PERMANENTS	i
DEDICACE.....	ix
REMERCIEMENTS	x
TABLE DES MATIERES	xii
LISTE DES FIGURES.....	xvi
LISTE DES TABLEAUX.....	xviii
LISTE DES ANNEXES	xix
LISTE DES ABREVIATIONS	xx
RESUME.....	xxi
ABSTRACT	xxiii
CHAPITRE I: GENERALITES	1
I.1. INTRODUCTION.....	2
I.2. Revue de la littérature	6
I.2.1. Définition de quelques concepts.....	6
I.2.2. Typologie des déchets	7
I.2.3. Typologie et caractérisation des déchets d'activités de soins.....	10
I.2.4. Circuits d'élimination des déchets Biomédicaux solides	13
I.2.5. Traitement des déchets biomédicaux (Élimination finale).....	17
I.2.6. Valorisation des déchets biomédicaux	22
I.2.7. Estimation de la production des déchets biomédicaux	23
I.2.8. Risques liés à la mauvaise gestion des déchets hospitaliers.....	23
I.2.9. Conséquences des déchets biomédicaux solides sur l'environnement physique et humain.....	27
I.2.10. Système de santé au Cameroun	29
I.2.11. Cadre Politique, Légal et Administratif de la gestion des Déchets Biomédicaux au Cameroun	33
I.3. Brève présentation du projet PAISS.....	43
CHAPITRE II: MATERIEL ET METHODES.....	46
II. MATERIEL ET METHODES.....	47
II.1. Présentation de la zone d'étude.....	47
II.1.1. Cadre géographique.....	47
II.1.2. Matériel utilisé.....	47

.....	48
II.1.3. Champs de l'étude.....	48
II.1.4. Population de l'étude.....	49
I.1.5. Présentation des formations sanitaires de la zone d'étude	49
III.2. Méthodes	53
II.2.1. Etat des lieux de la gestion des déchets biomédicaux solides dans les formations sanitaires	53
II.2.2. Evaluation des impacts, des risques sanitaires et approches innovantes liés à la gestion des déchets biomédicaux solides	57
II.2.3. Modélisation du système de traitement	62
II.2.3.1. Modélisation du système de traitement	62
II.2.4. Plan d'Action de gestion de DBMS	69
II.2.5. Traitement des données collectées	69
CHAPITRE III: RESULTATS ET DISCUSSION	70
III.1.Résultats.....	71
III. 1.1. État des lieux des DBMS dans les formations sanitaires de la zone d'étude.....	71
III.1.1.1. Etat de l'environnement du site.....	71
III.1.1.2. Etat de salubrité.....	72
III.1.1.3. Connaissances du personnel sur la gestion des DBMS.....	74
III.1.1.3.1. Personnel sur les risques liés aux DBMS	74
III.1.1.3.2. Typologie des DBMS	74
III.1.1.3.3. Causes de la mauvaise gestion des DBMS.....	75
III.1.1.4. Appréciation de l'efficacité du système de gestion des DBMS dans les FOSA	76
III.1.1.5. Gestion du personnel sanitaire dans les FOSA	77
III.1.1.6. Estimation des déchets biomédicaux solides produits dans les FOSA	78
III.1.1.6.1. Caractérisation des DBMS	78
III.1.1.7. Organisation du système de gestion des déchets biomédicaux solides.....	81
III.1.1.8. Mode de traitement des déchets biomédicaux solides dans les FOSA	82
III.1.1.8.1. Incinérateurs	82
III.1.1.8.2. Brûlage de déchets à l'air libre	83
III.1.1.8.3. Enfouissement sur le site de production	84
III.1.2. Evaluations des impacts, des risques sanitaires et approches innovantes liées à la gestion des DBMS	85
III. 1.2.1. Approches innovantes dans la gestion des DBMS dans les FOSA.....	85
III. 1.2.1.1. Gestion des déchets biomédicaux solides dans les FOSA de la région du Nord-Ouest	85
III. 1.2.1.2. Gestion des déchets biomédicaux solides dans les FOSA de la région Est	86

III. 1.2.1.3. Gestion des déchets biomédicaux solides dans les FOSA de la région du Nord et Adamaoua.....	87
III. 1.2.2. Identification des impacts environnementaux et sanitaires.....	88
III. 1.2.3. Evaluation des impacts environnementaux et sanitaires.....	91
III. 1.2.3.1. Impact sur l'environnement.....	91
III. 1.2.3.2. Impact sur la santé.....	92
III.1.2.3.3. Impacts socio-culturels.....	93
III.1.2.3.4. Impacts des déchets biomédicaux sur les populations riveraines / personnes exposées.....	93
III. 1.2.4. Evaluation des risques sanitaires et environnementaux.....	98
III.1.2.4.1. Identification des risques dans les FOSA.....	98
III.1.2.4.2. Evaluation des risques dans les FOSA.....	102
III. 1.2.4.3. Risques pour le personnel des FOSA.....	105
III. 1.2.4.4. Connaissance des risques sanitaires.....	106
III. 1.2.4.5. Comportement du personnel des FOSA.....	106
III. 1.2.4.6. Cas des accidents dus aux objets piquants et tranchants.....	106
III. 1.2.4.7. Risques de maladie (VIH) suite à un accident d'exposition au sang....	106
III. 1.2.4.8. Risques liés à la mauvaise gestion des déchets biomédicaux dans les FOSA.....	108
III. 1.2.4.9. Risques environnementaux.....	108
III.1.3. Modélisation du système de traitement et plan d'Action pour la gestion de DBM solides dans les formations sanitaires.....	109
III.1.3.1. Modélisation du système de traitement des DBMS.....	109
III.1.3.1.1. Présentation du système de traitement des DBMS.....	109
III.1.3.1.2. Analyse du système de traitement pour la gestion de DBMS dans les formations sanitaires.....	113
III.1.3.2. Model économique de la mise en œuvre du système d'incinération des DBMS.....	115
III.1.3.3. Model énergétique de la mise en œuvre du système d'incinération des DBMS.....	116
III.1.3.4. Model environnemental de la mise en œuvre du système d'incinération des DBMS.....	118
III.1.4. Plan d'Action de la gestion de DBM solides dans les formations sanitaires..	120
III.2. Discussion.....	130
CHAPITRE IV: CONCLUSION, RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES.....	138
IV.1. CONCLUSION.....	139
IV.2. RECOMMANDATIONS.....	140
VI.3. PERSPECTIVES.....	142
BIBLIOGRAPHIE.....	143
ANNEXES.....	160

LISTE DES FIGURES

Fig.2. Type d'incinérateur artisanal (a-Incinérateur à fût ;b- Incinérateur à Santapur ;c- Incinérateur à Manahari, d-Incinérateur artisanal MONFORT, e-Incinérateur à fosse).	22
Fig.4: Déchets biomédicaux solides en pleine nature exposant ainsi la population à des dangers.....	26
Fig.5:Sources de production des déchets solides hospitaliers dans les FOSA.	27
Fig.8. Localisation de différentes formations sanitaires dans la zone d'étude.	48
Fig.9. Pesage des déchets (a. pesée des déchets à la Maternité ; b. pesée au Laboratoire). .	57
Fig.10. Analyse de fabrication de l'incinérateur artisanal.	64
Fig. 11. Eléments de conception de l'incinérateur.	65
Fig. 12. Dépôt des déchets biomédicaux solides (.a-DBMS près des bâtiments administratifs de hôpital Régional de Ngaoundéré, b- DBMS aux alentours des bacs et à proximité des écoles ; c-obstruction des caniveaux par les DBMS à Hôpital Régional de Bertoua).	71
Fig.13. Etat de salubrité dans les FOSA du Nord.....	73
Fig.14. Etat de salubrité dans les FOSA de l'Adamaoua.	73
Fig.15. Etat de salubrité dans les FOSA de l'Est.....	73
Fig.16. Etat de salubrité dans les FOSA au Nord-Ouest.	73
Fig.17. Etat de salubrité dans les FOSA de la zone d'étude.....	74
Fig.18. Causes de la mauvaise gestion des DBMS dans certaines FOSA (A : absence de sensibilisation, B : insuffisance des ressources financières ; C : insuffisance des ressources matérielles).	75
Fig.19. Niveau d'éducation des agents responsables de la gestion des DBMS dans certains FOSA des quatre régions du Cameroun.	76
Fig.20. Appréciation de l'efficacité du système de gestion des DBMS dans les FOSA enquêtées	76
Fig.21. Equipements de protections individuelles retrouvées dans les FOSA.	78
Fig.22. Caractérisation des déchets solides biomédicaux par formations sanitaires.	79
Fig.23. Caractérisation des déchets solides biomédicaux.....	80
Fig.24. Déchets encombrants.....	80
Fig.25. Estimation des déchets solides biomédicaux produits dans les Fosa des quatre régions par an.....	81
Fig.26. Organisation de la gestion des déchets biomédicaux solides dans les FOSA de la zone d'étude.....	82
Fig.27. Incinérateur des DBMS dans les fûts.	83

Fig.28. Incinérateur à une chambre de combustion de type Montfort (a : déchets mis dans l'incinérateur ; b : vue d'ensemble de l'incinérateur).....	83
Fig.29. Brûlage à l'air libre des déchets.	84
Fig.30. Enfouissement des DBMS.	84
Fig. 31. Gestion des déchets biomédicaux solides dans les FOSA de la région du Nord-Ouest. (a- Dispositif de tri.(Mélange des déchets HD Ndop) ; b-Mode de stockage des DBMS ;c- Mode d'élimination des DBMS au CMI Babessi).	86
Fig. 32. Gestion des DBMS dans les FOSA de la région de l'Est (a- Absence de tri à la base (poubelle ménagère de DBM Hôpital EPC de Bertoua ; b- Mode de stockage des DBMS ; c- Incinération à l'air libre HR de Bertoua).	87
Fig. 33. Gestion DBMS dans les FOSA de la région du Nord et Adamaoua (a- Dispositif de tri. (Hôpital Central de Ngaoundéré et CMA de Ngong) ; b- Mode de stockage des DBMS ; c-. Mode d'élimination des DBMS à l'Hôpital Régional de Garoua).	88
Fig. 34. Impact des DBMS sur l'environnement (a- Encombres au niveau de la circulation des eaux; b- Perte de l'esthétique du milieu hospitalier de Ngaoundéré ; c- rejet des gaz dans l'atmosphère par incinération à l'air libre; d- Pollution de l'eau et du sol). ...	92
Fig. 35. Impact des DBMS sur la santé (a-Entassement des déchets solides provoquant la prolifération des vecteurs ; b- Dépôt anarchique des DMS favorable à la prolifération des vecteurs ; c- Objets dangereux présent à même le sol).	94
Fig.36. Perceptions des risques sanitaires dans les différents FOSA.	105
Fig. 37. Risque environnementaux dû à la mauvaise gestion des DBMS dans les FOSA.	109
Fig.38. Modélisation en 2D du Mini-incinérateur artisanal.	112
Fig. 40. Variations enregistrées en PCI de l'incinérateur des DBMS.	117
Fig.41. Bilan énergétique du cycle d'incinération des DBMS.	118
Fig.42. Comparaison des techniques d'élimination des DBMS en termes de réduction des polluants.....	119
Fig.43. Filière de gestion des déchets biomédicaux solides.	133
Fig.44. Filière de gestion des déchets biomédicaux solides complète.	134

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Impact des dioxines et acétaminophène en milieu aquatique.	26
Tableau II : Présentation du système de santé au Cameroun.	30
Tableau III : Les différents niveaux du secteur santé Camerounais.	32
Tableau IV: Couverture sanitaire de la région de l'Est.	50
Tableau V: Couverture sanitaire de la région du Nord-Ouest.	51
Tableau VI: Couverture sanitaire de la région de l'Adamaoua.	52
Tableau VII: Couverture sanitaire de la région du Nord.	53
Tableau VIII. Répartition des personnes enquêtées par catégorie professionnelle dans les FOSA des quatre régions du Cameroun.	55
Tableau IX. Taux de participation des différentes catégories professionnelles.	55
Tableau X : Grille de fréquence d'exposition au risque.	59
Tableau XI : Grille de gravité des dommages.	59
Tableau XII : Grille de criticité.	60
Tableau XIII: Niveau de maîtrise.	61
Tableau XIV : Matrice de priorisation.	62
Tableau XV: Equation théoriques relatives aux entrées de chaleur dans l'incinérateur.	67
Tableau XVI: Equation théoriques relatives aux sorties de chaleur dans l'incinérateur.	68
Tableau XVII: Codage des déchets solides biomédicaux dans les FOSA du Nord-Ouest...	81
Tableau XVIII. Matrice des interactions des activités des formations sanitaires avec les composantes du milieu (Léopold, 2000).	90
Tableau XIX : Matrice de caractérisation des impacts.	95
Tableau XX : Identification des risques par section d'activités sanitaires.	99
Tableau XXI : Evaluation des risques dans quelques services sanitaires.	102
Tableau XXII Risques pour le personnel des FOSA.	105
Tableau XXIII: Risque d'infection par le VIH/SIDA par étape de production des déchets.	107
Tableau XXIV: Cycle d'incinération des déchets biomédicaux solides.	114
Tableau XXV : Analyses des gaz de combustion dégagés dans l'air par le système proposé.	115
Tableau XXVI. Estimation du coût de traitement des DBMS incluant toute la filière de gestion.	115

Tableau XXVII. Estimation du coût de fabrication de l'incinérateur artisanal amélioré...	116
Tableau XXVIII: Avantages et inconvénients de l'incinérateur amélioré.	120
Tableau XXIX : Plan d'action global de la gestion des déchets biomédicaux dans les FOSA.	122
Tableau XXX : Plan d'Action Prioritaire (PAP) et Budget.....	127

LISTE DES ANNEXES

Annexe. 1. Questionnaire de recherche.	160
Annexe 2 : Modélisation en 2D de l'incinérateur artisanal.	173
Annexe 3 : Présentation cavalière de la modélisation en 2D de l'incinérateur artisanal...	174
Annexe 4 Vue d'ensemble d'un incinérateur des DBMS artisanal amélioré.	175
Annexe 5 : Fonction du coût de traitement des déchets hospitaliers (Sandvik et al. ; 1999)	176
Annexe 6: Certificat et extrait d'articles scientifiques publiés.....	176
Annexe 7: Publication d'un livre sur les impacts et risques sanitaires liés à la gestion des déchets biomédicaux	177
Annexe 8: Demande de subvention pour le brevet invention d'un incinérateur artisanal amélioré pour la gestion des déchets biomédicaux par MINMIDT.....	177
Annexe 9. Fonctions de coût de traitement des déchets biomédicaux solides	178

LISTE DES ABREVIATIONS

AES	:	Accidents d'Exposition au Sang
CSI	:	Centre de Santé Intégré
CSA	:	Centre de Santé Ambulatoire
CHH	:	Comité d'Hygiène Hospitalière
CMA	:	Centre Médical d'Arrondissement
CCC	:	Communication pour le Changement de Comportements
DIB	:	Déchets Industriels Banals
DAOM	:	Déchets Assimilables aux Ordures Ménagères
DBM	:	Déchets Biomédicaux
DBMS	:	Déchets Biomédicaux Solides
DAS	:	Déchets d'Activités de Soins
DASRI	:	Déchets d'Activités de Soins à Risque Infectieux
DH	:	Déchets Hospitaliers
DRCT	:	Déchets à Risque Chimique et Toxique
MDP	:	Mécanisme de développement propre
GDBMS	:	Gestion des Déchets Biomédicaux Solides
MINSANTE	:	Ministère de la Santé Publique
MINEPDED	:	Ministère de l'Environnement, de Protection de la Nature et du Développement Durable
OCB	:	Organisation Communautaire de Base
OMS	:	Organisation mondiale de la Santé
ONG	:	Organisation Non Gouvernementale
PBF	:	Financement Basé sur la Performance
PNUE	:	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
PNGE	:	Plan National de Gestion de l'Environnement
SIDA	:	Syndrome d'Immunodéficience Acquise
UHH	:	Unité d'Hygiène Hospitalière
VIH	:	Virus d'Immunodéficience Humaine

RESUME

Les Déchets Biomédicaux Solides (DBMS) constituent un problème sanitaire et environnemental. Ainsi, une étude a été menée dans certaines régions (Nord, Adamaoua, Est, Nord-Ouest) du Cameroun pour élaborer un système de gestion des déchets biomédicaux dont la mise en œuvre permettra d'améliorer la santé publique, tout en respectant les préoccupations environnementales, techniques et socioculturelles.

La description et l'observation des points de vues des patients et personnels hospitaliers ont été orientées pour l'atteinte des objectifs de l'étude. L'échantillon représenté par les responsables des Formations Sanitaires (FOSA), les chefs de services, les surveillants de services, les responsables de l'hygiène hospitalière, les agents de collecte des déchets et les personnels de soins ainsi que des opérateurs d'incinérateurs a permis d'apprécier la gestion des DBMS. La collecte des données a été effectuée à travers les techniques qui sont l'observation directe, l'entretien semi-structuré, l'analyse des systèmes de traitements, l'analyse documentaire et les pesées des types des déchets. Par ailleurs, les outils d'identification des impacts par la matrice de Léopold et la grille de Martin Fecteau ont permis d'identifier et d'évaluer des impacts que génèrent les DBMS sur l'environnement. En outre, des tests ont été réalisés sur la modélisation artisanale améliorée sur les composantes telles que : les fumées et les cendres aux heures variées de la journée ainsi qu'à des températures différentes.

Les résultats obtenus montrent que la quantification et la caractérisation des déchets solides hospitaliers donnent 96,88 kg/jour en moyenne soit 35,36 tonnes des déchets biomédicaux solides par an et 135 kg par jour de déchets ordinaires. Les déchets non dangereux assimilés aux ordures ménagères (papiers, reste de repas, cartons, débris végétaux) représentent 63 % de l'ensemble des déchets produits à l'hôpital, par contre les déchets d'activités de soin (seringues, bistouris, cotons, déchets anatomiques, produits pharmaceutiques) représentent 37 %. Ces derniers sont représentés en grande partie de la matière fermentescible et des déchets encombrants constitués essentiellement des vieux lits et appareillages de service médicotechnique hors usage.

L'insuffisance des ressources humaines, matérielles et financières, le manque de sensibilisation et de formation du personnel hospitalier affectent la bonne gestion des DBM, et exposent les personnels à des risques infectieux, psycho émotionnels, traumatiques et aux accidents liés aux piqûres par les objets piquants ou tranchants ou à des éclaboussures de sang.

Au plan environnemental et sanitaire, le stockage prolongé des déchets est responsable des infections nosocomiales et des nuisances olfactives. Le personnel des différents FOSA, les agents de collecte, les patients et le public encourent quotidiennement des risques traumatiques et émotionnels. Les accidents qui surviennent par piqûres ou blessures sont responsables à 30% dans la plupart des

cas des maladies virales et contagieuses telles que l'hépatite C, l'hépatite B et le SIDA. Il en ressort que la mauvaise gestion des DBMS engendre des risques sur l'environnement. On relève ici, une pollution du sol à 22%, une pollution de l'air à 45%, une pollution de l'eau à 27%, une atteinte à la nappe phréatique à 4% et une contribution au changement climatique à 2%.

Sur 70 formations sanitaires enquêtées, 70% des FOSA n'ont pas des incinérateurs, 25% des FOSA ont des incinérateurs défectueux et 5% ont des incinérateurs au fonctionnement non maîtrisé. Toutefois l'étude menée sur le terrain a permis de mettre sur pied un incinérateur artisanal amélioré répondant aux exigences des FOSA. L'analyse des composantes issues dudit système ressort que le cycle d'incinération des DBMS à des heures variées des activités sanitaires à une température constante de 1100° C produits des cendres et des fumées variant respectivement entre 0,5 et 1,30 kg pour la première composante et entre 10 ppm pour CO, 20 % pour O₂, absent pour CH₄, 0,01 ppm pour H₂S pour la deuxième.

La modélisation énergétique du système de 618 kj/kg, montre que le bilan énergétique du système est nul, car les éléments entrants (déchets, air, eau) sont égaux aux éléments sortants (gaz, cendre, pertes, eau). Ce qui facilite une combustion complète à 98 % des DBMS. Par ailleurs la modélisation environnementale présente des résultats pertinents avec un taux d'émission de CO à 2 %, et une absence totale de méthane (CH₄) et de Sulfure d'hydrogène (H₂S). Au niveau social, ce système simplifié favorise la fabrication locale aisée. Ce qui permet une modélisation économique avec un coût de réalisation de 690 000 FCFA.

Au vu des observations et constats faits, une amélioration du système de gestion des déchets biomédicaux solides et l'accroissement de la sensibilisation du personnel et des usagers sur les modes de gestion des DBMS s'imposent.

Mots clés. Déchets biomédicaux solides, environnemental, risques, incinérateur, formation sanitaires.

ABSTRACT

Solid Biomedical Waste (SBW) is a health and environmental problem. A study was conducted in certain regions (North, Adamaoua, East, North-West) of Cameroon to develop a biomedical waste management system, the implementation of which will improve public health while respecting environmental, technical and socio-cultural concerns.

The description and the observation of the behaviors of the personnel of the hospital were oriented towards the objectives of the study. The sample represented by the health facility managements (HFM), department heads, service supervisors, hospital hygiene managers, waste collection agents and care staff as well as incinerator operators allowed to appreciate the management of SBW. The collection of data was carried out through the services which are in charged of the maintenance, the analysis of the treatment systems and the documentary analysis. In addition, tools for identifying impacts by Leopold's matrix and Martin Fecteau's grid enabled us to characterize and evaluate the impacts that SBW generate on the environment. In addition, tests were carried out on improved artisanal modeling on components such as: fumes and ashes during the various hours of the day as well as at different temperatures.

The results obtained show that the quantification and characterization of hospital solid waste gives 96.88 kg / day on average, ie 35.36 tons of solid biomedical waste per year and 135 kg per day of ordinary waste. Non-hazardous waste treated as garbage represents 63% of all waste produced in the hospital and consists of paper, the rest of meals, cardboard, plant debris, waste care activities (37%) consist of syringes, scalpels, cottons, anatomical waste, pharmaceutical products. The latter are largely represented by the fermentable material and bulky waste mainly consisting of old beds and non-medical equipment.

The lack of human, material and financial resources, the lack of awareness and training of hospital staff affect the proper management of SBW, and expose staff to infectious, psycho emotional, traumatic and object-related injuries sharp or splashed with blood. In terms of the environment and health, prolonged storage of waste is responsible for nosocomial infections and olfactory nuisances. The staff of the various facilities, the collection agents, the patients and the public daily traumatic and emotional risks. Accidents that occur through stings or injuries are responsible for 30% in most cases of viral and contagious diseases such as hepatitis C, hepatitis B and AIDS. It shows that poor management of DBMS creates environmental risks. Beside that we had, a pollution of the ground to

22 %, a pollution of the air to 45 %, a pollution of the water to 27 %, an attack with the water table to 4 % and a contribution to climate change to 2 %.

Out of 70 health facilities surveyed, 70 % of the hospitals have no incinerators, 25 % of the FOSA have defective incinerators and 5 % have incinerators that do not control the operation. However, a field study has established an improved artisanal incinerator meeting the requirements of the hospitals. Analysis of the components (fumes and ash) of this system shows that the cycle of incineration of SBW at various times of the health activities at a constant temperature of 1100 ° C produces ash and fumes ranging between 0.5 and 1.30 respectively. kg for the first component and between 10ppm for CO, 20 % for O₂, absent for CH₄, 0.01ppm for H₂S for the second.

The energy modeling of the system shows the energy balance of the system is zero because the incoming elements (waste, air, water) are equal to the outgoing elements (gas, ash, losses, water) with a value of 618 kj / kg. In addition, the environmental modeling presented results that are relevant in terms of aspects, environmental with a CO emission rate of 2 %, and a total absence of methane (CH₄) and hydrogen sulphide (H₂S); social with a simplified local manufacturing. Those which allows an economic modeling with cost of realization of 690 000 FCFA.

In view of the observations made, an improvement of the solid biomedical waste management system is indispensable.

Key words. Biomedical solid waste, environmental, sanitary, risks, incinerator.

CHAPITRE I: GENERALITES

I.1. INTRODUCTION

I.1.1.Contexte et Justification

Les activités de soins permettent de protéger la santé, de guérir des patients et de sauver des vies humaines. Mais ces activités génèrent des déchets dont approximativement 40 % représentent un risque infectieux, toxique, traumatique ou radioactif (Anonyme, 2007a et Ahsan, 2012). Aujourd'hui, la gestion des déchets se pose avec acuité, en particulier la gestion des déchets hospitaliers car ces derniers provoquent des risques aussi bien pour la santé de l'homme que pour son environnement (Daoudi, 2008).

Les déchets provenant des soins de santé constituent un réservoir de micro-organismes potentiellement dangereux susceptibles d'infecter les patients et les personnels soignants. Les autres risques infectieux potentiels sont notamment la propagation à l'extérieur des établissements sanitaires de micro-organismes parfois résistants présents dans les établissements de soins (Nganken, 2014).

En outre, les déchets produits par les soins de santé comprennent les objets pointus et tranchants, des déchets ordinaires, le sang, les déchets anatomiques, les produits chimiques, les produits pharmaceutiques, les dispositifs médicaux et les matières radioactives. La mauvaise gestion de ces déchets expose les agents de santé, les agents chargés de leur élimination, et la communauté à un risque d'infections, d'effets toxiques et de blessures (Mouankié, *et al.*, 2015). Elle peut faire également des dégâts au niveau de l'environnement (nuisance, risques pour le personnel et populations environnantes, et atteintes graves aux différents écosystèmes) et donner en outre la possibilité de récupérer le matériel médical jetable (notamment les seringues), de le revendre et potentiellement de le réutiliser sans stérilisation préalable, ce qui est source d'une morbidité importante dans le monde (Nzamuye, 2008). Billau rapporte en 2008 que la majorité des piqûres (60%) survient lors de l'élimination du matériel souillé.

En matière d'élimination des déchets, les établissements de soins sont concernés à double titre en tant que producteurs de déchets donc responsables de leur bonne élimination et en tant que acteurs de santé publique soucieux d'une bonne hygiène pour la protection de la population. Abd en 2010 souligne que la promotion et la protection de la santé sont inextricablement liées à la promotion et à la protection des droits et de la dignité humaine (Ehba, 2017). Au niveau des décharges publiques qui sont souvent non contrôlées dans les pays en voie de développement, ces déchets s'infiltrant et posent le risque de contamination infectieuse, toxique ou radioactive du sol et des eaux souterraines, à l'origine de la pollution de l'écosystème

et de l'apparition d'un certain nombre d'état morbide (choléra, typhoïde...) chez la population (Abdulla, 2008).

Une étude de l'OMS menée en 2010 auprès de 22 pays en voie de développement a montré que 18 à 64 % des établissements de soins n'éliminent pas correctement leurs déchets (Abeliotis, 2011). Meliana en 2009 rapporte que les injections par seringues contaminées sont responsables de :

- 21 millions d'hépatite B (32 % des nouveaux cas) ;
- 2 millions d'hépatite C (40 % des nouveaux cas) ;
- 260 000 cas VIH Sida (5 % des nouveaux cas).

En Afrique la prévalence des infections en rapport avec les activités des soins de santé varie entre 10 à 60 %. 14 % au Mali, 10,9 % au Sénégal, 12 % en Côte d'ivoire et 33 % au Cameroun (Abdelsadok, 2010). 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 (Abor, 2008 ; Charles, 2011).

La gestion des DBMS souffre d'un manque relativement important de soutien financier. Un budget spécifique alloué aux déchets hospitaliers est insuffisant (Anonyme, 2011a). Selon l'OMS, une gestion adéquate de ces déchets nécessiterait une politique d'hygiène appropriée, des moyens humains, matériels et financiers suffisants, du personnel formé et une réglementation adéquate pour pouvoir prévenir, si non réduire, tout risque pour les patients, les professionnels et l'environnement (Ntirenganga, 2008). Akter en 2010 et 2013 rapporte que « L'insuffisance des ressources financières limite considérablement les initiatives visant à assurer une gestion correcte des DH, la majorité des formations sanitaires n'a pas prévu une ligne budgétaire spécifique pour prendre en charge les activités de gestion des DH ».

L'étude menée en 2008 par le MINSANTE/DPS au niveau des formations sanitaires a montré une gestion défectueuse des DBMS et une absence totale de stratégies correctrices. Au Cameroun, la production de déchets biomédicaux est estimée à 585 tonnes/an soit 1603kg/jr. Les déchets biomédicaux solides comptent parmi ceux qui représentent le plus grand risque pour la santé de la population (Manga, 2008).

Malgré la législation qui n'a cessé d'évoluer, il reste beaucoup de chemin à parcourir pour que les impacts des DH sur la santé et l'environnement soient atténués et atteignent un niveau raisonnable, selon les normes internationales déterminées par l'OMS ou le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE).

Le Cameroun a fait du secteur de la santé un des secteurs prioritaires. Or la réalisation de cette ambition nécessite une population active et en bonne santé. Ce qui exige des infrastructures hospitalières adaptées aux besoins du Cameroun. A l'état actuel la gestion des déchets contraste fortement avec les options de modernisation des établissements de soins au Cameroun.

C'est dans ce contexte que, le gouvernement Camerounais dans ses efforts d'une bonne gestion des déchets, met en œuvre des actions visant la prévention et la protection de l'hygiène dans les établissements de soins. Le décret N°2012/2809/PM du 26 septembre 2012 relatif aux conditions de tri, de collecte, de stockage, de transport, de récupération, de recyclage, de traitement et d'élimination finale des déchets stipule en son article 12 (1) que: les déchets médicaux et pharmaceutiques font l'objet d'une gestion spécifique visant à éviter toute atteinte à la santé de l'homme.

Ainsi le Projet d'Appui aux Investissements dans le Secteur de la Santé (PAISS) a été mis sur pied pour contribuer d'une part à l'amélioration de l'état général de la santé des populations à travers une plus grande performance des services de santé, de la qualité de la santé maternelle et infantile, et d'autre part à la réduction de l'impact des maladies transmissibles.

Dans ce cadre il nous a paru nécessaire d'effectuer une étude sur la gestion des DBM solides au sein des formations sanitaires à Financement Basé sur la Performance (PBF) dans certaines régions du Cameroun dans la perspective d'y réduire les risques qui leurs sont liés et d'améliorer les conditions d'hygiène et de sécurité dans l'environnement de travail.

I.1.2. Questions de recherche

Partant de cette problématique, un certains nombres de questions ont été soulevées à savoir :

- Quel est le niveau de connaissance du personnel sur l'hygiène et assainissement du milieu hospitaliers au sein des formations sanitaires de la zone d'étude?
- Quelles sont les stratégies à mettre en place pour une bonne gestion efficace des déchets biomédicaux solides hospitaliers?
- Quelles sont les impacts et risques liés à la mauvaise gestion des déchets biomédicaux solides hospitaliers ?

- Quel système de gestion rationnelle des déchets biomédicaux solides hospitaliers pourra permettre une bonne gestion intégrée des dits déchets dans les FOSA ?

I.1.3. Hypothèse de recherche

La mise en œuvre d'une série de questions débouche nécessairement sur des hypothèses. Celles-ci naissent donc à partir des questions posées au niveau de la problématique.

Compte tenu des préoccupations sus-évoquées, les hypothèses suivantes ont été émises:

- la gestion des DBM solides dans les formations sanitaires du site d'étude ne respecte pas les normes et les guides internationaux et nationaux de gestion des déchets hospitaliers;
- les approches innovantes liées à la gestion des déchets biomédicaux solides seraient à la base des risques, impacts environnementaux et sociaux dans les formations sanitaires et de leur environnement ;
- une technologie améliorée de traitement des DBMS accessible et un plan d'action pourra réduire les impacts des DBMS sur l'environnement.

I.1.4. Objectifs de l'étude

I.1.4.1. Objectif général

L'objectif général de la présente étude est d'élaborer un système de gestion des déchets biomédicaux solides dont la mise en œuvre permettra d'améliorer la santé publique, tout en respectant les préoccupations environnementales, techniques et socioculturelles.

I.1.4.2. Objectifs spécifiques

Pour atteindre cet objectif, le présent travail se propose de :

- réaliser un état des lieux sur la gestion des DBM solides dans les formations sanitaires du site d'étude ;
- évaluer les impacts, les risques sanitaires ainsi que les approches innovantes liées à la gestion des déchets biomédicaux solides;
- proposer une modélisation du système de traitement accessible aux formations sanitaires (FOSA) ;
- proposer un plan d'action pour la bonne gestion de DBM solides.

L'étude a étayé la problématique de la gestion des déchets Biomédicaux solides au niveau des formations dans certaines Régions du Cameroun.

I.2. Revue de la littérature

I.2.1. Définition de quelques concepts

Au sens du Décret N°2012/2802/PM du 26 septembre 2012 fixant les conditions de tri, de collecte, de stockage, de transport, de récupération, de recyclage, de traitement et d'élimination des déchets, les définitions suivantes sont admises :

Déchets : toute substance que le propriétaire abandonne, ou destine à l'abandon ou se trouve dans l'obligation de s'en débarrasser.

Collecte des déchets : toute action de ramassage organisé des déchets par toute personne physique ou morale habilitée à cet effet.

Décharge contrôlée : installation ou site, répondant aux caractéristiques et prescriptions techniques réglementaires ou sont traités et enfouis d'une façon permanente les déchets.

Déchets biodégradables : tout déchet pouvant subir une décomposition sous l'action des champignons et des micro-organismes présents dans le milieu.

Déchets ultimes : tout résidu non biodégradable et non valorisable résultant des conditions techniques et économiques actuelles.

Déchets toxiques ou dangereux : toute forme de déchet qui, par sa nature dangereuse, toxique, réactive, corrosive, explosive, radioactive, inflammable, biologique ou bactérienne, constitue un danger pour l'homme et l'équilibre écologique.

Élimination finale des déchets : toute opération d'incinération, de traitement, de mise en décharge contrôlée ou tout procédé similaire permettant de stocker ou de se débarrasser des déchets conformément aux conditions assurant la prévention des risques pour la santé de l'homme et de l'environnement

Pré-collecte des déchets : ensemble des opérations organisant l'évacuation des déchets depuis le lieu de leur production jusqu'à leur prise en charge par le service de collecte de la commune ou tout autre organisme habilité.

Récupération : toute opération d'obtention des déchets physiques par les installations agréées en vue de leur traitement, leur recyclage et leur élimination immédiate.

Recyclage : réintroduction directe d'un matériel dans son propre cycle de production en remplacement total ou partiel d'une matière première neuve.

Stockage des déchets: dépôt provisoire des déchets dans une installation autorisée à cet effet.

Traitement des déchets : toute opération physique, thermique, chimique, ou biologique conduisant à un changement dans la nature ou la composition des déchets en vue de réduire dans des conditions contrôlées , le potentiel polluant ou le volume et la quantité des déchets , ou d'en extraire la partie recyclable.

Transport des déchets : transfert des déchets des lieux de production vers un site de stockage, de recyclage, de traitement ou d'élimination à l'intérieur du territoire national.

Tri : séparation systématique des déchets selon les différentes catégories.

Valorisation des déchets : toute opération de recyclage , de réutilisation , de récupération, d'utilisation des déchets comme source d'énergie ou toute autre action visant à obtenir des matières premières ou des produits réutilisables provenant de la récupération des déchets , et ce , afin de réduire ou d'éliminer l'impact négatif de ces déchets sur l'environnement.

Gestion des déchets : Toute procédure de pré collecte, de collecte, de stockage, de tri, de transport, de mise en décharge, de traitement, de valorisation, de recyclage et d'élimination des déchets associant le contrôle de ces opérations et la surveillance des sites de décharges pendant la période de leur exploitation ou après leur fermeture .

Déchets Biomédicaux : Ce sont des déchets spécifiques des activités de diagnostic médical, de suivi et de traitement préventif et curatif. Ces déchets sont classés comme des déchets dangereux, et doivent être séparés des autres déchets. Ils utilisent des emballages à usage unique avant l'enlèvement, des durées maximales d'entreposage sont imposées, le transport de ces déchets répond aux exigences imposées aux matières dangereuses (conditionnement, étiquetage, classement par risque biologique).

La gestion des DBM : processus visant à garantir l'hygiène des établissements de soins, la sécurité du personnel de santé et de la communauté. Elle inclut la planification, l'approvisionnement, la formation et le comportement du personnel de santé, l'utilisation correcte des outils, du matériel et des produits pharmaceutiques, les méthodes de traitement adaptées à l'intérieur ou à l'extérieur des établissements de soins et l'évaluation.

I.2.2. Typologie des déchets

En fonction de la situation nationale de la gestion des déchets et des préoccupations futures, pour en minimiser la production, le Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature

et du Développement Durable (MINEPDED) a adopté une typologie des déchets (Anonyme, 2007b).

Celle-ci tient compte du niveau actuel du développement du Cameroun. Cette typologie est la suivante (Alagoz, 2008 ; Mba, 2013):

- les déchets ménagers et assimilés;
- les déchets industriels, commerciaux et artisanaux;
- les déchets hospitaliers;
- les déchets inertes.

I.2.2.1. Déchets ménagers et assimilés

Tout déchet issu des activités de ménage ou tout déchet provenant des activités économiques, commerciales, et artisanales et qui par sa nature, sa composition et ses caractéristiques est similaire aux déchets ménagers (Alhumoud, 2007).

I.2.2.2. Déchets industriels, commerciaux et artisanaux

Tout déchet résultant d'une activité industrielle, agroindustrielle, artisanale ou d'une activité similaire (Amoussou, 2009).

I.2.2.3. Déchets inertes

Tout déchet non inflammable et non biodégradable qui ne produit pas de réaction physique ou chimique et ne contient pas de substances dangereuses ou d'éléments générateurs de nuisances (Sandik, 1999 ; Aptel, 2009).

I.2.2.4. Déchets hospitaliers

Les déchets hospitaliers représentent "tous les déchets générés par le fonctionnement d'un hôpital, tant au niveau de ses services d'hospitalisation et de soins qu'au niveau des services médico-techniques, techniques, administratifs, de ses dépendances " (Amrani;2000 cit Ehba, 2017). Les déchets hospitaliers peuvent être solides, gazeux et ou liquides. Certains produits chimiques utilisés du fait de leur tension de vapeur génèrent des gaz qui à la longue deviennent toxiques autant pour le personnel hospitalier que pour les malades (Aptel, 2011). La présence des incinérateurs engendre aussi des polluants gazeux (dioxines et furannes) dont il faut tenir compte dans la gestion des déchets (Anonyme; 2010). Les déchets liquides quant à eux, concernent essentiellement les eaux usées hospitalières, mais aussi les déchets chimiques tels que les réactifs de laboratoires, les solvants, les produits de fixation, les liquides de

développement des films radiologiques (fixateur et révélateur), le sang et dérivés... (Mbog, 2013 ; Saurabh, 2014).

Cette étude sera plus centralisée sur les déchets hospitaliers plus spécifiquement les déchets Biomédicaux de nature solide.

I.2.2.5. Déchets solides hospitaliers

Deux catégories de déchets solides sont produites par les établissements de soins (Banar, 2009 ; Baciou, 2014):

- les déchets ménagers et assimilables ;
- les déchets médicaux.

I.2.2.5.1. Déchets ménagers et assimilables

Les déchets ménagers et assimilables sont issus des activités non médicales. Ils sont constitués des ordures ménagères, des emballages de conditionnement, des déchets administratifs, de balayage, de cuisine, de jardinage, des travaux, des services généraux, etc. Cette catégorie de déchets représente 75 à 90 % de l'ensemble des déchets des formations sanitaires (Balaguer-Datiz, 2008 ; Madougou, 2010).

I.2.2.5.2. Déchets d'activités de soins /Déchets Biomédicaux

Selon l'OMS, les déchets de soins sont ceux issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif, curatif ou palliatif, dans les domaines de la médecine humaine et vétérinaire (Basarkar, 2014). Les déchets issus des activités d'enseignement, de recherche scientifique ou des laboratoires d'analyse et de production industrielle dans les domaines de la médecine humaine et vétérinaire sont aussi assimilés aux déchets d'activités de soins (Bancel, 2007 ; Samaras, 2010).

Cependant, les déchets d'activités de soins ne sont pas uniquement produits à l'hôpital, ils sont également produits en ambulatoire (Yaya, 2011). Au niveau de l'hôpital, ils sont appelés "Médicaux" ou "concentrés" et au niveau de l'ambulatoire ces déchets sont dits "diffus"(Kanoute, 2007).

Les déchets d'activités de soins (DAS), sont divisés en deux grands groupes : les déchets d'activités de soins sans risque et les DAS à risques (toxique, réactif, traumatique, d'explosive, radioactif, infectieux...) (Bdour, 2007). Ces déchets peuvent être piquants et tranchants (seringues et aiguilles, lames de bistouri, débris de verre, etc.); des pièces anatomiques (placentas et annexes, tissus, cultures, sang et dérivés, fèces...); des fongibles contaminés

(tubulures, coton, plâtre, couches, pansements...) ou des produits chimiques, pharmaceutiques, radioactifs, des conteneurs pressurisés. Cette catégorie représente environ 10 à 25 % de l'ensemble des déchets produits par les formations sanitaires (Bazzoli, 2008).

I.2.3. Typologie et caractérisation des déchets d'activités de soins

Il est important de définir une typologie des DAS car les contraintes de gestion varient selon les types de déchets. Cette dernière lorsqu'elle est définie, constitue l'outil de base dans la gestion des déchets.

Les différentes typologies adoptées classent en général les déchets selon le risque qu'ils représentent. La classification est variable d'un pays à un autre. L'essentiel étant d'établir un guide compréhensible par tous et aisément applicable (Beaulieu, 2004, Bendjouli, 2009, Berg, 2011 et Anonyme, 2016).

La classification internationale des DBM selon l'OMS distingue cinq catégories (Sadou, 2009 ; Ngankem, 2014 ; Saini, 2015) :

- déchets très infectieux;
- déchets sans risque;
- déchets infectieux ni coupants ni piquants;
- déchets coupants ou piquants;
- déchets chimiques et pharmaceutiques;
- déchets spéciaux.

I.2.3.1. Déchets sans risque

Les déchets sans risque sont comparables aux ordures ménagères. Ils comprennent surtout des déchets provenant du secteur hôtelier et administratif des hôpitaux. Ce sont les déchets de secrétariat, de restauration, les emballages de matériel stérilisé. Ils ne présentent pas de risque pour la santé et pour l'environnement, et peuvent, à ce titre être éliminés par la filière des déchets ménagers. Ils constituent environ 85 % de la production (Lecoq, 2008).

I.2.3.2. Déchets très infectieux

Les déchets très infectieux comprennent tous les déchets contenant de fortes concentrations de microbes pathogènes, tels que les cultures microbiennes, les cadavres d'animaux de laboratoire (Ouzir, 2008).

En outre, sont des déchets susceptibles de contenir des germes pathologiques (bactéries, virus, parasites) ou leurs toxines, en quantité ou en concentration suffisante pour causer des maladies chez l'homme ou d'autres organismes vivants (Bicocchi, 2008). Ils peuvent être des pièces anatomiques reconnaissables, des produits sanguins et matières imprégnées de sang, des liquides physiologiques, des cultures de laboratoire, des excréta des malades, des produits sanguins, des produits et consommables utilisés pour des soins des malades ou en dialyse, des cadavres d'animaux de laboratoire, etc (Meliani, 2009 ; Sengodan, 2014).

I.2.3.3. Déchets infectieux ni coupants ni piquants

Ils comprennent tous les autres déchets pathologiques et anatomiques, ainsi que les pansements, le sang et les excréta des patients et tout déchet taché de sang ou d'excréta humains (Bahri, 2008).

I.2.3.4. Déchets coupants ou piquants

C'est tout objet ou matériel utilisé pour la réalisation des activités de soins et susceptible de blesser et de présenter un risque de transmission d'une infection. Il s'agit par exemple des aiguilles à sutures ou à injections, des seringues jetables munies d'aiguilles non démontables, des aiguilles à ailettes, des lames de bistouri et lancettes, des mandrins, des verres cassés, des cathéters, des bistouris, des perforateurs de tubulures, des scalpels brisés etc. (Bittani, 2010 ; Ndiayé, 2014)

I.2.3.5. Déchets chimiques et pharmaceutiques

Ils comprennent les résidus de produits pharmaceutiques et chimiques avec leurs emballages internes. Cette catégorie de déchets comporte tous les produits solides, liquides et gazeux utilisés dans le diagnostic des maladies et des recherches expérimentales, notamment les produits toxiques, le mercure des thermomètres, les produits acides et corrosifs, les produits inflammables, les réactifs et produits des laboratoires, le formol, les concentrés d'hémodialyse, les produits d'imagerie médicale, les solvants, etc (Boeglin, 2011). Il est important de faire la distinction entre déchets chimiques dangereux (ex: mercure, arsenic, pesticides) et non dangereux (ex : détergents) (Roatori, 2007 ; Borne, 2013).

Les déchets pharmaceutiques comprennent les médicaments et produits pharmaceutiques périmés, les vaccins, les médicaments contaminés, les ampoules ou flacons de médicaments vides provenant des services cliniques ou des pharmacies hospitalières, les

résidus des produits cytotoxiques avec leur emballage interne, les urines et excréta provenant des malades traités par les produits cytotoxiques, etc. (Sharma, 2010)

I.2.3.6. Déchets spéciaux

Ils sont repartis dans 5 sous catégories (Mohee, 2005 ; Shinee, 2008 ; Bouanini, 2013):

- les déchets radioactifs;
- les résidus de produits cytotoxiques, avec leurs emballages internes;
- les conteneurs usagés de gaz pressurisés;
- les déchets contenant de fortes concentrations de métaux lourds toxiques (arsenic, mercure, plomb...) tels que les piles électriques usagés et les thermomètres brisés;
- les produits chimiques périmés.

Les déchets radioactifs sont des déchets produits par les services utilisant des radioéléments en sources scellées ou non scellées. Les déchets radioactifs peuvent être solides, liquides, gazeux, tissus contaminés par des éléments radioactifs, aiguilles, seringues, gants, fluides, effluents liquides des préparations, excréta des malades traités ou ayant subi des tests de médecine nucléaire, résidus des matériaux de radioactivité, organes *in vivo*, organes *in vitro*, etc. (Yaya, 2011 ; Borne, 2013)

Plusieurs types de gaz sont utilisés dans les établissements de soins. Ces gaz sont souvent stockés sous pression dans des conteneurs cylindriques ou aérosols (médicaments, aérosols, oxyde d'éthylène). Les conteneurs pressurisés périmés ou même vides contiennent des résidus même minimes qui représentent un danger pour la santé (Bovea, 2010 ; Bouanini, 2013).

Toutefois, étude peut résumer en cinq catégories suivantes la recherche (Bozkurt, 2009 ; Ndiayé, 2014 ; Chilnenbe, 2017) (Fig.1):

- catégorie A : les DBM sans risques ou déchets sans risques (ordures de bureaux, emballages, restes alimentaires) ;
- catégorie B : les DBM nécessitant une attention particulière ou déchets coupant et piquants (déchets anatomiques, déchets tranchants et piquants, déchets pharmaceutiques, déchets sanguins et fluides) ;

- catégorie C : les déchets infectieux et hautement infectieux ou déchets très infectieux ou déchets infectieux ni coupants ni piquants (déchets de laboratoires et cultures microbiologiques) ;
- catégorie D : les autres déchets dangereux ou déchets chimiques (substances chimiques, gazeuses, liquides ou solides à haute teneur en métaux lourds) ;
- catégorie E : les DBM radioactifs ou déchets spéciaux (cobalt, technétium, iridium).



Fig.1. Déchets infectieux et hautement infectieux de catégorie C.

I.2.4. Circuits d'élimination des déchets Biomédicaux solides

Les DBM sont des déchets générés par une activité de soin, ils se différencient des déchets ménagers. Ils sont classés selon leurs caractères polluants en deux catégories à savoir, les déchets à risques (DASRI) et les déchets spécifiques (Mininni, 2007 ; Butler, 2010 ; Slagstad, 2012).

Pour éliminer ces deux catégories de déchets qui acheminer l'intérieur puis à l'extérieur de l'hôpital, il faut suivre les étapes suivantes (Sanogo, 2007 ; Chand, 2012) :

- le tri ;
- le conditionnement et l'étiquetage ;
- le stockage intermédiaire ;
- le transport ;
- le stockage central ;
- l'élimination finale.

I.2.4.1. Tri

C'est la première activité dans le processus de gestion des déchets. Elle s'effectue dès leur génération au niveau des unités de soins. La qualité et la sélectivité de tri permettent d'éviter que les déchets à risque ne se mélangent avec ceux assimilables aux ordures ménagères. Le tri est supervisé par un cadre responsable des déchets, désigné par chaque établissement. (Chaya, 2007 ; Hakim, 2014).

En ce qui concerne les déchets solides hospitaliers, Ils doivent se faire en corrélation avec les activités de soins afin d'éviter un mélange avec d'autres types de déchets, pouvant ainsi compromettre toute la filière de gestion des DBM solides (Cheng, 2009).

Une réalisation adéquate permet de garantir (Billau, 2008 ; Cherubini, 2009 ; Ryan, 2016):

- la sécurité du personnel soignant, du personnel de la filière d'élimination et du grand public;
- le respect des textes réglementaires ;
- la protection de l'environnement.

Selon Chinis (2013), l'objet du tri est de :

- 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.

I.2.4.2. Conditionnement

C'est l'emballage des déchets suivi de l'étiquetage (Barrière physique contre les microorganismes pathogènes) (Clark, 2007 ; Rouisse, 2010) :

- déchets solides médicaux et pharmaceutiques non dangereux, assimilables aux ordures ménagères, à collecter dans des sacs de couleur noire ;
- déchets piquants ou coupants, qui seront dans tous les cas considérés comme infectieux, à collecter, dès leur production, dans des collecteurs rigides et étanches de couleur rouge ou jaune ;
- déchets infectieux non piquants ni coupants doivent être collectés dans des sacs étanches de couleur rouge ou jaune.

Les DBM solides sont conditionnés dans les emballages à usage uniques bien fermé.

- Pour les emballages des DASRI le conditionnement se fait d'une part dans les fûts et de jerricanes en plastiques et d'autre part dans les tubes, les bocaux, les bidons ;

Les objectifs du conditionnement sont de (Contandriopoulos, 2013 ; Anonyme, 2016):

- prévenir la propagation accidentelle des germes potentiellement infectieux ;
- protéger le personnel responsable du transport des déchets, le personnel de soins, les patients et la communauté du risque infectieux ;
- respecter la réglementation ;
- les sacs de déchets ne doivent pas traîner par terre ;
- ils doivent être mis sur des supports adaptés :
 - au volume des sacs plastiques ;
 - à de bonnes garanties d'hygiène ;
 - à une manipulation ergonomique.

I.2.4.3. Etiquetage

Cette étape est nécessaire dans le tri et le conditionnement des DBMS car elle évite plusieurs d'accidents professionnels ainsi que des maladies (Ruoyan, 2010 ; Soliman, 2007).

L'étiquetage doit comprendre les indications suivantes (Amoussou, 2009 ; Crowe, 2011) :

- date de production du sac de déchets ;
- lieu de production avec le nom du responsable du service ;
- destination finale du sac ;

- symbole indiquant le type de risque lié aux déchets éliminés : risque biologique, radioactif.

I.2.4.4. Stockage intermédiaire

Les déchets hospitaliers sont rassemblés là où ils sont produits, dans un récipient spécialement prévu à cet effet.

L'objectif est d'assurer dès le début du cheminement, le regroupement des déchets produits, en respectant les conditions particulières à chaque catégorie de déchets.

Règles de l'entreposage : quantité, durée maximale, température, aération, accessibilité.

Le stockage intermédiaire respectant les caractéristiques suivantes (Jean-Michel, 2009 ; Dash, 2015) :

- emplacement loin des malades et proche de la porte du service ;
- éclairage et aération assurés ;
- paroi facilement lavable ;
- existence de points d'eau pour lavage et désinfection ;
- inaccessible aux chats, insectes et rongeurs ;
- accessible pour le personnel autorisé.

Durée maximale du stockage intermédiaire (Recommandations de l'OMS) (Depointis, 2009 ; Denbos, 2012 et Ehba , 2017):

Climat modéré :

- 72 heures en hiver ;
- 48 heures en été.

Climat chaud :

- 48 heures en saison fraîche ;
- 24 heures en saison chaude.

I.2.4.5. Transport

Cette étape a pour but 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. Si le traitement se fait en dehors de l'hôpital, un transport externe est nécessaire (Osman, 2007 ; Desbrow, 2008).

Si les conteneurs de transport sont réutilisés, ils doivent :

- présenter des parois et surfaces lisses ;
- être constitués de matériaux lavables ;
- être nettoyés et désinfectés intérieurement et extérieurement après vidange et ceci sur le site d'élimination des déchets.

I.2.4.6. Stockage central

Il permet le stockage sécuritaire des déchets en attendant l'élimination finale. Il doit être fermé afin d'éviter toute contamination à l'intérieur et à l'extérieur des établissements de santé (Di Maria, 2014 et Ndié , 2015).

I.2.4.7. Élimination finale

Les producteurs disposent de plusieurs solutions pour une élimination conforme des déchets d'activités de soins qu'ils génèrent. La première étape est le prétraitement (recyclage, encapsulation et désinfection), puis un traitement final (incinération et enfouissement) (Ehba , 2017).

I.2.5. Traitement des déchets biomédicaux (Élimination finale)

Le but de toute gestion saine des déchets est la préservation de la santé des populations et de l'environnement dans lequel elles vivent (Stubenvoll, 2012). Il est nécessaire de minimiser la quantité de reflux et de faire en sorte que les rejets soient inoffensifs pour le milieu naturel. La caractérisation des déchets permet justement d'évaluer, au préalable, leur risque potentiel pour ce milieu et de choisir le mode de traitement optimal pour ces reflux (Diaz, 2009 ; Rives, 2010 et Chilnenbe, 2017). Les deux objectifs fondamentaux sont (Traoré, 2008 ; Dorier, 2012):

- la réduction des flux par la valorisation : cet objectif vise l'optimisation de choix des techniques et s'appuie sur le constat que le compostage est un excellent moyen de recyclage de la matière organique ;
- la protection de l'environnement par le recours aux technologies propres et par l'optimisation de l'élimination des déchets ; les décharges sont réservées aux résidus ultimes et doivent être aménagées pour être de véritables centres contrôlés d'enfouissement.

I.2.5.1. Prétraitement

Le prétraitement est toute opération physique, thermique, chimique ou biologique conduisant à un changement dans la nature ou la composition des déchets en vue de réduire dans des conditions contrôlées, le potentiel polluant ou le volume et la quantité des déchets, ou d'en extraire la partie recyclable (El-Salam et Magda, 2010).

I.2.5.2. Recyclage

Il constitue sans aucun doute l'alternative la plus intéressante en prétraitements. Cependant, si plus des 3/4 du contenu de leur poubelle peuvent être recyclés ou compostés, les meilleurs résultats de recyclage atteignent 30 % environ (Bernabess et Ghinea, 2014). Le recyclage nécessite un tri correct et le respect des consignes par les ménages (ce qui n'est pas toujours le cas). Les déchets souillés par exemple ou les contenants non complètement vidés les rendent difficilement recyclables (Donessoume, 2007 ; Ghomari, 2008 ; Tascione 2012).

I.2.5.3. Encapsulation

Procédé qui peut être envisagé pour les piquants et les tranchants. Il consiste à neutraliser les déchets piquants ou coupants ainsi que les flacons contenant des résidus de produits chimiques et pharmaceutiques. L'encapsulation consiste également à envelopper le déchet afin qu'il soit imperméable et chimiquement inerte vis-à-vis de l'extérieur. Cet emballage peut être réalisé à partir de matières plastiques (PVC, PET, résines phénoliques) ou bitumeuses (Houenoude, 2008 ; Girout, 2009 ; Taucher, 2015).

I.2.5.4. Désinfection ou broyage

C'est un procédé de prétraitement qui vise à modifier l'apparence des déchets, et à réduire la contamination microbiologique. Les déchets broyés et banalisés ne seront pas différenciés (absence de pollution visuelle) et peuvent par la suite être mis en décharge avec les ordures ménagères. La désinfection se fait par deux méthodes : physique et chimique (Houenoude, 2008 ; Gosdy, 2011).

I.2.5.4.1. Désinfection physique

Le procédé de désinfection des déchets par voie thermique et humide, fonctionne selon un principe analogue à celui de l'autoclave, c'est-à-dire par exposition de ces déchets à la vapeur d'eau, à une pression de quelque bars et une température minimum de 120°C pendant une heure (Guelbang, 2010 ; Gladys, 2012).

Le principe de fonctionnement est le suivant : « Les déchets sont introduits dans l'appareil pour subir une première phase de broyage. A l'issue du broyage, les déchets sont introduits dans une chambre de réception où ils sont soumis à une pression variable (entre 2,5 et 3,5 bars) et stérilisés à une température de l'ordre de 130°C-140°C » (Gupta, 2010 ; Rabia, 2011).

I.2.5.4.2. Désinfection chimique

La désinfection se fait par immersion et trempage dans une solution d'un produit désinfectant bactéricide, fongicide et virucide sans activité détergente, dans l'eau froide du réseau. Actuellement le principe actif de référence est le glutaraldéhyde en solution à 2 % ; une autre molécule est utilisable : l'aldéhyde succinique en solution à 10 % (Halling-Sorensen, 2008 ; Rastogi et Harm, 2011).

I.2.5.5. Élimination

Il peut se faire selon deux modalités : enfouissement et incinération (Rigamonti, 2009 ; Hart, 2013).

I.2.5.5.1. Enfouissement

Il se pratique dans une décharge contrôlée et consiste à recouvrir périodiquement les déchets par une couche de terre pour limiter la prolifération des insectes et rongeurs, ainsi que les mauvaises odeurs (Heberer, 2012 et Rigamonti, 2013).

I.2.5.5.1.1. Enfouissement sanitaire municipal (ESM)

Cette pratique consiste à déposer les déchets solides directement dans les décharges municipales. En réalité, il n'est pas en tant que tel un système de traitement. Les déchets sont entreposés avec les ordures ménagères ou, dans le meilleur des cas, enfouis dans des casiers réservés à cet effet (Fayomi et Makoutode, 2008). Cette technique nécessite un faible investissement, mais elle présente énormément de risques sanitaires et environnementaux compte tenu de la pratique déplorable en matière de gestion dans les décharges publiques (absence de gestion contrôlée, récupération) (Maaroufi, 2014 ; Hossain 2016).

I.2.5.5.1.2. Enfouissement sur le site de production

L'enfouissement sur place constitue une autre forme d'élimination, notamment dans les établissements sanitaires où il n'existe pas de système d'incinération (Houenoudé, 2007). Le risque ici est que la destruction des déchets infectés n'est pas toujours garantie en fonction des milieux. En outre, il y a toujours le risque de déterrement des déchets, surtout les objets

piquants. Toutefois, on pourrait envisager des fosses à parois et fond stabilisés, notamment pour les formations sanitaires à très faibles productions de déchets (Maaroufi, 2014 ; Huang, 2016).

I.2.5.5.2. Incinération

L'incinération est utilisée comme un traitement pour un éventail très large de déchets. L'incinération en elle-même n'est couramment qu'une partie d'un système complexe de traitement des déchets qui, ensemble, assure une gestion d'ensemble du large éventail de déchets que la société génère (Iriarte, 2009 ; Toniolo et Jindal, 2013).

En fait, l'incinération des déchets est l'oxydation des matériaux combustibles contenus dans les déchets. Les déchets sont généralement des matériaux hautement hétérogènes, composé essentiellement de substances organiques, de minéraux, de métaux et d'eau. Lors de l'incinération, des gaz brûlés sont générés lesquels contiendront la majorité de l'énergie combustible disponible sous forme de chaleur (Johennessen, 2010 ; Feckamla, 2011).

L'objectif de l'incinération des déchets est de traiter les déchets de manière à réduire leur volume et dangerosité, tout en capturant (et donc en concentrant) ou en détruisant les substances potentiellement nocives qui sont, ou peuvent être, rejetées lors de l'incinération (Anonyme, 2010 b ; Jones, 2011 ; Rafizul, 2012 b).

Les processus d'incinération peuvent aussi fournir un moyen pour permettre le recyclage de l'énergie, de la teneur en minéraux et/ou éléments chimiques des déchets.

On peut distinguer donc différents types d'incinération (Tsakona, 2007 ; Jones, 2012 ; Tuppurainen et Mbaye, 2014):

- incinération dans des usines d'incinération des résidus urbains (>1000°C) ;
- incinération dans deux chambres et procédés pyrolytiques (800°C à 900°C) ;
- incinération dans une seule chambre sur grille statique (300°C à 400°C) ;
- incinérateurs simples (< 300° C) ;
- four tournant (1200°C à 1600°C).

I.2.5.5.2.1. Incinérateurs de fabrication locale pour les de déchets biomédicaux

I.2.5.5.2.1.1. Incinérateurs à fût

Ce type incinérateur de conception simple est un fût d'essence dont on a ouvert les parties supérieure et inférieure. Ces derniers fonctionnent pendant une brève période, mais la chaleur a tendance à oxyder rapidement les parois métalliques peu épaisses, entraînant la

détérioration totale du fût en quatre ou cinq mois (Van den Berg, 2008 ; Evens, 2009 ; Kale, 2010) (Fig.2a).

I.2.5.5.2.1.2. Incinérateurs à Santapur

Cet incinérateur construits avec des buses en béton reviennent à peu près au même prix que ceux fabriqués avec des fûts d'essence, mais ils durent plus longtemps et possèdent une fosse pour les objets tranchants intégrée (Olivier, 2007 ; Giroletti *et al.*, 2009) (Fig. 2b).

I.2.5.5.2.1.3. Mini-incinérateur Manahari

Cet incinérateur simple mais efficace fournit aux cliniciens et aux pharmacies privés un moyen de détruire les déchets près de leur lieu de travail (Katoch, 2007 ; Stubenvoll, 2012). Cet aspect est particulièrement important pour les personnes qui sont loin des grands incinérateurs (Yong-Chul, 2010 ; Kaugare, 2014). Un mini incinérateur comprend deux chambres : une chambre, pour les boîtes de sécurité pleine ou les seringues usagées et une autre pour le coton et le papier (Fig.2c).

I.2.5.5.2.1.4. Incinérateur Monfort

Cet incinérateur constitué d'un four d'environ un mètre cube vétuste et fabriqué à base de briques stabilisées pouvant contenir la chaleur jusqu'à au maximum de 1500 degrés, sert d'incinérateur (Khattabi, 2012 ; Anonyme, 2016.). Celui-ci permet à cet établissement hospitalier de réduire tant bien que mal et en poudre tous les objets solides qui subissent la chaleur du feu, laissant s'échapper de la fumée par des fissures (Labarere, 2010 ; Harm, 2011 ; Watson, 2012). Ces fumées qui s'envolent dans les airs sans subir de traitement préalable, selon les environmentalistes, représentent un gros risque puisqu'elles soient riches en dioxines, susceptibles de provoquer des cancers et de polluer l'environnement. La cendre ainsi obtenue est enfouie dans un trou. Une solution qui semble ne plus être appréciée par l'administration de l'hôpital qui réfléchit à un nouveau système de gestion des cendres (Lakshmi, 2012 ; Van, 2013) (Fig.2d).

I.2.5.5.2.1.5. Incinérateur à fosse

La conception d'un tel dispositif, sur le terrain n'ont guère évolué. L'on continue de jeter les déchets médicaux dans les bacs à ordures HYSACAM ou dans un simple trou, de multiplier les sites de stockage de ces déchets, de les brûler à l'air libre (Dupont, 2011 cit. par Anonyme, 2016.) (Fig. 2e).



Fig.2. Type d'incinérateur artisanal (a-Incinérateur à fût ;b- Incinérateur à Santapur ;c- Incinérateur à Manahari, d-Incinérateur artisanal MONFORT, e-Incinérateur à fosse).

I.2.6. Valorisation des déchets biomédicaux

La valorisation des déchets consiste en tout traitement des déchets qui permet de leur trouver une utilisation ayant une valeur économique positive (valeur marchande). Tous les types de valorisation des déchets contribuent à ménager les ressources (Landfill, 2005 ; Ouzir, 2008).

La valorisation appliquée aux résidus de production, de transformation ou d'utilisation, qui recouvre le réemploi, la régénération, la réutilisation ou l'incinération avec récupération d'énergie (Lavoisier, 2011 ; Lancer, 2012). On distingue trois modes de valorisation : mâchefer, énergétique (biogaz et compostage), et recyclage (Williams, 2005 ; Aroga, 2012 ; Vermeulen, 2014).

I.2.6.1. Mâchefer

Les mâchefers sont les résidus solides résultant de la combustion des déchets. Ces résidus contiennent d'une part, certains éléments métalliques qui peuvent être retirés dans un but de recyclage et d'autre part, un certain taux de minéraux (silice) leur permettant une utilisation comme matériau de substitution en techniques routières. En outre, la présence de polluants (métaux lourds) peut être relevée (Lecoq, 2014 ; Chilnenbe, 2017).

I.2.6.2. Biogaz

Le méthane aussi appelé gaz naturel, est en effet le gaz fourni par société d'électricité et de gaz aux usagers. Plusieurs centres d'enfouissement techniques procèdent ainsi. Ce gaz peut aussi servir à produire de la chaleur, de l'électricité ou même un excellent carburant. Ainsi, le traitement des déchets peut générer une source d'énergie propre et renouvelable (Vikelsøe, 2014 ; Wilson, 2015) : c'est le principe de la "méthanisation" des déchets. Précisons que seuls les déchets organiques sont alors valorisés et qu'il convient de les séparer du reste du gisement des déchets ménagers avant le traitement (Lehmann, 2011 ; Lee, 2012).

I.2.6.3. Recyclage

C'est la réintroduction directe d'un déchet dans le cycle de production dont il est issu, en remplacement total ou partiel d'une matière première neuve.

Dans le recyclage, le but principal est d'utiliser le déchet et non d'éliminer son potentiel de contamination. Ainsi, on doit distinguer les déchets qui peuvent être recyclés (valorisation de la matière) de ceux qui doivent être éliminés (valorisation énergétique) (Lehmann, 2013 ; Wansi, 2015).

I.2.6.4. Compostage

C'est un mode de valorisation destiné aux seuls déchets provenant de l'utilisation d'organismes vivants, végétaux et animaux (Rafizul, 2012a). Après broyage, ces déchets d'origine organique subissent une fermentation qui les transforme en un produit utilisé comme fertilisant agricole. La fermentation se fait, soit en présence d'oxygène, il s'agit du compostage, soit en anaérobie (Harm, 2011 ; Leme, 2014).

I.2.7. Estimation de la production des déchets biomédicaux

En règle générale, la production des déchets biomédicaux dépend de plusieurs facteurs, notamment les méthodes de gestion, le nombre de lits et le taux d'occupation, le nombre de patients traités quotidiennement, le degré de spécialisation des soins pratiqués, le plateau technique, l'utilisation du matériel jetable (Mininni, 2007 ; Lougoudou, 2010 ; Weber 2012).

I.2.8. Risques liés à la mauvaise gestion des déchets hospitaliers

Le risque est un croisement entre un aléa et des enjeux ; un aléa c'est-à-dire un danger relié soit à un phénomène naturel, soit à un phénomène d'origine humaine. Lorsque l'aléa survient, il met en danger l'Homme en agissant sur sa santé et ses fonctions, ou bien en mettant sa vie en danger directement ou indirectement ; les enjeux correspondant aux dommages

encourus à la fois par les personnes, les biens, et d'une façon générale les activités humaines (Li, 2010 ; Popita, 2011 ; Djocgoue, 2016).

L'ampleur du problème lié aux déchets hospitaliers, notamment médicaux, est déterminée non seulement par l'importance de la production des déchets, mais aussi par le risque de pollution et d'infection qu'ils représentent pour la santé de l'homme et pour l'environnement (Li et Ghomazi, 2008).

I.2.8.1. Risques sanitaires

I.2.8.1.1. Risques en rapport avec les professionnels de santé

Les risques encourus par les professionnels des établissements hospitaliers s'établissent tout au long de la filière d'élimination des DBM de la production à l'élimination ainsi peuvent survenir divers risques tels que (Mandal, 2009 ; Wilcox-Gok et Kangué, 2017):

- risques infectieux ou/et biologique (Fig.3) : le risque infectieux est lié à la concentration des patients infectieux et aux gestes invasifs avec utilisation des objets piquants et tranchants. En général, le risque infectieux est relatif aux accidents d'expositions au sang (AES) qui sont des événements non rares dans un établissement de soins. Ils sont de nature diverse, peuvent être respiratoires, dû à l'inhalation de substance dangereuse, cutanées dû à un contact avec un liquide infecté ou sanguin comme pour le VIH en cas de contact direct avec des lésions ouvertes.
- risques mécaniques : c'est la probabilité de subir une effraction cutanée. C'est le risque de coupure ou de blessure par les objets «piquants, coupants- tranchants» en dehors de toute infection.
- risques chimiques ou toxicologique : Ils peuvent être liés aux médicaments et plus particulièrement aux produits cytologiques utilisés en chimiothérapie. A certains produits de décontamination, de désinfection ou de nettoyage.
- risques radioactifs : les risques d'irradiations peuvent être liés aux produits radioactifs utilisés, entre autres dans la médecine nucléaire à visée diagnostique ou thérapeutique.
- risques liés à la manutention : c'est un risque qui menace les personnes en charge de la manutention lorsque les containers et le matériel de transport sont trop lourds (dorsalgie ou/et lombalgie) ou les chariots peu maniables.



Fig.3. Risques infectieux lié aux accidents d'expositions au sang (AES).

I.2.8.1.2. Risques en rapport avec la population

Le risque lié aux DBMS encouru par la population réside d'une part dans la composition de ces DBMS car ils contiennent des agents infectieux, des substances pharmaceutiques ou chimiques toxiques, des substances génotoxiques, et parfois aussi des substances radioactives (Marinković et Bahri, 2008) ; Et d'autre part au fait que les DBMS non traités évacués constituent une source potentielle de pollution pour les sols, eaux de surface et des nappes phréatiques exposant ainsi la population à des dangers (Fig.4) (Mastorakis, 2011 ; Bidias, 2013).

Il en ressort donc deux types de sous-risques (Mathur, 2012 ; Murtaza et Zoulikifouli, 2012):

- risque traumatique ou risque physique : reprend toutes les formes de risque d'origines physique susceptibles d'affecter l'intégrité de l'homme. Dans le secteur de soins de la santé, le risque traumatique correspond dans la pratique à une atteinte possible de l'intégrité de la peau ou des muqueuses suite à une coupure ou une piqûre par un matériel souillé par des micro-organismes qui pouvant entraîner des infections cutanées ou des muqueuses.
- risque psycho émotionnel : les risques ressentis par la population et les professionnels de santé qui se traduisent par la crainte du public, des professionnels de santé ou des agents lorsqu'ils reconnaissent des déchets souillés par du sang, du liquide biologique ou des pièces anatomiques.



Fig.4: Déchets biomédicaux solides en pleine nature exposant ainsi la population à des dangers.

I.2.8.2. Risque environnemental

Les DBMS issus des hôpitaux représentent en fonction de leur système de gestion un risque potentiel pour l'environnement (Tableau I). Les déchets des établissements de soins contaminés, quand ils sont déversés dans le milieu naturel ou au niveau des décharges publiques entraînent une contamination bactériologique ou toxique du sol et des nappes phréatiques (Ouzir, 2008 ; Nicolas, 2011). Les médicaments et les autres produits biomédicaux ont plusieurs effets dans l'environnement, lesquels sont illustrés pour deux d'entre eux dans le milieu aquatique (Yacine et Abbas, 2015).

Tableau I : Impact des dioxines et acétaminophène en milieu aquatique.

Groupes d'organismes	Manifestation	Conséquences
	Effets notés des dioxines et furannes chlorés issus de la combustion des plastiques biomédicaux	Effets notés de l'Acétaminophène
Amphibiens	accumulation, comportement, développement, croissance, physiologie, mortalité	
Annélides	accumulation, population	
Crustacés	accumulation histologie	enzyme, Mortalité

Poissons	accumulation, comportement alimentaire, développement, génétique, intoxication, morphologie, croissance, physiologie, reproduction, mortalité	biochimie, mortalité
Insectes	accumulation, développement, croissance, physiologie, mortalité, population, reproduction	
Mollusques	accumulation, reproduction	
Phytoplancton	accumulation, comportement	
Zooplancton	accumulation, reproduction, mortalité	intoxication, mortalité

I.2.8.3. Source de production des déchets hospitaliers selon les risques

Les différentes sources des déchets au niveau des hôpitaux de districts (Fig.5) sont schématisées comme suit (Oweis, 2009 et Tailleux, 2011):

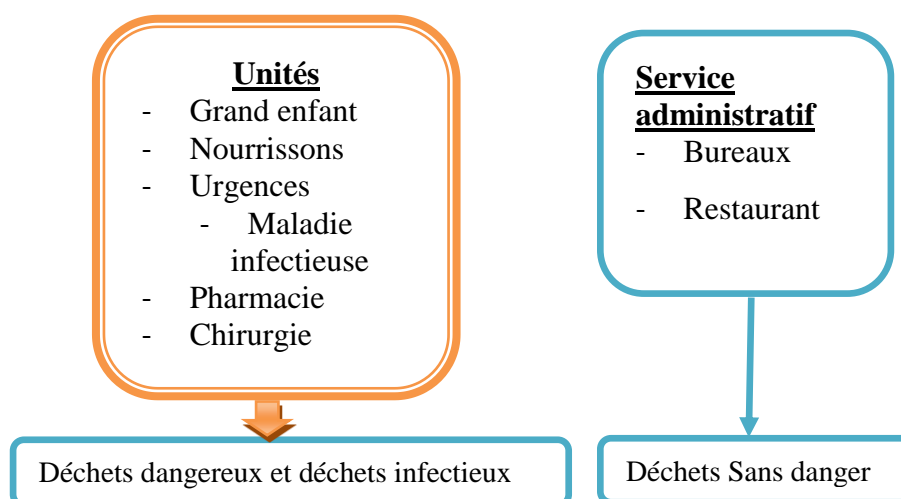


Fig.5: Sources de production des déchets solides hospitaliers dans les FOSA.

I.2.9. Conséquences des déchets biomédicaux solides sur l'environnement physique et humain

Toutes formes de pollution entraînent une forte dégradation des milieux aquatiques récepteurs aux conséquences diverses à savoir: sanitaires, écologiques et économiques (Sanogo, 2007 ; Yong, 2009).

I.2.9.1. Conséquence d'ordre sanitaire

En plus des conséquences environnementales (eutrophisation, propagation des mauvaises odeurs) causées par les décharges anarchiques des déchets hospitaliers dans la nature, on note des conséquences sanitaires qui ont des effets dramatiques spécialement dans

les pays en développement qui manquent des systèmes adéquats de traitement des déchets liquides tant que solides (Pandit, 2007 ; Mbog, 2013). La consommation des eaux de la nappe contaminée par les eaux usées des hôpitaux, a pour conséquence le développement des maladies hydriques. Manga et Niang (2009) ont attribué les épidémies de typhoïde, de paratyphoïde et de choléra qui ont éclaté à Dakar au Sénégal aux eaux usées (Fig.6). De même les études récentes réalisées à Kampala en Ouganda ont mis en évidence la relation entre l'épidémie de choléra de 1997-1998 et la contamination des puits (Ndiayé, 2012). La contamination peut se faire par contact lors des baignades, par la consommation des produits alimentaires aquatiques tels que les poissons ou alors les légumes arrosés avec de l'eau souillée pendant leur culture. Elle peut aussi être chimique et se faire par la piqûre des insectes se développant dans les déchets hospitaliers et par la consommation au travers des sources et des puits d'eau de la nappe phréatique souillé par ses déchets (Mbouna, 2008 ; Pikon, 2015).



Fig. 6. Pollution de l'eau et du sol par les eaux usées d'une formation sanitaire.

I.2.9.2. Conséquence d'ordre écologique

La décharge des déchets hospitaliers non traités dans l'environnement peut entraîner d'énormes modifications de l'écosystème qui les reçoit (Pop et Ndiayé, 2014). On peut citer entre autres (Fig.7):

- la diminution de la biodiversité aquatique à cause de la toxicité du milieu et l'apparition des espèces nouvelles;
- l'eutrophisation des milieux aquatiques récepteurs;

- la dégradation de l'esthétique du milieu par la propagation des mauvaises odeurs;
- la perturbation du microclimat du milieu récepteur.



Fig. 7. Point d'entassement non approprié des déchets biomédicaux solides hors des formations sanitaires.

I.2.9.3 Conséquence d'ordre économique

Le manque d'assainissement entraîne sur le plan économique un manque à gagner important (Zelman, 2013 ; Pop et *al.*, 2015):

- l'eutrophisation et la toxicité des étangs destinés à la pisciculture entraînent d'énormes pertes pour les promoteurs des projets dans ce domaine;
- une masse financière importante est dépensée pour traiter les maladies écoulant du manque et du mauvais assainissement, puis il y a baisse de productivité d'une partie de la population affaiblie par les maladies hydriques;
- la perte de l'esthétique du milieu naturel constitue un frein pour l'industrie touristique locale.

I.2.10. Système de santé au Cameroun

I.2.10.1. Cadre organisationnel existant

La couverture sanitaire par les établissements de soins de santé s'est nettement améliorée, passant de 3 039 en 2007 à 3 370 en 2009 (Anonyme, 2016).

Le secteur santé au Cameroun est divisé en dix Régions sanitaires dénommées « Délégations Régionales de la Santé Publique ». Chaque Région est répartie en districts de santé et le Cameroun compte à ce jour 181 districts de santé dont 174 fonctionnels. La carte sanitaire du pays compte 4 535 formations sanitaires au mois de mars 2016 dont 2 670 formations sanitaires publiques contre 1 865 privées réparties en 06 catégories (Anonyme, 2016) :

- ✓ catégorie 1 : Hôpitaux Généraux et assimilés ;
- ✓ catégorie 2 : Hôpitaux Centraux ;
- ✓ catégorie 3 : Hôpitaux Régionaux ;
- ✓ catégorie 4 : Hôpitaux de District ;
- ✓ catégorie 5 : Centre Médical d'Arrondissement (CMA) ;
- ✓ catégorie 6 : Centres de Santé Intégré (CSI) et Centres de Santé Ambulatoire (CSA).

Le système de santé camerounais compte 04 hôpitaux généraux (1^{ère} catégorie), 04 hôpitaux centraux (2^{ème} catégorie), 11 hôpitaux régionaux (3^{ème} catégorie), 174 hôpitaux de district (4^{ème} catégorie), 155 centres médicaux d'arrondissement (5^{ème} catégorie), et 1 888 centres de santé intégrés (6^{ème} catégorie) dont 1 600 sont fonctionnels. Il faut y ajouter 93 hôpitaux privés, 193 centres de santé privés à but non lucratif, 289 cliniques/polycliniques et 384 cabinets de soins (Manga, 2009). En outre il faut compter 12 laboratoires d'analyses médicales agréés dont le Centre Pasteur constitue la référence, 05 fabricants de médicaments, 14 grossistes, 331 officines (181 à Yaoundé et Douala), 01 Centrale Nationale d'Approvisionnement en Médicaments et Consommables médicaux Essentiels, 10 centres d'approvisionnement pharmaceutiques régionaux (CAPR), 03 faculté publique de médecine à Yaoundé, Douala et Buea et 01 faculté privée de médecine (Université des Montagnes) et 39 établissements de formation du personnel médico-sanitaire (Ehba, 2017) (Tableau II).

Dans le cadre de la lutte contre la pauvreté, le Cameroun a adhéré à la plupart des politiques sanitaires adoptées sur le plan international telle que la Charte africaine de développement sanitaire et les soins de santé primaire.

Tableau II : Présentation du système de santé au Cameroun.

Catégories Région	AS	CSI Public	CS Privé	CMA	HD	DS	Pharmacies privées
Adamaoua	74	92	32	12	6	8	10
Centre	286	370	201	36	38	29	101
Est	100	120	37	8	14	14	5
Extrême Nord	203	260	48	15	24	28	13
Littoral	158	151	30	3	14	15	116
Nord	96	152	30	3	14	15	16
Nord-Ouest	172	181	82	22	16	18	12
Ouest	230	256	127	18	19	20	33
Sud	128	145	42	17	9	10	12
Sud-Ouest	130	161	50	12	16	18	22
Total	1587	1888	760	155	174	178	331

Légende :

AS : aires de santé ; CSI : centre de santé intégré ; CS : centre de santé ; CMA : centre médical d'arrondissement ; HD : hôpital de district ; DS : district de santé.

I.2.10.2. Décentralisation du système de santé camerounais

La stratégie actuellement en cours dans le secteur de la santé en Afrique est la « stratégie Santé pour Tous au 21^{ème} siècle. Elle vise à améliorer considérablement la santé des populations africaines par la promotion de modes de vie plus sains, la prévention des maladies, l'augmentation de l'espérance de vie et la réduction de la mortalité. Une approche historique (Anonyme, 2002 et 2003 ; Kanouté, 2007) montre que des politiques et stratégies successives ont marqué le développement sanitaire mondial et par conséquent celui de la région africaine. Ce sont (Manga, 2009) :

- la proclamation de la Santé Pour Tous (SPT) lors de l'Assemblée mondiale de la santé en 1977 qui a donné naissance au slogan « Santé pour Tous en l'an 2000 ». elle avait pour objectif d'assurer l'accessibilité des soins à la grande partie de la population ;
- l'adoption à Alma-Ata en 1978, de l'approche des Soins de Santé Primaires comme cadre de référence pour la formulation des politiques et plans nationaux de développement sanitaire ;
- en 1985 le scénario de développement sanitaire en trois phases, qui a fait du District de santé la pièce maîtresse du développement sanitaire ;
- le lancement de l'Initiative de Bamako en 1987 qui a joué un rôle important dans la relance des Soins de Santé Primaires (SSP) et la promotion de la participation communautaire.

Au Cameroun, les SSP sont adoptés par décret présidentiel en 1982 (Manga, 2009). Une évaluation mitigée de la mise en œuvre de cette stratégie au bout de cinq ans a amené le Ministère de la Santé publique a opté pour la Réorientation des Soins de Santé primaires (RéoSSP). C'est une nouvelle approche du développement sanitaire qui se fonde sur trois principes de base. Premièrement, la participation de la communauté dans le but de son auto responsabilisation vis-à-vis de ces problèmes de santé. Deuxièmement, la mise en évidence du lien étroit entre le développement et la santé. Troisièmement, le respect des droits de l'homme, comme celui d'être informé et celui de l'intégrité de l'individu y compris son libre arbitre.

La RéoSSP réaffirme la validité de l'approche communautaire de la santé publique et la décentralisation du système de santé au niveau des Districts de santé (Tableau III). Le développement de la décentralisation du système national de santé tant dans son organisation

que dans sa gestion. Ces réformes ont induit une nouvelle structure organisationnelle du système de santé camerounais tel qu'indiqué dans le tableau ci-dessous (Ndiayé, 2012 et Kangue, 2017).

Tableau III : Les différents niveaux du secteur santé Camerounais.

Niveaux	Structures administratives	Compétences	Structures de soins	Structures de dialogue
Central (stratégique)	Ministère de la Santé Publique	Elaboration des concepts, de la politique et des stratégies Coordination- Régulation	-Hôpitaux généraux -Hôpitaux centraux -Centre Hospitalier et Universitaire Grandes Écoles	Conseil d'administration ou comité de gestion
Intermédiaire (technique)	Délégations Régionales	Appui technique aux Districts de santé	-Hôpital provincial -Écoles de formation	Fonds spéciaux provinciaux pour la promotion de la santé
Périphérique (opérationnel)	Services de Santé de District	Mise en œuvre des programmes	-Hôpital de district -Centres médicaux d'arrondissement -Centres de santé intégrés -Postes de stratégie avancée	Comité de santé de district (COSADI) Comité de gestion de district (COGEDI)

Cette structure organisationnelle découle du scénario africain de développement sanitaire en trois phases et comporte trois niveaux : le niveau central, le niveau intermédiaire et le niveau périphérique ayant chacun un rôle bien défini dans ce système de santé. Dans les lignes qui suivent, nous allons davantage insister sur le niveau périphérique notamment le District de santé (Kangue, 2017).

Le District de santé est un élément de base du système camerounais de santé. C'est une entité géographique bien délimitée, ayant une population définie, des services administratifs et techniques décentralisés. Il compte un ensemble de structures sanitaires constituant la base du système de santé de ce territoire particulier. Il a pour rôle d'assurer la planification, la mise en œuvre, la supervision et l'évaluation des activités de santé au niveau local. Les éléments constitutifs d'un district de santé et d'un centre médical d'arrondissement sont la communauté, le service de santé de District, l'équipe cadre de District, les aires de santé et l'hôpital de District (Kangue, 2017).

La communauté est composée par toute la population qui habite le district de santé et le centre médical d'arrondissement. Il est développé en son sein des structures de dialogue, encore appelées structures de participation communautaire, qui ont pour but de faciliter la communication avec les services de santé. C'est ainsi que sont créés les comités de santé (COSA) des aires et le comité de santé du District (COSADI). Au sein de ces comités de santé, on élira des représentants pour être membres des comités de gestion des structures sanitaires mises en place (Ehba, 2017).

Le service de district de santé est une structure administrative et opérationnelle qui vise à vulgariser l'approche communautaire de la santé publique au niveau local en habilitant les différentes parties prenantes du système au niveau local et en les mettant en relation au travers de la mise en œuvre d'une planification stratégique conçue de manière participative et collégiale. Il comprend deux niveaux. Le premier correspond au réseau décentralisé de centres de santé intégrés, responsables des soins primaires et du maintien d'un contact étroit avec la communauté. Le second niveau correspond à l'hôpital qui est le niveau de référence des malades pour les centres de santé. Ces deux échelons entretiennent des rapports basés sur la référence et la contre référence (Ehba, 2017).

Chaque District de santé est découpé en aires de santé. Une aire de santé est une zone géographique bien délimitée qui est desservie par un seul Centre de Santé Intégré (CSI) ou Centre Médical d'Arrondissement. C'est une formation sanitaire publique. En dehors du CSI, une aire de santé peut contenir un ou plusieurs centres de santé privés laïcs ou confessionnels.

Et enfin, un District de santé comporte un hôpital de référence, qui est le centre de recours technique, opérationnel pour les malades qui n'ont pas eu une solution à leurs problèmes au niveau des centres de santé intégrés.

I.2.11. Cadre Politique, Légal et Administratif de la gestion des Déchets Biomédicaux au Cameroun

I.2.11.1. Cadre juridique international dans le domaine de la gestion des déchets

I.2.11.1.1. Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontaliers de déchets dangereux et de leur élimination

La Convention de Bâle a pour objectifs principaux de réduire au minimum la production de déchets dangereux, de traiter ces déchets aussi près que possible du lieu de production et de réduire les mouvements de déchets dangereux. Elle stipule que le seul passage transfrontalier de déchets dangereux qui soit légitime est l'exportation de déchets depuis un pays qui manque

d'infrastructures d'élimination sûres et d'expertise vers un pays qui en dispose (Djougoue, 2016).

I.2.11.1.2. Convention de Bamako

Elle porte interdiction d'importer les déchets dangereux et le contrôle de leurs mouvements transfrontières en Afrique. Cette convention a pour objectif d'interdire l'importation sur la terre d'Afrique de tous déchets dangereux, pour quelques raisons que ce soient, en provenance des parties non contractantes. Leur importation est déclarée illicite et passible de sanctions pénales (Patale, 2017).

I.2.11.1.3. Convention de Stockholm

Cette convention porte sur les polluants organiques persistants. Cette convention vise à la réduction de la production et de l'utilisation de polluants organiques persistants (POP), ainsi qu'à l'élimination des émissions involontaires de POP comme les dioxines et les furanes

- protocole de Kyoto : Il vise à réduire les émissions de gaz à effet de serre qui sont à l'origine des changements climatiques. Dans le cadre du mécanisme de développement propre, le protocole promet la revalorisation des déchets dans l'optique d'un développement propre, notamment dans le secteur énergétique (Otfoton, 2007).

I.2.11.1.4. Agenda 21

Le plan d'action pour le 21^e siècle adopté par 173 Chefs d'Etats lors du sommet de la Terre qui s'est tenu à Rio en 1992 consiste à réduire au minimum la production de déchets, réutiliser et recycler, traiter et éliminer par des méthodes sûres et respectueuses de l'environnement, déposer les résidus dans des décharges contrôlées (Manga, 2009).

I.2.11.2. Politique nationale de santé

Le Cameroun met en place depuis 1990 une politique de santé qui correspond aux recommandations de l'initiative de Bamako et aux résolutions de la conférence de l'Organisation mondiale de la santé de Harare. La Déclaration Nationale de la Mise en Œuvre de la Réorientation des Soins de Santé Primaires communément appelée Réorientation et Redynamisation des Soins de Santé Primaires (Manga, 2009), puis une modification de l'organigramme du Ministère de la santé à la suite du décret n°95/040 du 7 mars 1995, définissent la réorganisation du système en trois niveaux : central, intermédiaire et périphérique. Chaque niveau dispose de trois types de structures : les structures de gestion

institutionnelle du Ministère de la santé, les formations sanitaires et les structures de représentation des populations.

Il découle de ce qui précède qu'il n'est envisagé une stratégie spécifique pour la gestion des déchets biomédicaux ; d'où l'importance de cette étude. Toutefois, plusieurs documents stratégiques traitent avec plus ou moins de pertinence sur la question des déchets hospitaliers notamment (Djocgoue, 2016):

- Stratégie Nationale de Gestion des Déchets Solides

La Stratégie Nationale de Gestion des Déchets Solides au Cameroun élaborée en 2007, souligne, dans sa partie diagnostic, l'insuffisance notoire de la gestion et du traitement des déchets hospitaliers qui sont rejetés dans la nature, mélangés avec les ordures ménagères. Dans ses orientations stratégiques, ce document met l'accent sur les points suivants : sensibilisation et formation des acteurs ; La prévention ; tri et la collecte ; traitement et élimination transparente des mouvements ; cohérence de la gestion ; contrôle des coûts de gestion.

- Stratégie Sectorielle de Santé 2001-2010.

La Stratégie Sectorielle de Santé 2001-2010 met un accent particulier sur la Promotion de la Santé, notamment par le développement de l'IEC ainsi que la promotion de l'hygiène et de l'assainissement. Toutefois, il faut relever que ce document d'orientation n'a pas suffisamment mis l'accent sur la problématique des déchets hospitaliers. Présentement, cette stratégie est en cours d'actualisation.

- Stratégie Nationale de Santé et Environnement, 2003.

La Stratégie Nationale de Santé et Environnement, élaborée en 2003 par le MINSANTE, comprend des priorités et objectifs louables en matière d'hygiène et d'assainissement. Là aussi, le document de stratégie n'a pas suffisamment mis l'accent sur la problématique des déchets hospitaliers et les programmes et sous-programmes identifiés dans ces domaines n'ont pas fait l'objet d'une exécution effective sur le terrain

- Stratégie Nationale sur la sécurité des injections et la gestion du matériel d'injection, 2002.

La Stratégie Nationale sur la sécurité des injections et la gestion du matériel d'injection utilisé (septembre 2002) qui met un accent particulier sur la collecte et la destruction du matériel d'injection utilisé. « Les seringues et aiguilles utilisées devront être immédiatement jetées ensemble dans des réceptacles appropriés notamment les boîtes de sécurité » (Enoncé N°5).

« En aucun cas, le matériel d'injection ne devrait être jeté dans les poubelles ou décharges publiques » (Enoncé N°6). « La méthode de destruction du matériel d'injection utilisé est l'incinérateur à haute température et l'enfouissement des résidus de la combustion dans une fosse » (Enoncé N°7).

- Plan National de Gestion de l'Environnement (PNGE), 2008

Le Cameroun a élaboré et adopté son plan National de Gestion de l'Environnement (PNGE) en 1996. Révisé en 2008, ce plan a formulé les politiques, les stratégies et les actions, par l'intégration dans les modèles de développement des enjeux du PNGE que sont la lutte contre la pauvreté et la dégradation de l'environnement.

De manière générale, au regard de ce qui précède, le cadre politique a favorablement évolué en terme de disposition de certains documents stratégiques qui disposent avec plus ou moins de profondeur sur la gestion des déchets hospitaliers, notamment la Stratégie Nationale de Gestion des Déchets ; la Stratégie Sectorielle de Santé, Edition 2002 ; le Plan National de Gestion de l'Environnement (PNGE).

I.2.11.3. Cadre juridique de la santé

I.2.11.3.1. Textes législatifs et réglementaires

Les déchets hospitaliers sont généralement classifiés en déchets spéciaux, classés dangereux au même titre que les déchets industriels. Ils obéissent de ce fait aux lois appliquées à cette catégorie de déchets (Manga, 2009 ; Djougoue, 2016).

- La loi-cadre sur la Santé au Cameroun, 1996

La loi-cadre sur la Santé met l'accent sur l'art de guérir, les services de santé publique, ainsi que la typologie et l'exercice des activités médicales et paramédicales. Toutefois, elle dispose très sommairement sur la promotion de l'hygiène et de l'assainissement et n'aborde pas de façon spécifique la question des déchets biomédicaux.

- La loi n°96/12 du 5 aout 1996 portant Loi-cadre relative à la gestion de l'Environnement

La loi n°96/12 du 5 aout 1996 portant Loi-cadre relative à la gestion de l'Environnement prévoit l'application du principe pollueur-payeur, la collecte, le traitement et l'élimination des déchets par des procédés écologiquement rationnels des déchets domestiques, industriels ou assimilés. La Loi-cadre ne prend pas en compte spécifiquement des déchets hospitaliers qui sont sans aucun doute compris dans la terminologie « déchets dangereux ».

- Loi n°89/027 du 29 décembre 1989 portant sur les déchets toxiques et dangereux

Cette loi ne régleme nte pas la procédure de pré-collecte, de collecte, de transport, de stockage et de traitement des DBM. Par contre, elle interdit le déversement de déchets toxiques et dangereux sur le territoire national. Les industries locales qui, du fait de leurs activités, génèrent des déchets toxiques ou dangereux sont tenues de déclarer les volumes et la nature de leur production et d'assurer l'élimination sans danger pour l'homme et son environnement. La loi ne dispose pas spécifiquement sur les déchets biomédicaux, mais elle fait référence aux déchets radioactifs que certaines formations sanitaires utilisent dans le traitement des maladies (Cobalt en radiothérapie, Iode 125 et Technétium en médecine nucléaire par exemple).

- Loi n° 64/LF/23 du 13 novembre 1964 portant Protection de la Santé Publique

Cette loi aborde de façon très générale la question de l'hygiène du milieu, de contrôle sanitaire et de règles de salubrité en milieu urbain dont la mise en œuvre renvoie à des textes d'application. Aucune mention n'y est faite concernant les déchets biomédicaux.

- Décision portant création d'une unité d'hygiène hospitalière dans les formations sanitaires publiques, 2006

La Décision n°0178/D/MSP/SESP/SG/DPS/SDHA/SHM/BPHE du 24 avril 2006 institue la création d'une Unité d'Hygiène Hospitalière (UHH) dans les formations sanitaires publiques, notamment les Hôpitaux Généraux, le Hôpitaux Centraux, Provinciaux et de District de Santé. Ces unités, aminées par des Techniciens du Génie sanitaire, sont placées sous l'autorité du responsable de la formation sanitaire concernée et sont chargées de (i) la mise en œuvre des mesures de prévention et de lutte contre les infections nosocomiales et (ii) la promotion de la salubrité environnementale dans les formations sanitaires. Elles doivent, entre autres, préparer des plans d'action à mener ; assurer la surveillance des infections ; contribuer à la conception des ouvrages et technologies ; organiser les Comités d'hygiène en milieu hospitalier ; assurer l'éducation pour le changement des comportements en matière d'hygiène ; le suivi de la gestion des déchets hospitaliers. Le texte précise que les ressources destinées au fonctionnement et à l'équipement technique des UHH sont supportées par le budget de la formation sanitaire. Si dans la plupart des formations sanitaires, ces UHH existe, il faut souligner que ces structures connaissent de sérieuses difficultés de fonctionnement : absence/insuffisance de matériel/équipement de travail ; absence d'autorité réelle dans la gestion des DBM ; démotivation car n'étant pas écouté par les responsables ; etc.).

- Note circulaire définissant les fonctions des Techniciens et Agents Techniques du Génie sanitaire

Le MINSANTE a initié une note circulaire définissant les fonctions des Techniciens et Agents Techniques du Génie sanitaire. Il faut tout de même relever que les fonctions décrites portent essentiellement sur l’approvisionnement en eau potable ; la gestion des excréta et eaux usées ; l’évacuation des déchets solides ; l’hygiène de l’habitat. La note ne fait aucune référence aux déchets hospitaliers.

- Draft d’avant-projet de décret portant Code d’Hygiène au Cameroun

La DPS/MINSANTE a élaboré un draft interne d’avant-projet de décret portant Code d’Hygiène au Cameroun dont le champ d’application couvre entre autre l’hygiène hospitalière et la gestion des déchets biomédicaux. Ce texte dispose sur la nécessité d’assurer la collecte, l’évacuation et le traitement écologique des déchets, mais il prévoit de proscrire l’incinération des ordures et tout autre déchet combustible en pleine ville. Dans la finalisation du draft, cette disposition devra être revue pour ne pas constituer un obstacle « juridique » en cas d’installations d’incinérateurs dans certaines formations sanitaires ; en lieu et place, il s’agira simplement d’exiger la réalisation d’une étude d’impact environnemental en cas d’installation d’incinérateur.

- Normes et standards en matière d’hygiène

Le document de Politique Nationale en matière d’Hygiène Publique met un accent particulier sur l’élaboration des règles et normes d’hygiène dans les établissements hospitaliers, notamment la définition de standards minima pour la gestion des déchets hospitaliers.

- Manuel de formation

Le document met un accent particulier sur l’hygiène hospitalière, notamment la gestion des déchets hospitaliers (catégorisation ; pré-collecte et collecte ; transport interne et externe ; stockage ; modes d’élimination ; gestion des déchets liquides).

- Normes environnementales (MINEPDED)

Depuis 2003, la Cellule des Normes et Procédures a initié des termes de référence en vue des études et séminaires pour l’élaboration et l’adoption des normes relatives aux aspects ci-après : rejets et gestion des eaux usées industrielles ; pollution de l’air par les industries ; rejets et gestion des déchets solides industriels.

I.2.11.3.2. Permis et autorisation en matière de gestion des déchets hospitaliers

Il n'existe pas de procédures nationales réglementant spécifiquement la gestion des déchets hospitaliers, notamment en matière de collecte, de transport, d'entreposage et de traitement, d'identification des types de déchets et de caractérisation, de mesures de sécurité et de protection pour le personnel de gestion. Selon les dispositions de la loi-cadre portant gestion de l'environnement, les formations sanitaires sont assimilées aux établissements classés. L'inspection des formations sanitaires relève des services du MINSANTE. Toutefois, les services du MINEPDED peuvent être sollicités pour un appui-conseil sur la conformité environnementale des modes de gestion des déchets biomédicaux (Kangue, 2017). En principe, un certificat de conformité devrait être requis pour l'entreposage des déchets hospitaliers hors de leurs lieux de production, leur transport ou leur traitement par incinération. Les systèmes de gestion et traitement devraient être soumis aux procédures d'étude d'impact environnemental.

I.2.11.4. Cadre institutionnel de gestion des déchets biomédicaux

Le rôle des différentes institutions intervenant dans la gestion des déchets biomédicaux est ci-après développé. Le cadre institutionnel est caractérisé par la présence de nombreux acteurs dans la gestion des déchets biomédicaux (Djougoue, 2017) :

- Les domaines de compétences et de responsabilités des différentes institutions concernées par la gestion des DBM ne sont pas clairement délimités : d'abord au sein du MINSANTE, ensuite entre le MINSANTE, le MINEPDED et les Municipalités. Au sein même du MINSANTE, certaines contraintes institutionnelles existent, notamment en termes d'assistance, d'appui technique et d'encadrement des formations sanitaires dans le domaine de la gestion des déchets biomédicaux. Par exemple, les activités de la DPS, de la DEP, de la DOSTS et de la Direction des Ressources Financières et du Patrimoine (chargée de l'entretien des infrastructures sanitaires) manquent de visibilité au plan organisationnel, opérationnel et technique dans les formations sanitaires.
- Au niveau régional et de districts de santé, des difficultés sont aussi notées en termes de coordination, de suivi de la mise en œuvre, de contrôle et d'évaluation des activités liées à la gestion des déchets biomédicaux.
- Dans certaines formations sanitaires (23 % ont des UHH ; 46 % ont 1 TGS dans les FS visitées), les Unités d'Hygiène Hospitalières existent pour l'essentiel, mais n'ont pas d'autorité et surtout de moyens matériel et techniques pour assurer une bonne gestion des déchets biomédicaux. En plus, les Comités d'Hygiène Hospitalière sont très peu

fonctionnels dans certaines formations sanitaires et ne constituent pas une priorité dans l'organisation et la gestion des formations sanitaires.

I.2.11.4.1. Ministère de la Santé Publique (MINSANTE)

Le MINSANTE a la responsabilité de l'élaboration et de la mise en œuvre de la politique sanitaire. Ce département, dont relève la gestion des déchets biomédicaux, définit la politique sanitaire et exerce une tutelle sur les établissements de soins qui constituent les principales sources de production de déchets biomédicaux.

Au niveau central, les principales structures concernées par la gestion des déchets biomédicaux sont (Manga, 2009):

- le Secrétariat Technique de la Stratégie du Secteur Santé ;
- la Direction pour la Promotion de la Santé (DPS) ;
- la Direction de l'Organisation des Soins et de la Technologie Sanitaire (DOSTS) qui assure la tutelle des formations sanitaires ;
- la Direction des Études et Projets (DEP) qui prépare les études et assure le suivi technique ;
- la Direction de la Santé Familiale (DSF) qui conduit le Programme Elargi de Vaccination (PEV) connu par sa forte génération de déchets piquants ;
- la Division de la Recherche Opérationnelle en santé (DROS) ;
- la Direction des Ressources Financières et du Patrimoine (DRFP) qui finance des activités de secteur santé et qui assure l'entretien et la maintenance des infrastructures sanitaires.

Au niveau régional et local, les structures de référence dans le domaine de la santé sont les Délégation Régionales de la Santé Publique (DRSP) et les Districts Sanitaires.

I.2.11.4.2. Formations sanitaires

Les déchets biomédicaux sont essentiellement générés dans les formations sanitaires qui, de ce fait, constituent les principales sources de production. Dans ces structures, le constat majeur est que le personnel soignant s'investit très faiblement dans la gestion quotidienne des déchets biomédicaux, alors qu'il devrait constituer l'élément central du système de gestion durable des déchets. En réalité, les préoccupations en matière d'amélioration de la gestion écologique des déchets sont perçues comme une priorité de second ordre par les équipes de

soins qui sont non seulement assaillies par une masse considérable d'urgences médicales quotidiennes, mais aussi et surtout confrontées aux difficultés de fonctionnement. De surcroît, même si des directives sont généralement données, la plupart des formations sanitaires ne disposent pas d'organisation, de procédures ou de référentiels permettant au personnel de gérer rationnellement les déchets ou d'adopter les comportements prescrits (Ehba, 2017).

L'insuffisance des ressources financières limite considérablement les initiatives visant à assurer une gestion correcte des déchets biomédicaux : aucune formation sanitaire n'a prévu une provision dans son budget pour prendre en charge les activités spécifiques de gestion des déchets biomédicaux. Certaines formations sanitaires publiques ont un Comité d'Hygiène Hospitalière, mais ces structures sont rarement fonctionnelles, pas toujours dynamiques, et sont très peu consultées. Les Techniciens du Génie Sanitaire qui en sont les principaux animateurs sont généralement perçus comme des trouble-fête : ils n'ont aucun moyens de travail, sont très peu suivis dans leurs recommandations et restent pour l'essentiel relativement démotivés. Il n'existe pas de plan de gestion des déchets hospitaliers faisant partie de la qualité générale du système de l'hôpital. Alors que dans les hôpitaux tertiaires, la gestion des déchets est attribuée au département d'hygiène, dans les hôpitaux secondaires et primaires, elle est du ressort du service de nettoyage (Bidias, 2013).

Au niveau des formations privées, les contraintes se posent avec beaucoup moins d'ampleur pour les cliniques professionnelles que pour les cabinets de soins dont l'essentiel exerce dans les habitations domestiques. Une telle cohabitation élargit le champ de non-maîtrise des risques d'infections car les DBM sont rejetés dans les poubelles à ordures ménagères (Mbog, 2013).

I.2.11.4.3. Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature et du Développement Durable (MINEPDED)

Le MINEPDED a élaboré des lois relatives à la protection de l'environnement et à la lutte contre la pollution de l'air ainsi que des procédures de réalisation d'études d'impact pour tout projet susceptible d'avoir des effets négatifs sur l'environnement. Mais il faut constater que les dispositions de ces textes portent pour l'essentiel sur l'environnement biophysique et socio-économique et très peu de références sont faites aux déchets biomédicaux et à leur gestion (Manga, 2009).

Au sein de ce département ministériel, la Direction des Normes (DN) est principalement concernée par la gestion des déchets biomédicaux. Cette structure est représentée au niveau

régional et départemental. Toutefois, le MINEPDED n'est pas saisi sur les projets de gestion de déchets hospitaliers, notamment en cas d'installation et mise en œuvre d'équipements de traitement des déchets médicaux (incinérateurs surtout, mais aussi station d'épuration, etc.) (Chilnenbe, 2017).

I.2.11.4.4. Municipalités

Elles ont la responsabilité d'assurer la gestion des déchets solides ménagers et la salubrité publique. Au plan réglementaire, ces collectivités locales ne doivent pas prendre en charge la gestion des déchets hospitaliers qui ne sont pas des ordures ménagères. Mais dans la pratique, on retrouve des déchets biomédicaux dans les bacs à ordures placés dans les formations sanitaires, même dans les bacs en ville (avec les soins à domicile-automédication), et surtout au niveau des décharges municipales d'ordures.

Dans la plupart des hôpitaux, les déchets assimilables aux ordures ménagères sont collectés dans des containers municipaux et évacués à la décharge municipale où ces types de déchets représentent une menace non seulement environnementale, mais surtout sanitaire pour les nombreux récupérateurs qui s'activent dans ces sites (Ehba, 2017).

I.2.11.4.5. Sociétés privées actives dans la gestion des déchets

Il existe des sociétés et entreprises privées très actives dans la gestion des déchets en général et surtout des déchets solides (à l'instar de HYSACAM, BOCOM, BOCAM, etc.), mais aussi de petites organisations de quartiers impliquées dans cette gestion. Mais il faut dire qu'aucune d'entre elle n'est réellement spécialisée et active exclusivement pour les Déchets hospitaliers, en termes de collecte, transport et traitement. Ces différentes structures sont actives dans la gestion et la récupération des déchets solides et liquides, et de ce fait, constituent des opportunités dans la l'amélioration de la gestion des hospitaliers ;

D'autres structures privées effectuent des prestations d'entretien et de nettoyage dans les formations sanitaires. Parallèlement aux tâches de nettoyage, ces agents d'entretien s'occupent également de la collecte et de l'évacuation des poubelles et sachets de déchets biomédicaux vers les sites internes d'élimination. Il faut relever que le champ d'intervention de ces structures ne couvre pas tout le domaine de l'hygiène hospitalière. En plus, les clauses techniques de leurs interventions ne sont pas élaborées par les UHH (Gladys, 2012).

I.2.11.4.6. ONG et OCB

Les initiatives du secteur communautaire ont été très nombreuses, mais elles sont focalisées principalement sur la gestion des déchets ménagers dans les quartiers périurbains, mais aussi la sensibilisation des populations sur l'hygiène du milieu.

Plusieurs ONG Nationales interviennent dans le secteur santé ; mais, à l'exception de la Fondation Ad Lucem, leur faible crédibilité et leur capacité d'expertise très limitée les ont amenés à se regrouper en un Réseau d'ONG Santé du Cameroun (ROSACAM). Les ONG et OCB, regroupées au sein des structures fédératives, pourraient constituer des instruments importants de mobilisation des populations locales pour impulser une dynamique plus vigoureuse autour des questions d'hygiène et de salubrité publique, notamment dans les zones périphériques des formations sanitaires (Gladys, 2012 ; Mbog, 2013).

I.2.11.4.7. Partenaires au développement

Plusieurs partenaires au développement interviennent dans le domaine de la santé (OMS, Banque mondiale, UNICEF, GTZ, KFW, Coopération française, etc.). Tous reconnaissent l'importance de la gestion durable des DBM et certains d'entre eux ont déjà appuyé le MINSANTE (KFW, AFD, etc.) (Djougoue, 2016).

I.3. Brève présentation du projet PAISS

I.3.1. Contexte et objectifs du projet et du PBF

Le Projet d'Appui aux Investissements dans le Secteur de la Santé (PAISS) est le fruit de l'Accord de Crédit n°4478-CM signé le 30 octobre 2008 entre le Gouvernement de la République du Cameroun et la Banque Mondiale d'un montant de 25 millions de dollars US pour une période initiale de cinq ans (30 mars 2009 – 30 mars 2014). Le PAISS a bénéficié des ressources additionnelles en 2014 à hauteur de 40 millions de USD, à la suite de la prolongation de ce projet doté de deux composantes : (i) prestation de services dans les districts de santé pour 60 millions USD ; et (ii) appui institutionnel pour 05 millions USD.

Le PAISS est placé sous la tutelle du Ministère de la Santé Publique (MINSANTE). Il a globalement pour objectif de contribuer à : (i) l'amélioration de l'état général de la santé des populations à travers une plus grande performance des services de santé ; (ii) l'amélioration de la qualité de la santé maternelle et infantile ; et (iii) la réduction de l'impact des maladies transmissibles.

Le PAISS est conçu sur la base de l'approche contractuelle de Financement Basé sur la Performance plus connu sous le terme PBF ou « *Performance Based Financing* ». En effet, les acteurs rencontrés ont relevé que le PBF est entré au Cameroun par le Projet REDSEC, financé par l'ONG Néerlandaise CORDAID pendant plus de 10 ans (jusqu'en 2006) mais sans réels résultats. Pour ne pas perdre son financement, CORDAID a développé le projet REDSEC1 couvrant la période 2006 -2007. C'est dans le cadre de ce projet qu'a été développé le concept de PBF, financé par l'Église catholique. Le PBF a donc commencé par le Diocèse de Batouri et s'est progressivement étendu dans d'autres Diocèses dans les cadre des actions de l'église catholique. Le Projet REDSEC et le concept PBF ont donc été présentés à la Banque Mondiale qui a apprécié et adopté le concept ; d'où son intégration dans le PAISS.

Le PBF constitue la fourniture du cash ou de biens conditionnés par la prise d'actions mesurables ou la réalisation d'objectifs de performance définis au préalable. C'est une approche du système de santé axée sur les résultats, définie comme la quantité et la qualité des services produits et qui sont (financièrement) accessibles. Ceci implique que les structures sont considérées comme des organisations autonomes qui réalisent un bénéfice au profit des objectifs de santé publique et/ou de leur personnel.

Le PBF est également caractérisé par des contrats de performance pour les acteurs de régulation (Délégation régionale de la santé publique et Districts de santé), les agences d'achat des performances (AAP), les financeurs (MINSANTE/PAISS) et le renforcement de la prise en compte des populations locales.

Le PBF permet :

- d'améliorer considérablement la performance du personnel et de renforcer l'accès et la qualité des services de santé ;
 - de mettre en œuvre les réformes qui confèrent l'autorité et la flexibilité au personnel du niveau opérationnel tout en renforçant la résolution des problèmes par les acteurs eux-mêmes ;
 - d'accroître la responsabilité et l'imputabilité des prestataires vis-à-vis de leurs patients.
- Au total, ce mode de financement promet d'accroître l'utilisation des services, d'améliorer leur quantité et d'accroître l'efficacité et l'équité.

I.3.2. Indicateurs du PAISS

Les réalisations du projet sont basées sur les l'atteinte des objectifs assignés en termes de :

- activités managériales ;
- indicateurs de performances dont 23 indicateurs du Paquet Minimum d'Activités (PMA) et 25 du Paquet Complémentaire d'Activités (PCA) validés par le Ministère de la Santé publique ;
- indicateurs de Qualité technique ;
- indicateurs communautaires ;
- indicateurs de suivi de projet au nombre de 13 et ;
- mise en œuvre de l'évaluation d'impact.

I.3.2.1. Durée et composantes du projet

Le projet initialement conçu pour une durée de cinq ans (2009 -2014) a connu une phase de restructuration qui a duré deux ans (22 mois : 2015 - 2016). Au terme de cette prolongation, le projet pourrait alors être étendu à d'autres districts de santé dans les mêmes régions ou dans de nouvelles régions notamment au Sud où se trouvent également les populations autochtones. À cet effet, le Gouvernement entend mettre en place dans les meilleurs délais, les FRPS dans ces régions où ils n'existent pas encore, en vue de d'héberger les AAP.

Le PAISS compte deux composantes : (i) Composante 1 portant sur la prestation de services au niveau des districts de santé ; et Composante 2 axée sur le Renforcement institutionnel.

I.3.2.2. Zones d'intervention du projet

Le PAISS couvre 04 Régions, 15 Départements et 26 Districts de santé. La population couverte par ces districts de santé est actuellement estimée à 823 819 habitants. Le PBF a démarré dans ces districts de santé au deuxième semestre 2012.

CHAPITRE II: MATERIEL ET METHODES

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Présentation de la zone d'étude

II.1.1. Cadre géographique

L'étude a été effectuée dans 70 formations sanitaires sur quatre (04) régions du Cameroun. Cette zone est située entre les parallèles 3°40' – 4°00' de latitude Nord et les méridiens 11°15' – 11°50' de longitude Est (Fig. 8.).

II.1.2. Matériel utilisé

La réalisation de ce travail a nécessité la mobilisation d'un certain nombre de matériel dont l'essentiel sera utilisé pour les travaux de terrain. Il s'agit entre autres :

- des fiches techniques de collectes de données donnant des renseignements sur le fonctionnement des hôpitaux susmentionnés et les déchets;
- d'un appareil photo pour les prises de vues;
- d'une carte sanitaire;
- d'un GPS permettra de déterminer la position géographique du site ;
- d'ordinateur et logiciel Excel pour l'enregistrement et le traitement des données ;
- d'un questionnaire spécifique qui a été administré à chaque catégorie ;
- d'une fiche d'observation pour chaque service ;
- d'une fiche de quantification journalière pour les DBMS.

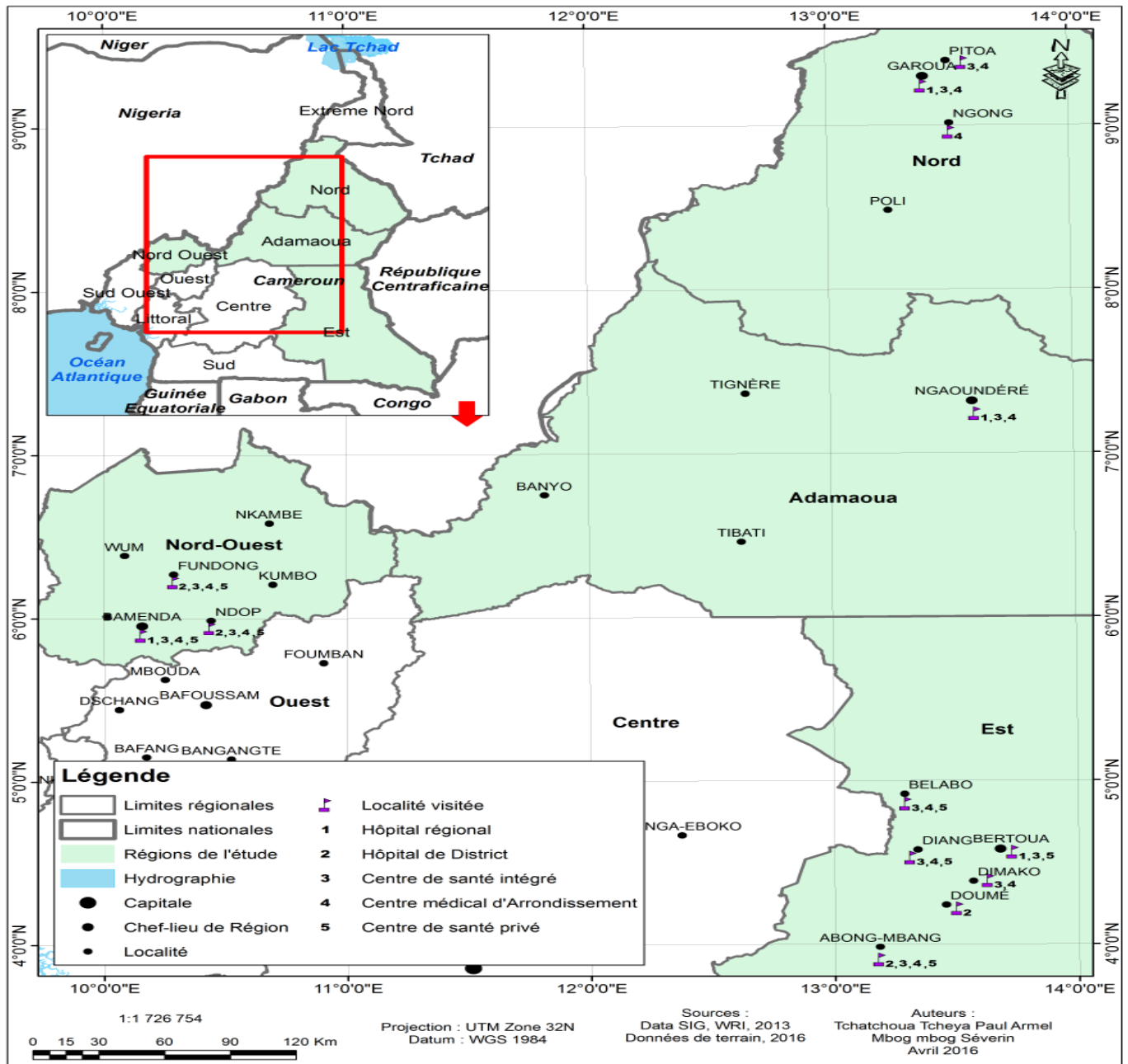


Fig.8. Localisation de différentes formations sanitaires dans la zone d'étude.

II.1.3. Champs de l'étude

Le champ de cette étude concerne tous les services de production de déchets solides hospitaliers potentiellement disponibles dans les formations sanitaires visitées dans les quatre Régions que sont le Nord, l'Adamaoua, l'Est et le Nord-Ouest et classées par le MINSANTE comme zones d'intérêt pour l'amélioration de la gestion des déchets hospitaliers. Les services étudiés dans le cadre de notre étude sont:

- les services des soins;
- les unités d'hospitalisation des patients;

- les services administratifs;
- le restaurant.

II.1.4. Population de l'étude

La population de l'étude est composée de :

- personnel administratif (Directeur général, directeur des affaires administratives et financières et le responsable du service d'hygiène et sécurité). Ces responsables sont ceux qui décident et donnent les lignes directrices en matière de gestion des déchets solides hospitaliers ;
- personnel médical et les infirmiers. Ces deux catégories de personnels sont ceux qui travaillent auprès des patients hospitaliers en tant que soignant et connaissent mieux les risques liés à une mauvaise gestion des déchets solides hospitaliers ;
- personnel Paramédical. Ces sont des catégories qui s'occupent des activités des patients dans les services médico-techniques ;
- agents de collecte de déchets. Ces sont les personnels de l'entreprise privée de prestation de services et qui sont chargés du nettoyage et de la collecte des déchets solides hospitaliers au sein des formations sanitaires.

I.1.5. Présentation des formations sanitaires de la zone d'étude

La carte sanitaire dans la région de l'Est représente 28 formations sanitaires des communes d'Abong-Mbang, Bertoua, Doumé, Dimako, Diang, Belabo. Dans celle du Nord-Ouest, 13 FOSA des communes de Ndop, Fundong, Bamenda. Ensuite dans la région de l'Adamaoua, 09 FOSA des communes Ngaoundéré, Mbé, Garoua Boulaii. Enfin celle du Nord, 07 FOSA des commune Garoua, Pitoa, Ngong diversifiées en des structures publiques, privées laïques et privées confessionnelles. La couverture sanitaire des populations est assurée par des hôpitaux, les dispensaires, les Centres de Santé Intégrés et les cliniques. Ces structures présentent des niveaux différents ressortir dans les tableaux IV, V, VI, VII ci-dessous.

Tableau IV: Couverture sanitaire de la région de l'Est.

ABONG-MBANG				
N°	Dénomination	statut		Personnel
		Public	Privé	
1	Hôpital de District d'Abong-Mbang	x		- 2 médecins - 3 infirmiers - 4 laborantins
2	Hôpital EPC de Nkolvolan		x	- 2 médecins - 3 infirmiers - 1 dentiste
4	CSI Zouguele	x		- 1 infirmier
5	CSI d'Oboul 1	x		- 1 infirmier
7	CMA d'Angossas,	x		- 2 infirmiers - 1 agent d'hôpital
9	Clinique de l'Espoir de la Communauté Missionnaire Internationale du Cameroun		x	- 1 médecin - 5 aides soignants
BERTOUA				
N°	Dénomination	statut		Personnel
		Public	Privé	
1	Hôpital Régional de Bertoua	x		- 2 médecins - 3 infirmiers - 4 laborantins
2	Hôpital EPC de Bertoua		x	- 2 médecins - 3 infirmiers - 1 dentiste
3	Hôpital Catholique de Bertoua	x		- 5 infirmiers - 1 laborantin
4	CSI de MOKOLO I	x		- 1 infirmier
5	CSI de MOKOLO II	x		- 1 infirmier
8	Polyclinique d'Enia		x	- 1 médecin - 10 aides-soignants
DOUME				
N°	Dénomination	statut		Personnel
		Public	Privé	
1	CMA de Doumé	x		- 2 médecins - 3 infirmiers - 4 laborantins
2	CSI de Doumé		x	- 2 médecins - 3 infirmiers - 1 dentiste
DIMAKO				
N°	Dénomination	statut		Personnel
		Public	Privé	

1	CSI de Kwoamb	x		- 1 infirmier
2	CSI d'Oboul 1	x		- 1 infirmier
3	Clinique ZE Rémy		x	- 1 médecin - 2 aides-soignants
DIANG				
N°	Dénomination	statut		Personnel
		Public	Privé	
1	CMA de Diang	x		- 1 infirmier - 1 médecin - 5 aides-soignants
2	Centre de Santé Catholique de Ndjangane		x	- 1 médecin - 2 aides-soignants
BELABO				
N°	Dénomination	statut		Personnel
		Public	Privé	
1	CMA de Bélabo	x		- 2 médecins - 3 infirmiers - 4 laborantins
2	CSI d'Andom		x	- 2 médecins - 3 infirmiers - 1 dentiste
3	Laiic St Luc de Bélabo	x		- 5 infirmiers - 1 laborantin
4	CSI de Kwoamb	x		- 1 infirmier

Tableau V: Couverture sanitaire de la région du Nord-Ouest.

NDOP				
N°	Dénomination	statut		Personnel
		Public	Privé	
1	Hôpital de district de Ndop,	x		- 2 médecins - 3 infirmiers - 4 laborantins
2	Centre Médical Islamique de Babissi,		x	- 2 médecins - 3 infirmiers - 1 dentiste
3	Centre Médicale Catholique St Monica Baba I,	x		- 5 infirmiers - 1 laborantin
4	Baba I CSI,	x		- 1 infirmier
5	, Babungo CSI		x	- 1 médecin - 5 aides-soignants
6	Babissi CMA		x	- 1 médecin - 2 aides-soignants
FUNDONG				

N°	Dénomination	statut		Personnel
		Public	Privé	
1	Fundong District Hospital	x		- 2 médecins - 3 infirmiers - 4 laborantins
2	St Martin de Porres à Njinikom		x	- 2 médecins - 3 infirmiers - 1 dentiste
3	Fundong Urban CSI,	x		- 5 infirmiers - 1 laborantin
4	Bangolan Baptist CSI,		x	- 1 médecin - 10 aides-soignants
5	Njinikom CMA,		x	- 1 médecin - 5 aides-soignants
BAMENDA				
N°	Dénomination	statut		Personnel
		Public	Privé	
1	Hôpital de Régional de Bamenda	x		- 2 médecins - 3 infirmiers - 4 laborantins
2	Providence Poyclinic, Bamenda Kwen Rural		x	- 2 médecins - 3 infirmiers - 1 dentiste

Tableau VI: Couverture sanitaire de la région de l'Adamaoua.

NGAOUNDERE				
N°	Dénomination	statut		Personnel
		Public	Privé	
1	Hôpital de Central de Ngaoundéré	x		- 2 médecins - 3 infirmiers - 4 laborantins
3	CMA de Dang	x		- 5 infirmiers - 1 laborantin
4	CSI de DIBI	x		- 1 infirmier
5	CSI de Sabongari	x		- 1 infirmier
MBE				
N°	Dénomination	statut		Personnel
		Public	Privé	
1	CMA de Mbé		x	- 2 médecins - 3 infirmiers - 1 dentiste
2	CSI Mbé	x		- 5 infirmiers - 1 laborantin
GAROUA-BOULAI				
N°	Dénomination	statut		Personnel

		Public	Privé	
1	CMA de Garoua-Boulaii	x		- 5 infirmiers - 1 laborantin
2	CSI de Meiganga	x		- 1 infirmier

Tableau VII: Couverture sanitaire de la région du Nord.

GAROUA				
N°	Dénomination	statut		Personnel
		Public	Privé	
1	Hôpital de Régional de Garoua	x		- 2 médecins - 3 infirmiers - 4 laborantins
2	CMA de Laindé	x		- 1 infirmier
3	CSI de Koleré	x		- 1 infirmier
4	CSI de Fuolberé	x		- 2 infirmiers
PITOA				
N°	Dénomination	statut		Personnel
		Public	Privé	
1	CMA de Pitoa	x		- 2 médecins - 3 infirmiers - 4 laborantins
2	CSI de Pitoa	x		- 2 infirmiers - 1 agent d'hôpital
NGONG				
N°	Dénomination	statut		Personnel
		Public	Privé	
1	CMA de Nong	x		- 2 médecins - 3 infirmiers - 4 laborantins

III.2. Méthodes

Les données secondaires seront obtenues à travers une importante revue de la littérature auprès des institutions appropriées, des recherches internet, la lecture des mémoires des travaux similaires au MINSANTE, MINEPDED et au sein de plusieurs bibliothèques universitaires. Elle sera suivie des descentes sur le terrain en vue de la collecte des données primaires et secondaires.

II.2.1. Etat des lieux de la gestion des déchets biomédicaux solides dans les formations sanitaires

L'état des lieux concerne seulement les déchets hospitaliers, a été réalisé grâce aux observations et aux enquêtes auprès du personnels de l'hôpital et des usagers lors des différentes

descentes sur le terrain. Il était question dès l'arrivée dans un service de procéder à l'observation des différentes méthodes de gestion des DBMS, suivi de l'administration du questionnaire aux prestataires de soins, agents d'entretien et de nettoyage ayant acceptés de participer à l'étude.

II.2.1.1. Echantillonnage

La méthodologie adoptée est une évaluation normative, comparant les ressources mises en œuvre (structure), et leur organisation (processus), les services ou les biens produits et les résultats obtenus par rapport à des normes (Contandriopoulos *et al.*, 1992). Ces normes sont des valeurs acceptables "standards".

Dans le cas présent:

- la structure est représentée par les ressources utilisées (humaines, matérielles et financières) et leur organisation (le programme d'hygiène, la réglementation, la coordination avec les collectivités locales, les organes responsables d'hygiène, l'implication des responsables hospitaliers, le suivi et l'évaluation...);
- le processus consiste en l'établissement d'une filière de gestion comprenant les étapes suivantes: le tri, le conditionnement, le stockage, la collecte, le traitement et l'évacuation;
- les résultats immédiats en termes de DBMS gérés et traités.

Ainsi donc, un questionnaire a été administré aux administrateurs et au personnel de l'hôpital (corps soignant, paramédicaux et les agents de collecte des déchets de l'hôpital). Les entretiens ont été menés auprès des usagers, des patients et de la population riveraine. Ce questionnaire a porté sur l'identification du profil socioprofessionnel des personnes enquêtées, la typologie des déchets générés par l'hôpital, la connaissance des risques liés à la mauvaise gestion des déchets. Des observations visuelles ont également permis d'apprécier la qualité du tri, le conditionnement, le transport, le traitement et l'élimination dans la zone finale de dépôt des déchets au sein de l'hôpital. Il s'agissait aussi de noter les moyens matériels et humain utilisés pour le transport des déchets.

II.2.1.1. 1. Echantillon de l'étude

Quatre catégories de personnes ont été ciblées lors des investigations menées au sein des formations sanitaires dans quatre Régions du Cameroun (Est, Nord-Ouest, Adamaoua et Nord) au cours de l'étude. Les groupes sélectionnés étaient composés de 50 personnels administratifs (08 médecins Chef de l'Hôpital, 12 surveillants de l'hôpital, 08 chargés des affaires financières et 22 responsables du service assainissement), 850 personnels soignants (25 médecins, 75

infirmiers, 300 agents techniques de la santé, 50 sages-femmes, 400 aides-soignants), 500 personnels paramédicaux (100 laborantins, 50 radiologues, 350 pharmaciens, etc.) et 3500 agents de collecte de déchets recrutés par l'hôpital, ils sont chargés du nettoyage et de la collecte des déchets solides hospitaliers.

Trois facteurs déterminent essentiellement la taille de l'échantillon (**n**) pour une enquête faite dans la population (Daoudi, 2008):

- La prévalence estimative de la variable étudiée – Population- dans le cas présent (**p**),
- Le niveau de confiance visé (**t**), 95% (valeur type de 1,96) et
- La marge d'erreur acceptable (**m**), 5% (valeur type de 0,05).

Ce modèle d'enquête est fondé sur un échantillon aléatoire simple, la taille d'échantillon requise est calculée en appliquant la formule suivante :

$$n = t^2 \times \frac{p(1 - p)}{m^2}$$

Au total 5100 personnes ont été interrogées dans le cadre de cette étude (Tableau VIII).

Tableau VIII. Répartition des personnes enquêtées par catégorie professionnelle dans les FOSA des quatre régions du Cameroun.

Catégories socioprofessionnelles	Effectifs	Echantillons
Personnel administratif	300	50
Personnel soignant	1000	850
Paramédicaux	950	500
Agents de collecte des déchets	4250	3500
Total	6500	5100

II.2.1.1.2. Participation des personnes enquêtées

Sur cinq mille cents (5100) personnes à enquêter, quatre mille cinq cents (4500) fiches sont retournées soit un taux de participation de 88,23 % (tableau IX).

Tableau IX. Taux de participation des différentes catégories professionnelles.

Catégorie socioprofessionnelle	Effectifs	Retour	Taux de participation (%)
Personnel administratif	50	50	100
Personnel soignant	850	800	94
Paramédicaux	500	350	70
Agents de collecte des déchets	3500	3300	94
Total	5100	4500	88,23

II.2.1.2. Enquêtes auprès du personnel et des usagers des hôpitaux

L'enquête a été réalisée auprès du personnel et des usagers de cinquante (70) formations sanitaires (Hôpital de District d'Abong-Mbang, Hôpital EPC de Nkolvolan ,CSI Zouguele ,CSI d'Oboul 1 ,CMA d'Angossas, Clinique de l'Espoir de la Communauté Missionnaire Internationale du Cameroun, Hôpital Régional de Bertoua ,Hôpital EPC de Bertoua, Hôpital Catholique de Bertoua, CSI de MOKOLO I , Polyclinique ENIA, CMA de Doumé, CSI de Doumé, CSI de Kwoamb, CSI d'Oboul 1, Clinique ZE Rémy, CMA de Diang, Centre de Santé Catholique de Ndjangane, CMA de Bélabo, CSI d'Andom, Laiic St Luc de Bélabo, CSI de Kwoamb, Hôpital de district de Ndop, Centre Médical Islamique de Babissi, Centre Médicale Catholique St Monica Baba I, Baba I CSI, Babungo CSI, Babissi CMA, Fundong District Hospital, St Martin de Porres à Njinikom, Bangolan Baptist CSI, Njinikom CMA, Hôpital de Régional de Bamenda, Providence Poyclinic, Bamenda Kwen Rural, Hôpital de Central de Ngaoundéré, CMA de Dang, CSI de DIBI, Fundong Urban CSI, CSI de Sabongari, CMA de Mbé, CSI Mbé, CMA de Garoua-Boulaii, CSI de Meiganga, Hôpital de Régional de Garoua, CMA de Laindé, CSI de Koleré, CSI de Fuolberé, CMA de Pitoa et CSI de Pitoa) dans les quatre Régions. Ces enquêtes ont été réalisées suivant les techniques d'enquêtes et de sondage proposés par Brossier et Dussaix (1999).

II.2.1.3. Entretiens

Les entretiens ont été réalisés avec certains intervenants dans la gestion des déchets hospitaliers : le directeur de hôpital, les services techniques ; les agents d'entretien et les agents de collecte. Cela a permis de clarifier les points d'ombres, de recueillir les problèmes vécus et les points de vue des différents intervenants.

II.2.1.4. Observations et prises d'images

Dans le souci d'avoir des données fiables, les enquêtes et les entretiens ont été complétés par des observations directes et des prises d'images afin d'illustrer le travail. Ces observations ont permis de voir de plus près les pratiques réelles en matière de la gestion des déchets biomédicaux solides, de mieux comprendre l'organisation de la gestion des déchets à l'intérieur et à l'extérieur de hôpital et de voir si celle-ci est conforme aux normes nationales en matière de gestion des déchets hospitalières.

II.2.1.5. Détermination de la typologie des déchets biomédicaux solides générés

En règle générale, la production de DH 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. La typologie des déchets biomédicaux solides générés par les FOSA ciblées a été faite lors des descentes de terrain au cours desquelles des fiches d'identification élaborées par l'OMS ont été utilisées. Sur le terrain, les déchets produits par les différents services des hôpitaux ont été inventoriés grâce aux fiches d'identification susmentionnées, puis classés conformément aux exigences de l'OMS (Anonyme, 2007b)

II.2.1.6. Quantification des déchets biomédicaux solides produits

La quantification des déchets solides produits s'est faite pour chaque service de formation sanitaire grâce à la méthode de pesée, au moyen d'une balance de marque CAMRY (Figure 9). Une balance de 100 kg pour les échantillons entiers assez lourds, de balances de 50 kg pour les échantillons entiers moyens et une balance de 5 kg pour les composantes triées. Chaque échantillon pris devrait être entièrement pesé. Chaque catégorie de déchets composant cet échantillon devrait également être pesé distinctement. Cette quantification a été faite sur une durée d'un mois, de lundi à dimanche, avec des pesées journalières effectuées tous les matins entre 7h et 11h (heures prévues pour la collecte par les agents du service d'hygiène et d'assainissement).



Fig.9. Pesage des déchets (a. pesée des déchets à la Maternité ; b. pesée au Laboratoire).

II.2.2. Evaluation des impacts, des risques sanitaires et approches innovantes liés à la gestion des déchets biomédicaux solides

II.2.2.1. Approche innovantes liées à la gestion des déchets biomédicaux solides dans les formations sanitaires

La participation au travail de pré collecte et de collecte dans nos hôpitaux a permis d'identifier, puis d'évaluer les approches innovantes dans le mode de gestion des déchets solides des formations sanitaires grâce aux observations et aux entretiens directs.

Par ailleurs, pour apprécier l'efficacité des différentes approches, une quantification s'est effectuée de façon quotidienne à travers les récipients distribués aux accompagnants des patients et par estimation des autres déchets solides produits et ceci grâce à une collaboration avec les infirmiers, les agents d'entretien, les sages-femmes, et les médecins.

Enfin, l'observation directe a permis d'apprécier les approches de processus et les résultats immédiats de cette gestion que font les formations sanitaires. Elle a intéressé toute la filière d'élimination des DBMS depuis la production jusqu'à l'élimination. L'observation a été réalisée à l'aide d'une grille d'observation.

II.2.2.2. Identification des impacts liés à la gestion des DBMS

L'identification des impacts a été faite grâce à la matrice de Léopold à partir des enquêtes réalisées dans les FOSA, des entretiens avec les responsables des FOSA, et des observations directes sur le site. Cette matrice met en corrélation les activités des FOSA d'une part et les composantes de l'environnement d'autre part.

II.2.2.3. Evaluation et caractérisation des impacts

L'évaluation et caractérisation des impacts ont été faites grâce à la matrice de Fecteau (l'intensité, la durée et l'étendue) à partir des enquêtes réalisées dans les hôpitaux, l'entretien avec les responsables des FOSA, des observations directes sur le site. Cette matrice met en corrélation les activités des FOSA d'une part et les composantes de l'environnement d'autre part.

II.2.2.4. Evaluation des risques sanitaires liés à la gestion des déchets biomédicaux solides

Les entretiens semi-directifs ont été réalisés avec certains intervenants dans la gestion des DSMS et de leurs risques, ainsi à travers utilisation de la matrice des risques : les professionnels de santé, les responsables de la commune et leurs agents, pour expliciter certains points qui restent sombres, recueillir les problèmes vécus et les points de vue des différents intervenants.

Les documents qui sont en rapport avec les actions menées par les différents intervenants concernant le processus de la gestion des DBMS et les risques sanitaires dans les formations sanitaires, aussi chercher l'existence des circulaires ministérielles, des guides et procédures de gestion des DBM.

L'analyse des risques potentiels au sein des formations sanitaires ainsi que leurs effets sur les hommes et l'environnement a été effectuée sur la base des dangers inventoriés. A cet effet, chaque danger inventorié a fait l'objet d'une analyse selon des critères généralement retenus pour une analyse des dangers en milieu industriel.

Cette méthode d'analyse vise à définir un gradient de criticité des risques potentiels afin de les comparer et de déterminer les risques majeurs et les priorités en matière de mise en œuvre des mesures de préventions et de protections. Les critères retenus pour l'analyse des risques que peuvent présenter les unités du site sont : la nature du risque, l'entité dangereuse, l'événement causant une situation dangereuse, la situation dangereuse, l'événement causant un accident, l'accident, les effets ou les conséquences et l'existence ou pas des mesures de prévention ou de protection. Les cotations permettant d'hiérarchiser les risques pour en dégager un ordre de priorité afin de programmer des actions visant à supprimer ou à diminuer ces risques qui ont été traduites selon deux critères.

- la fréquence d'exposition au risque (F) ;
- la gravité d'un accident potentiel (G).

- Détermination de la fréquence

Il s'agit ici des niveaux de fréquence d'exposition au risque tel que présenté par le tableau X.

Tableau X : Grille de fréquence d'exposition au risque.

Indice de fréquence	Critères	Description
1	Très rare	L'opérateur est exposé exceptionnellement
2	Rare	L'opérateur est exposé 2 fois par mois
3	Fréquent	L'opérateur est exposé 3 fois par semaine
4	Très fréquent	L'opérateur est exposé tous les jours

- Détermination de la gravité

La gravité se définit comme la conséquence probable, en cas de réalisation de l'accident. Le tableau XI présente les différents niveaux de cotation de la gravité.

Tableau XI : Grille de gravité des dommages.

Indice de gravité	Critères	Description
-------------------	----------	-------------

1	Négligeable	Incident ne causant pas de dommages significatifs (lésions superficielles)
2	Moins grave	Dommages avec conséquences réversibles (coupures, blessures...)
3	Grave	Dommages avec séquelles (conséquences irréversibles : surdité, sectionnement, écrasement, traumatisme)
4	Très grave	Mort ou invalidité permanente absolue (�lectrocution, chute de hauteur, cancer...)

- **Détermination de la criticité**

Il s'agit de déterminer le niveau de risque R en fonction du niveau de fréquence F et du niveau de gravité G. Dans le tableau de référence suivant, on croisera F et G (Risque = Fréquence d'exposition x Gravité potentielle) que l'on vient de déterminer et on observera à quel niveau de risque R cela correspond dans le tableau XII et XIII. La formule ci-dessous montre comment on détermine le risque.

$$R = \text{Fréquence} \times \text{Gravité (INERIS, 2010)}$$

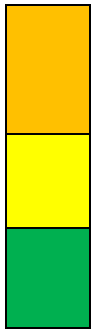
Tableau XII : Grille de criticité.

		Très rare	Rare	Fréquent	Très fréquent	
G	F	F1	F2	F3	F4	
	G1	R1	R1	R1	R2	Négligeable
G2	R1	R2	R2	R3	Moins grave	
G3	R2	R3	R3	R4	Grave	
G4	R3	R4	R4	R4	Très grave	

- F : la fréquence d'exposition au risque;
- G : la gravité d'un accident potentiel



- **R4 : risque significatif**   traitement prioritaire ou **risque inadmissible** qui va nécessiter une étude détaillée pour le ramener au plus bas niveau possible.
- **R3 : risque moyen** ou **risque inacceptable** qui va nécessiter une étude détaillée avec pour objectif de le rendre acceptable.



- **R2 : risque faible ou risque tolérable** à surveiller et nécessitant des mesures de réduction pour les ramener aux plus bas niveaux possibles.

- **R1 : risque très faible ou risque acceptable**

- **Détermination du niveau de maîtrise des risques**

Par rapport à la valeur R déterminée, on regarde les moyens de prévention déjà mis en place pour prévenir le risque d'un point de vue technique, organisationnel et humain.

Par exemple :

- d'un point de vue technique : outillage adapté à la tâche, fourniture d'équipements de protection collective ou d'équipements de protection individuelle;
- d'un point de vue organisationnel : élaboration de procédures d'intervention ;
- d'un point de vue humain : formation, surveillance médicale.

En fonction du classement du risque R et des moyens de protection existants, on va juger si le risque est correctement maîtrisé ou non. Il existe quatre niveaux de maîtrise du risque à savoir :

Tableau XIII: Niveau de maîtrise.

Niveau de maîtrise	Description
1	Risque maîtrisé
2	Risque maîtrisé par au moins 2 moyens de prévention efficaces
3	Risque maîtrisé par au moins un moyen de prévention efficace
4	Risque non maîtrisé

Ainsi l'on utilisera la formule ci-dessous pour le résultat de l'évaluation des risques.

$$\text{Indice de Priorité des Risques (IPR)} = C = F \times G \times M$$

Pour déterminer la priorité des risques, l'on croisera la criticité obtenue avec le niveau de maîtrise tel que côté dans le tableau XIII. La matrice de priorisation est ainsi représentée dans le tableau XIV.

Tableau XIV : Matrice de priorisation.

Criticité ↑	Significatif	P3	P2	P1	P1
	Moyen	P3	P2	P1	P1
	Faible	P3	P3	P2	P1
	Très faible	P3	P3	P2	P1
		Bonne maîtrise	Maîtrise insuffisante	Maîtrise très insuffisante	Absence de maîtrise
					Niveau de maîtrise →

P1 : Priorité
 P2 : Priorité
 P3 : Priorité

II.2.3. Modélisation du système de traitement

II.2.3.1. Modélisation du système de traitement

II.2.3.1.1. Modélisation du système et fonctionnement

La modélisation du système de traitement des déchets biomédicaux solides va se baser sur les techniques de calcul physique. En outre le montage du système suivant certains étapes telles que achat du matériel (Acier, béton, fer, tôles, soufreur, grillage etc.), montage du système, installation des accessoires (roulettes, manches et autres).

La résistance des matériaux s'est faite suivant l'analyse du cycle de vie (ACV) d'une conception. La première étape de l'analyse est dédiée à l'identification de l'unité fonctionnelle et des frontières du système. L'unité fonctionnelle doit être représentative et doit satisfaire la fonction principale du système étudié; sa définition permettra de réaliser l'étude comparative car seuls les produits ayant des fonctionnalités similaires sont comparables. La délimitation des frontières du système permet d'analyser l'étendue et la gravité des critères environnementaux considérés. L'analyse de l'inventaire (flux de matières et d'énergies) permet d'intégrer dans la modélisation les matériaux et les substances utilisées, ainsi que la quantité d'énergie, aussi bien en termes d'entrants que de sortants du système. Ceci peut se faire seulement en prenant en compte l'unité fonctionnelle choisie sur la totalité des étapes du cycle de vie de l'incinérateur. Il suffit alors de réaliser l'évaluation des impacts environnementaux grâce à un utilitaire dédié, et d'interpréter les résultats obtenus.

L'analyse de fabrication de l'incinérateur a été conçue suivant l'assemblage de plusieurs éléments et sous éléments (Fig. 10). Les étapes de montage de l'incinérateur suivant 10 détails du système consistent à monter premièrement la tête de la cheminée (flan capable sur tôle de 15/20, 380x160.), constitué de filtre (1 tube carré de 50 L=100 ; 1 tube carré de 30 L= 100 ; 5 fers plats de 16x3 L= 25.), de conduit de cheminée (flans capables sur tôle de 50 L =1,150) et brides (débits capable sur fer plat de 16x3 L=328), par la suite le tronc du système (tube carré de 50x1,5 fer plat de 16x3 L=500) constitué notamment de clapet de chargement (plan capable sur tôle de 15/10, 150x150), de fours (flan capable sur tôle de 15/20, 3600x500), de conduits d'air (1 tube carré de 50 L=100 ; 1 tube carré de 30 L= 100 ; 5 fers plats de 16x3 L= 25.) et enfin des tiroirs (flan capable sur tôle de 15/20, 45000x100) par des procédés de traçage, débitage, planage, cintrage, sciage, perçage, meulage et soudage (Fig. 11).

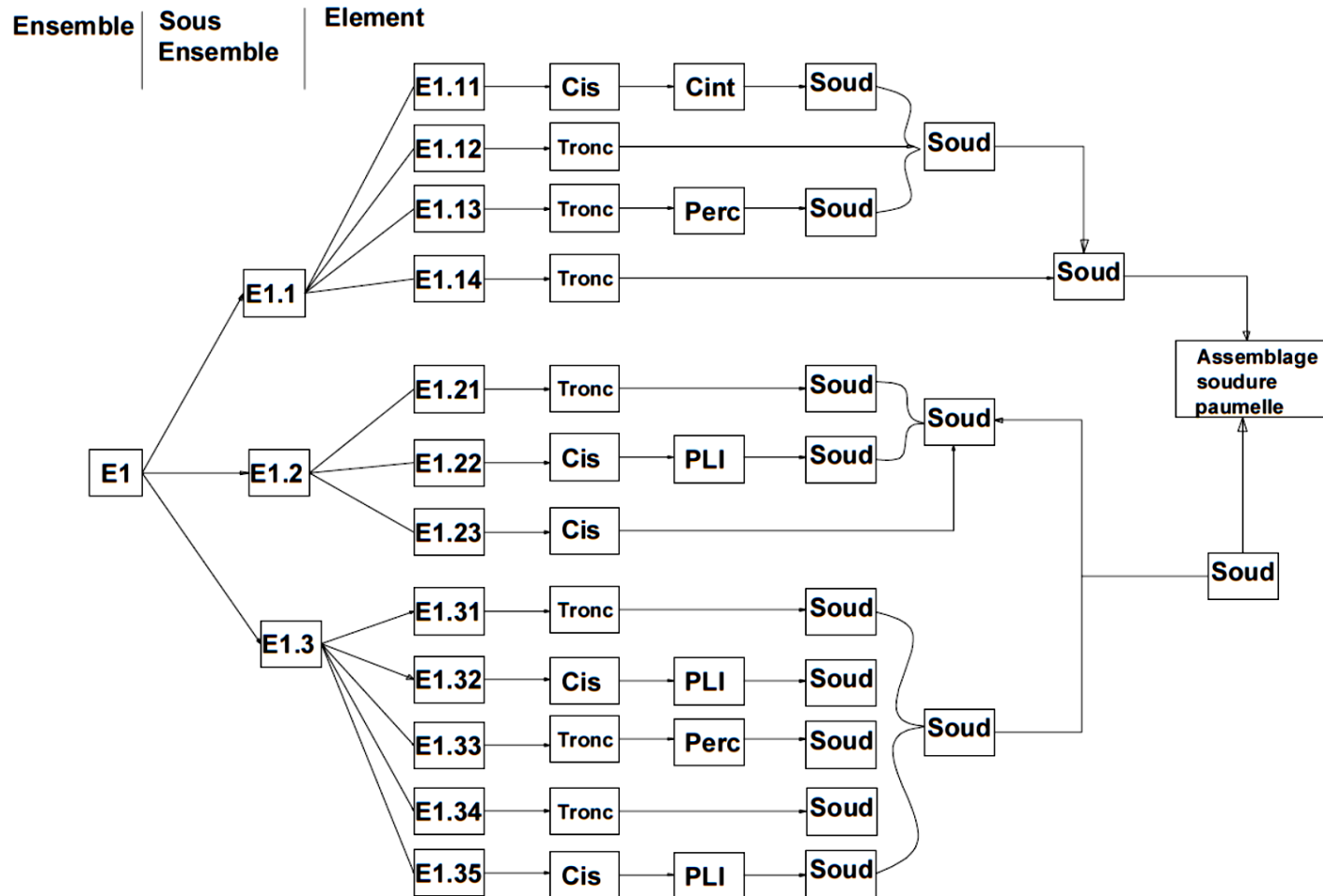
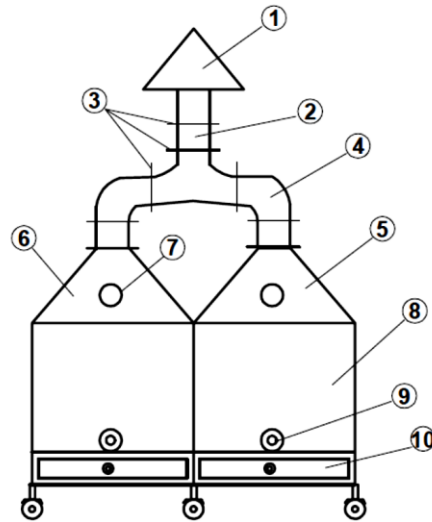


Fig.10. Analyse de fabrication de l'incinérateur artisanal.



Tiroir a cendre	10	2	tole de 15/10		
Conduit d'air	9	2	tube de 26/34		
Fours	8	2	corniere de 25x 25 tole de 15/10		
Clapet de chargement	7	2	Fer carre de 12 tole de 15/10		
Tronc de pyramide	6	} 2	corniere de 25x25 tole de 15/10		
Tronc de pyramide	5				
Conduit d'air	4	3	Tube carré de 50		
Brides	3	6	Fer plat de 16x3		
Filtre	2	1	Tube carré de 50x1.5		
Cone	1	1	Tube carré de 50		
Designation	repere	Nbre de piece	Matiere à fournir à l'atelier	poids	Renseignement divers

Fig. 11. Eléments de conception de l'incinérateur.

II.2.3.1.2. Analyse des fumées et des cendres

L'analyse des fumées et cendres se sont faites suivant une méthodologie bien distincte. Concernant les fumées, les paramètres suivants ont été mesurés : CO, O₂, CH₄, et H₂S. Pour cela on a effectué cinq (05) essais de mesures avec un détecteur et quantifieur de multi-gaz portatif sans utilisation du système et lors de la mise en fonctionnement du système avec un appareil de marque MX4 Iquad. Ces différents prélèvements ont été faits à des heures variées des activités des formations sanitaires. Le système de prélèvement est complexe et difficile à mettre en œuvre. Afin de garantir la représentativité de l'échantillon, un prélèvement de poussières dans les fumées a été fait par piégeage sur un filtre, au moyen d'un dispositif d'aspiration assurant l'isocinétisme du prélèvement. Plus précisément, les fumées doivent être prélevées à la même vitesse que celle de leur écoulement dans le conduit. Le prélèvement doit être réalisé en isocinétisme et la ligne de prélèvement jusqu'au détecteur doit être maintenue à une température supérieure au point de rosée des fumées afin d'éviter toute condensation. Le

prélèvement réalisé à plusieurs points, opérateur va déplacer la sonde et balayer la cheminée manuellement.

Par contre les cendres ont été mesurées à l'aide d'une balance à des heures variées des activités sanitaires. Ici il est question de brûler dans l'incinérateur artisanal les déchets biomédicaux solides de catégories B et C en fonction des paramètres suivants: la température, la quantité des déchets, la durée de combustion et même le type des déchets incinérés. En outre la température du four doit être portée à 1100°C +/- 5°C grâce à un souffleur et mesurée par un thermomètre placé au niveau des brides du système. Cette température est maintenue à travers une paroi adiabatique présente dans l'incinérateur. Par la suite les cendres ont été recueillies dans le tiroir à cendres puis, à 1 mg près, 5 g environ de l'échantillon ont été pesés dans un creuset à incinération préalablement taré pendant toutes les heures définies des activités sanitaires. Il a été fait dix (10) essais pendant trois (03) mois pour réduire la marge d'erreur du système proposé.

II.2.3.1.3. Modèle économique du système

Cette modélisation économique a été déductive du coût de fabrication du mini-incinérateur artisanal amélioré à travers les matériaux utilisés (acier, béton, tôles, soufre, etc.), des coûts d'installations et de maintenance des systèmes. En plus, elle va intégrer la comparaison avec les systèmes existants dans certaines formations sanitaires. Plus spécifiquement, il est question de multiplier les coûts des quantités du matériel en fonction des prix unitaires suivant les rubriques (Fig 10). En outre, le coût a été déterminé aussi à l'aide des formules et des dépenses conformément à l'étude menée par Sandvik *et al.* en 1999 (Annexe 2). Par contre le coût de traitement des déchets biomédicaux solides a été calculé comme suit :

$$\text{Coût de traitement} = \frac{\text{Coût total annuel de l'opération}}{\text{Tonnage annuel}}$$

II.2.3.1.4. Modèle énergétique du système

Le flux d'énergie de l'incinérateur s'évalue suivant les équations thermodynamiques permettant d'intégrer les étapes de l'incinération et de la valorisation énergétique (Principe du bilan énergétique d'incinération). L'incinération des DBMS produit plusieurs types d'émissions et de rejets (Mulet et Prebende, 1991), principalement:

- Cendre volants, dioxines, NOx, gaz acides (SO₂, HCl) et métaux lourds ;
- les gaz (CO, O₂, CH₄ et H₂S).

Le bilan énergétique du système est la différence entre les Entrées (Déchets + Air + Eau) et les Sorties (Gaz + Cendre + Pertes + Eau). En considérant que les incinérateurs artisanaux ont une température inférieure à 1500°C :

$$\text{Entrée} = (\text{Déchets} \times \text{PCI}) + (\text{Air} \times \Delta H) \text{ et}$$

$$\text{Sortie} = (\text{fumées} \times \Delta H) + (\text{Cendre} \times \Delta H) + \text{Perte thermique} + \text{Perte par imbrulés.}$$

ΔH = enthalpies

PCI= Pouvoir Calorifique Inférieur

Par contre le Pouvoir Calorifique Inférieur est incontournable à ce calcul. Une méthode permettant un calcul très simple mais très fiable (+/- 5%) du PCI des déchets est présentée dans l'équation ci-dessous. Les pertes de chaleur sont prises en compte. Les données requises pour le calcul sont généralement standards suivant Sandvik *et al.* (1999) et sont soit mesurées soit calculées à partir des chiffres de dimensionnement tels que les paramètres de la vapeur :

$$\text{PCI} = (1,133 \times (\text{mst w/m}) \times \text{cst} \times 0,008 \times \text{Tb}) / 1,085 \text{ (GJ/tonne)}$$

(PCI = pouvoir calorifique le plus bas des déchets incinérés pour $\text{mst w/m} \geq 1$ (GJ/tonne))

Où : $\text{mst w} = \text{mst} \times (\text{mf} \times (\text{cf} / \text{cst}) \times \eta_b)$ mx

Avec :

w = quantité de vapeur produite à partir des déchets dans le même laps de temps que 'mst' par exemple par an (tonne/an)

mst.x = quantité totale de vapeur produite dans un laps de temps défini par exemple par an (tonne/an)

mx = quantité de carburant supplémentaire utilisée dans le laps de temps correspondant par exemple par an (tonne/an)

m = masse de déchets incinérés dans un laps de temps défini par exemple par an (tonne/an)

cst x = enthalpie nette de vapeur c'est-à-dire enthalpie de vapeur moins enthalpie d'eau (GJ/tonne)

f = valeur calorifique nette de carburant supplémentaire qui s'ajoute à la production de vapeur (GJ/tonne)

Tb = température des gaz brûlés après les filtres à 4 – 12 % d'O₂ dans les gaz brûlés (°C)

0,008 = teneur en énergie spécifique dans les gaz brûlés (GJ/tonne x °C). 1,133 et 1,085 sont des constantes dérivées des équations de régression.

η_b = efficacité de l'échange de chaleur vers la cheminée (environ 0,80)

D'où les équations théoriques relatives aux entrées de chaleur dans l'incinérateur et aux sorties sont présentées dans les tableaux XIV et XV ci-dessous :

Tableau XV: Équations théoriques relatives aux entrées de chaleur dans l'incinérateur.

Grandeur	Notation	Equation	Paramètres
Chaleur contenue dans l'air introduit dans l'incinérateur	A1	$A11 = m1 \times cp1 \times (t1 - ta)$ relatif à l'air primaire	M=débit d'air (Kg/h) CP=chaleur spécifique (Kj/Kg ° C) T°=température de l'air Ta=température de l'air ambiant
Chaleur contenue dans les DBMS	A2	$A21 = M1 \times PC1$	M1= débit de déchets en Kg/h PCI=déchets bruts

Tableau XVI: Équations théoriques relatives aux sorties de chaleur dans l'incinérateur.

Grandeur	Notation	Equation	Paramètres
Chaleur contenue dans la vapeur	B1	$B11 = M4 \times H4$	M=débit de la vapeur produit (Kg/h) H=enthalpie de la vapeur produits
Chaleur contenue dans les cendres	B2	$B21 = M6 \times PC6 \times (tf - ta)$	M= débit de cendres en Kg/h PC=chaleur spécifique des cendres (=1,04 Kj/Kg ° C) Tf : température des fumées (° C)
Chaleur des fumées	B3	$B31 = M3 \times H3$	M= débit de fumés (Kg/h) H= enthalpie sensibles moyenne x fumées (Kj/Kg)

La modélisation d'énergétique de l'incinérateur de traitement des DBMS se fait à l'aide du logiciel Usim Pac et prend compte des différents flux d'énergie.

II.2.3.1.5. Modèle environnemental du système

Le model environnemental fait recours à l'évaluation potentielle sur le plan physico-chimique, biologie et social de l'usage de l'incinérateur des DBMS, il faut donc évaluer sa production. Il a été aussi question de comparer les incinérateurs locaux à l'alternative proposée. A cet effet la comparaison s'est faite au niveau des gaz émis pour chaque système, le coût de fabrication et de maintenance, ainsi que le coût économique de ce dernier.

II.2.4. Plan d'Action de gestion de DBMS

Grâce à l'analyse des données collectées sur le terrain, plusieurs actions potentielles ont été sélectionnées suivant l'importance de la problématique des déchets de chaque structure hospitalière. Ensuite, ils ont été réunis en un plan d'action cohérent. Un plan simple de gestion des déchets déterminant les objectifs, les activités, les intervenants, leurs attributions, les ressources nécessaires, ainsi que les mécanismes de suivi, de supervision et de contrôle avec pour objectif général de rendre effective la gestion saine et durable des déchets biomédicaux chez tous les producteurs. En outre, le coût du plan d'action est fonction des différents éléments du tableau sur une période de trois (03) ans. Ce dernier est utilisé pour toute catégorie de formations sanitaires.

II.2.5. Traitement des données collectées

Après la codification des données du terrain, le logiciel Microsoft Excel 2013 a été utilisé pour le dépouillement de ces dernières. La comparaison des moyennes s'est faite suivant le test de Student Newman Keuls au seuil de significativité de 5 % à l'aide du Logiciel d'analyse de variance (ANOVA). Il a permis d'observer les différences et les variations des paramètres étudiés au niveau du système de traitement. Les résultats des différents paramètres analysés sont exprimés sous forme de moyenne \pm écart-type. Les résultats ont été présentés sous forme de tableaux et d'histogrammes grâce au Logiciel Excel 2013.

CHAPITRE III: RESULTATS ET DISCUSSION

III.1.Résultats

III. 1.1. État des lieux des DBMS dans les formations sanitaires de la zone d'étude

Sur les 5100 questionnaires distribués, 4500 ont été retournées, soit un taux significatif de 88,23 %. Des observations au niveau de 86 services et des entretiens avec 3300 travailleurs directement impliqués dans la gestion des DBMS, ont permis de réaliser l'état des lieux dans la zone d'étude.

III.1.1.1. Etat de l'environnement du site

Les descentes effectuées sur le terrain ont permis de constater que la gestion des déchets biomédicaux solides dans les différentes formations sanitaires (HD, DS, CMA, CSI et autres,) fait face à beaucoup de difficultés.

On a noté des aspects dégradants rendant les hôpitaux insalubres dans la région de l'Est (avec le cas CSI de Bélabo, CMA de Diang, HR de Bertoua) et celle du Nord-Cameroun (avec le cas de HC de Nagoundéré, le SCI Bou Djéré, SCI DIbi, SCI Sabongari) (Fig.12.). Il s'agit :

- du local de stockage des DBMS inexistant dans ces FOSA ;
- des bourbiers entravant la circulation ;
- du mauvais conditionnement ;
- de la présence des dépôts d'ordures.



Fig. 12. Dépôt des déchets biomédicaux solides (.a-DBMS près des bâtiments administratifs de hôpital Régional de Ngaoundéré, b- DBMS aux alentours des bacs et à proximité des écoles ; c-obstruction des caniveaux par les DBMS à Hôpital Régional de Bertoua).

III.1.1.2. Etat de salubrité

Le dépouillement des fiches d'enquêtes concernant l'état de salubrité a permis d'obtenir l'opinion du personnel et des usagers sur le degré de salubrité dans les différents FOSA des quatre zones agro-écologiques enquêtées.

Les résultats obtenus montrent que 5,31 % du personnel et des usagers enquêtés dans la région du Nord affirment que l'HR de Garoua est moins sale, 28,29 % trouvent le CMA sale, 19,80 % trouvent les SCI très sales, 39,22 % trouvent propres les CS privés (CS religieux ou Clinique) et 7,38 % sont restés sans opinion. Dans la région de l'Adamaoua, 22,41 % du personnel et des usagers enquêtés affirment que le CMA de Dang est propre, 16,53 % trouvent sale l'Hôpital Central de Ngaoundéré, 26,14 % trouvent très sales les SCI, 28,33 % jugent les CS Privés au moins sales et 6,59 % sont restés sans opinion (Fig.13 et 14).

Par ailleurs, les résultats obtenus dans la région de l'Est montrent que 39,22 % du personnel et des usagers enquêtés affirment que l'HD d'Abong-Mbang est moins sale, 28,29 % trouvent le CMA/HR de Bertoua sale, 19,80 % trouvent les SCI très sales, 9,31 % jugent les CS privés (CS religieux ou Clinique) propres et 3,38 % sont restés sans opinion. Par contre dans la région du Nord-Ouest, 33,33 % du personnel et des usagers enquêtés affirment que les HD de Bamenda, Fundong et Ndop sont propres et 26,14 % trouvent les CMA sales, 16,53 % trouvent les SCI très sales, 22,41 % jugent les CS privés moins sales et 1,59 % sont restés sans opinion (Fig.15 et 16).

En outre les résultats obtenus de manière général sur la salubrité dans toutes les régions de la zone d'étude au niveau des formations sanitaires montrent que 25 % des Hôpitaux de Districts sont propres, 60% des CMA sont sales, 20% des CS Privé sont moins sale et 90% des CSI sont très sale (Fig.17).

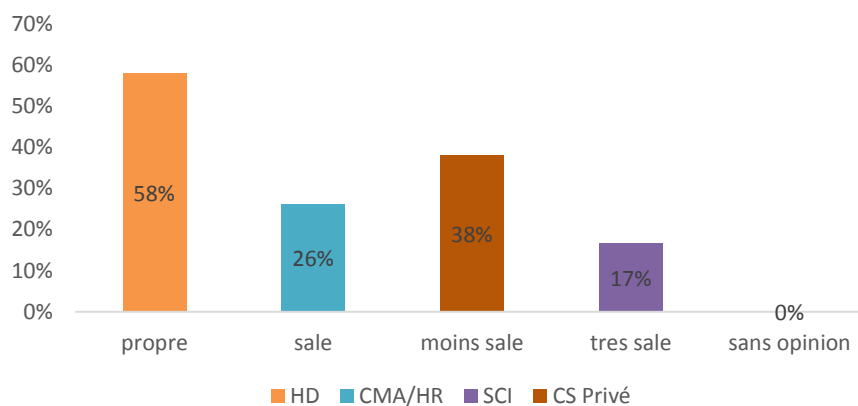


Fig.13. Etat de salubrité dans les FOSA du Nord.

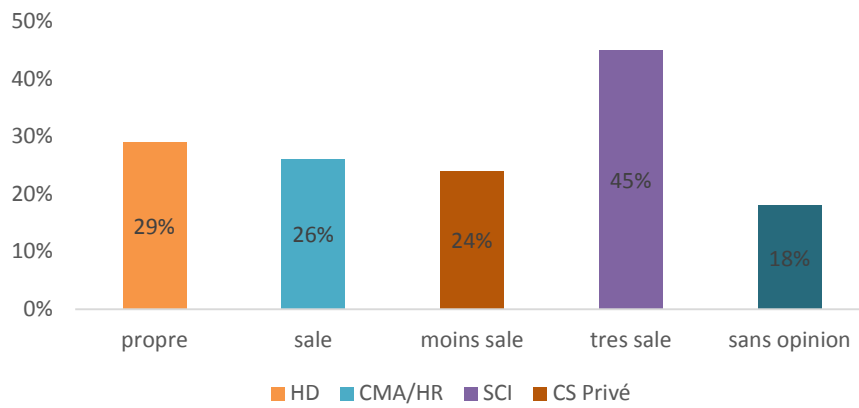


Fig.14. Etat de salubrité dans les FOSA de l'Adamaoua.

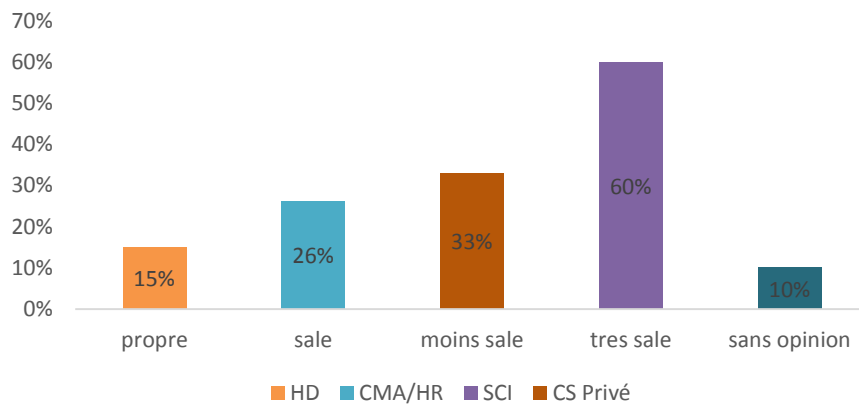


Fig.15. Etat de salubrité dans les FOSA de l'Est.

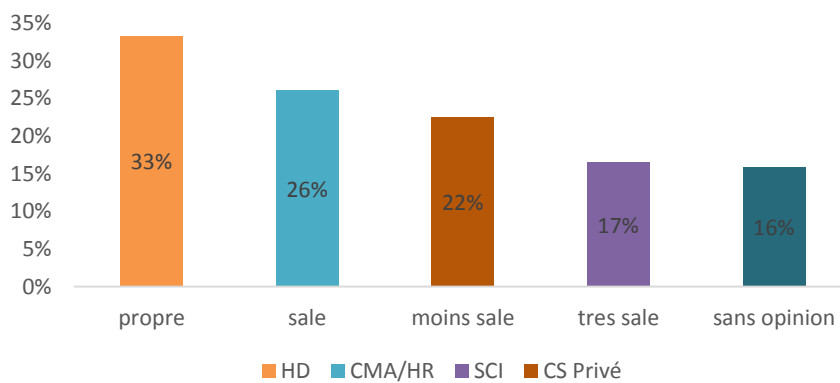


Fig.16. Etat de salubrité dans les FOSA au Nord-Ouest.

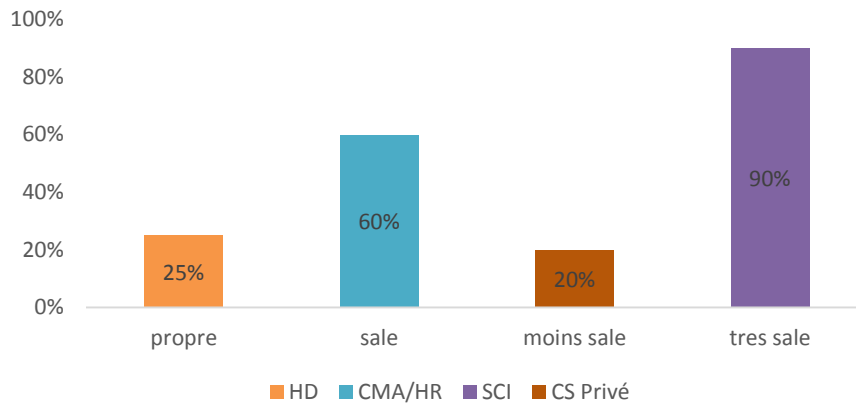


Fig.17. Etat de salubrité dans les FOSA de la zone d'étude.

III.1.1.3. Connaissances du personnel sur la gestion des DBMS

III.1.1.3.1. Personnel sur les risques liés aux DBMS

Les investigations ont révélé que chez les personnels des FOSA des quatre régions, seulement ceux du Nord-Ouest sont conscients des risques des déchets biomédicaux solides pour leur santé, tandis que ceux des trois autres régions (Est, Adamaoua et Nord) sont inconscients, à 97 %, des risques sur la santé et l'environnement. Un très grand nombre (93,7 %) dans toutes les FOSA enquêtées pensent que la séparation des DBMS est inutile, ceci prouve que les efforts de sensibilisation sur ce point sont d'une importance capitale pour réduire le taux de risques.

III.1.1.3.2. Typologie des DBMS

Le niveau insuffisant de formation est objectivé, une fois de plus, par les faibles fréquences de personnels connaissant les différents types de déchets biomédicaux solides produits dans une structure de soins (1,3 %), leur désignation (4,1 %), et les différentes étapes de la filière de gestion des déchets biomédicaux solides (1,2 %). C'est le cas dans les FOSA de la région de l'Est et du grand Nord avec les SCI de Koleré, Dibi, et Bou Mdjeré, de l'Hôpital Régional de Bertoua et le CMA de Bélabo.

Le faible ratio (27,6 %) de personnels connaissant globalement les codes-couleurs réglementaires, est plus en relation avec le défaut d'informations et de diffusion des textes réglementaires. C'est le cas dans la zone du Nord-Ouest avec les HD de Fundong et de Ndop, du CMA de Njinikom et du CSI de Bangola. Si la conscience du risque est réelle et acquise pour la quasi-totalité des personnels de santé toutes catégories confondues, il n'en est pas de même pour la formation qui ne cible que le quart du personnel.

III.1.1.3.3. Causes de la mauvaise gestion des DBMS

L'enquête menée sur le terrain dans les quatre régions (Est, Nord-Ouest, Adamaoua, Nord) dans certaines FOSA sur les causes de la mauvaise gestion DBMS a révélé que 11,73 % des personnels et usagers estiment que la mauvaise gestion des DBMS est due au manque de sensibilisation du personnel et des usagers, 14,28 % pensent relèvent l'insuffisance de ressources financières, tandis que 8,54 % des personnes interviewées pensent que cette mauvaise gestion est due à l'insuffisance des ressources matérielles appropriées. Toutefois, 11,98 % pensent quelle serait due à la fois au manque de sensibilisation et à l'insuffisance des ressources financières, 17,67 % due aux effets combinés du manque de sensibilisation et de l'insuffisance des ressources matérielles appropriées et 15,45 % affirment qu'il s'agit du résultat de l'insuffisance des ressources à la fois financières et matérielles. Par ailleurs, 20,35 % affirment qu'elle résulte à la combinaison des trois facteurs sus cités (Fig.18).

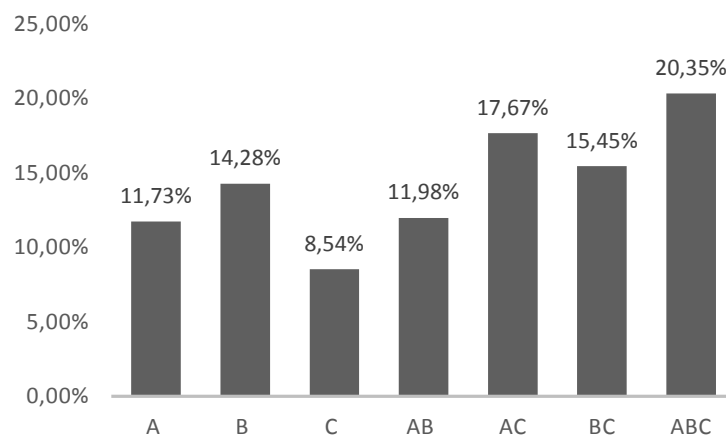


Fig.18. Causes de la mauvaise gestion des DBMS dans certaines FOSA (A : absence de sensibilisation, B : insuffisance des ressources financières ; C : insuffisance des ressources matérielles).

Le niveau d'éducation des agents de gestion des DBMS dans la zone d'étude montre que dans toutes les FOSA enquêtées, 80 % des agents sont des analphabètes (HR de Garoua, CMA de Laindé, SCI de Fuolbéré, HC de Ngaoundéré, CMA de Dang, SCI de Dibi, SCI de Bou Mdjéré, SCI Sabongari, HR de Bertoua, SCI de Mokolo, Hôpital EPC de Bertoua, SCI d'Oboul I, CSI de Bélabo) , 11 % ont un niveau d'éducation de l'enseignement primaire (Hôpital Catholique de Bertoua, HD d'Abong Mbang, CMA de Njimikom, CSI St Minica de Baba I) et seulement 9 % ont un niveau d'étude du secondaire (HD de Ndop, HD de Fundung, CSI de Baba I, CSI Islamic Medicalized de Ndu) (Fig.19).

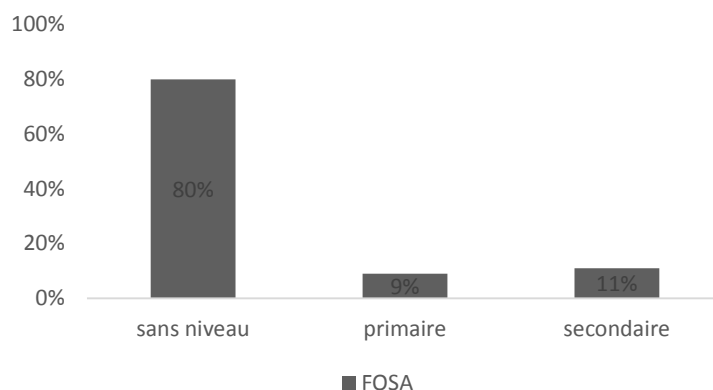


Fig.19. Niveau d'éducation des agents responsables de la gestion des DBMS dans certains FOSA des quatre régions du Cameroun.

III.1.1.4. Appréciation de l'efficacité du système de gestion des DBMS dans les FOSA

Les résultats obtenus pendant les enquêtes réalisées dans certains FOSA en rapport avec l'appréciation de l'efficacité du système de gestion des déchets biomédicaux solides relèvent que dans les CMA de Laindé, de Dang, et de Diang, l'HR de Bertoua, les CSI de Dibi, de BOU Mdjéré, de Bélabo, de Oboul I et de Dimako, seulement 17,36 % des personnes interviewées parmi le personnel et les usagers pensent que le système de gestion des DBMS est bon. Par contre 26,77 % le trouve passable et 55,87 % trouvent qu'il est mauvais. Dans la région du Nord-Ouest et particulièrement dans le CMA de Njinikom, CSI St Monica de Baba I, l'HD de Fundong et de Ndop, 36,43 % des personnes interviewées parmi le personnel et les usagers trouvent le système passable, 35,67 % le trouve bon tandis que 27,90 % le trouve mauvais (Fig.20.).

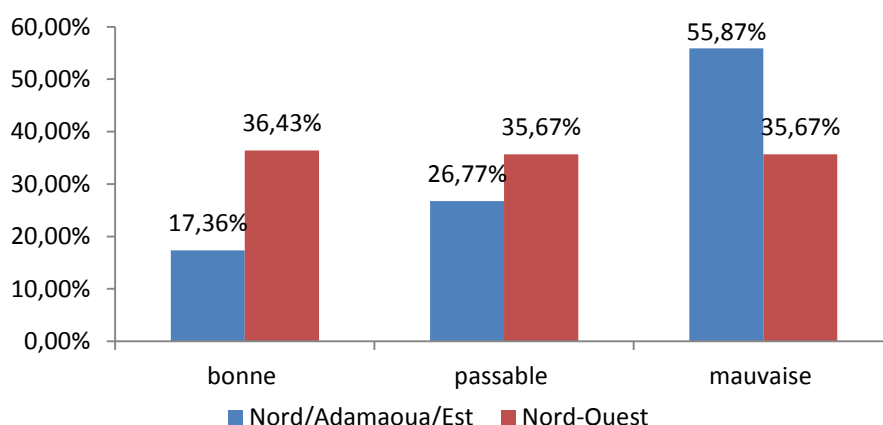


Fig.20. Appréciation de l'efficacité du système de gestion des DBMS dans les FOSA enquêtées

III.1.1.5. Gestion du personnel sanitaire dans les FOSA

Les résultats obtenus montrent que 17,36 % du personnel et des usagers dans la région du Nord possèdent des gants, 26,77 % des cache-nez, 55,87 % les tabliers de soins, 60 % des tabliers d'opérations, 12 % des bottes, 20 % des désinfectants et 60 % des blouses. Tandis que dans la région du Nord-Ouest, 36,43 % possèdent des gants, 35,67 % des cache-nez, 35,67 % des tabliers de soins, 33% des tabliers d'opérations, 36 % des bottes, 45 % des désinfectants et 70 % des blouses. En outre, les résultats obtenus chez le personnel des régions de l'Est et l'Adamaoua montrent respectivement que 55 % et 36 % possèdent les gants, 9 % et 26,77 % des cache-nez, 49 % et 35,67 % des tabliers de soins, 10 % et 9 % des tabliers d'opérations, 2 % et 5 % des bottes, 20 % et 35,67 % des désinfectants et enfin 39 % et 58,87 % des blouses (Fig.21).

Certaines FOSA procurent au personnel tous les EPI tels que les gants, les cache-nez, les tabliers de soins, bottes dans les salles de chirurgie et d'accouchement, désinfectants. Dans d'autres FOSA par contre, ces EPI sont apportés de façon participatives, c'est-à-dire qu'une partie des EPI peut être donnée par la FOSA (gants de soins, tablier du bloc opératoire ou de la maternité, dans certains cas des combinaisons pour le personnel en charge de la gestion des déchets biomédicaux), et complétée par chaque personnel (cas des blouses et cache-nez), soit par les patients dans certaines FOSA (CMA de Njinikom, Fundung District Hôpital). Les EPI sont pour la majorité renouvelés en cas de besoin et leur port se veut obligatoire. Dans certaines FOSA, les gants de soins sont recyclés et donnés au personnel chargé de la gestion des déchets biomédicaux. Aucun vaccin, n'est administré gratuitement au personnel des FOSA; c'est chaque FOSA qui sensibilise son personnel sur la prise des vaccins.

Certaines FOSA ont des comités d'hygiène hospitalier constitués mais informel c'est-à-dire sans règlementation, ni statut défini. C'est le cas de l'hôpital de district de Ndop, St Martin de Porres de Njinikom, du Centre Médical Catholique St Monica de Baba I, Bagolan Baptist CSI, CMA de Babessi. La fréquence des réunions n'est pas fixe. Dans certaines FOSA, c'est par semaine, dans d'autres elle est mensuelle ou trimestrielle. Aucune FOSA non financée par PBF n'a un comité d'hygiène. Dans toutes les FOSA, il y'a au moins une personne chargée de la gestion des déchets biomédicaux à l'exception du CSI de Baba I, de Babongo, de Babessi, et de Fundung, où c'est le personnel de santé lui-même qui gère les déchets biomédicaux. Dans les FOSA non financées par PBF comme à Providence Polyclinic de Bertoua, c'est le personnel de santé qui est chargé de la gestion des déchets.

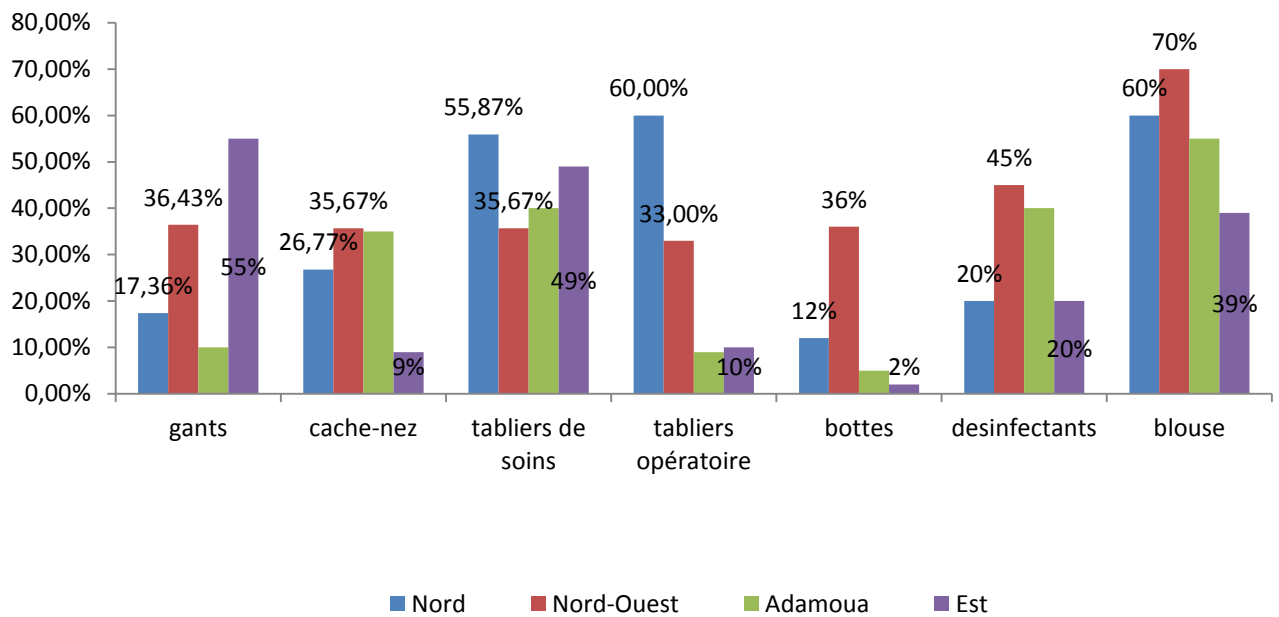


Fig.21. Equipements de protections individuelles retrouvées dans les FOSA.

III.1.1.6. Estimation des déchets biomédicaux solides produits dans les FOSA

III.1.1.6.1. Caractérisation des DBMS

III.1.1.6.1.1. Déchets médicaux

Les résultats obtenus montrent que dans toutes les formations sanitaires de la zone d'étude, différents types de déchets sont relevés à savoir, les déchets très infectieux à 8 %; les déchets sans risque à 45 %; les déchets infectieux ni coupants ni piquants à 20 %; les déchets coupants ou piquants à 15 %; les déchets chimiques et pharmaceutiques à 10 % et les déchets spéciaux à 2 % au niveau des Hôpitaux Régionaux. En suite au niveau des Hôpitaux de Districts on a les déchets très infectieux à 2 %; les déchets sans risque à 45 %; les déchets infectieux ni coupants ni piquants à 15 %; les déchets coupants ou piquants à 10 %; les déchets chimiques et pharmaceutiques à 8 % et les déchets spéciaux à 20 %. En ce qui concerne les CMA, CSI et CS Privé on a respectivement : les déchets très infectieux à 8 %, 15%, et 25%; les déchets sans risque à 45 %, 60% et 50% ; les déchets infectieux ni coupants ni piquants à 25 %, 10% et 5%; les déchets coupants ou piquants à 12 %, 15% et 20%; les déchets chimiques et pharmaceutiques à 10 %, 0% et 0% ; et les déchets spéciaux aucun (Fig.22).

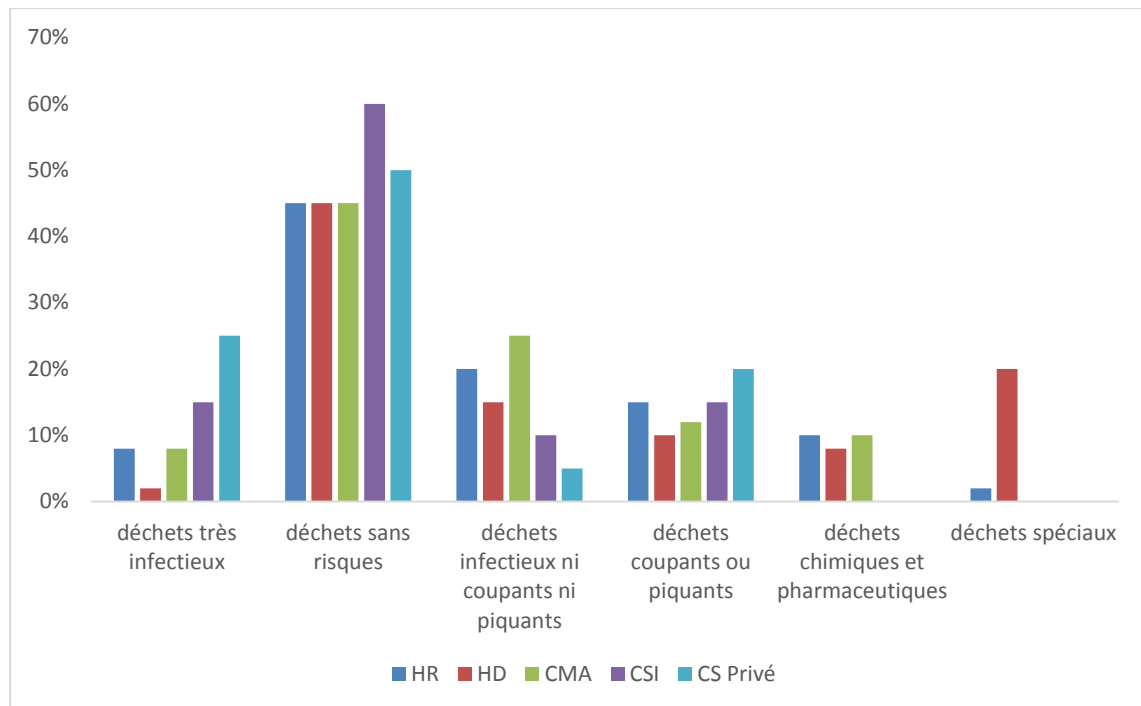


Fig.22. Caractérisation des déchets solides biomédicaux par formations sanitaires.

En outre, la catégorisation des déchets de soins dans toutes les unités a été réalisée en 6 classes à savoir:

- la classe du plastique, qui renferme les gants, les seringues, les sacs à urine, les poches de solutés, sang et plasma, les appareils pour diurèse, les perfuseuses, transfuseurs et leurs accessoires, les drains, les sondes et canules, les emballages des médicaments.
- la classe du flacons/verre, qui renferme essentiellement les emballages de médicaments tels que les flacons massifs de solutés de perfusion, les ampoules de solution injectables ou buvable, les flacons de médicaments.
- la classe de coton/compresse, qui est composée essentiellement des pansements, des compresses, des cotons et autres types semblables.
- Les piquants/tranchants, qui sont constitués des aiguilles, des lames de bistouri et tous autres objets tranchants ou piquants.
- la classe des déchets anatomiques, qui comporte essentiellement des restes des pièces anatomiques après les interventions chirurgicales.
- les plâtres qui renferment aussi des amalgames divers.

Les emballages sont les DBM les plus représentatifs, avec une proportion de 27,77%. Les matières plastiques, les compresses, les verres et les flacons possèdent des proportions

sensiblement identiques. Toutefois, les tissus humains et les objets piquants sont moins représentatifs (Fig. 23).

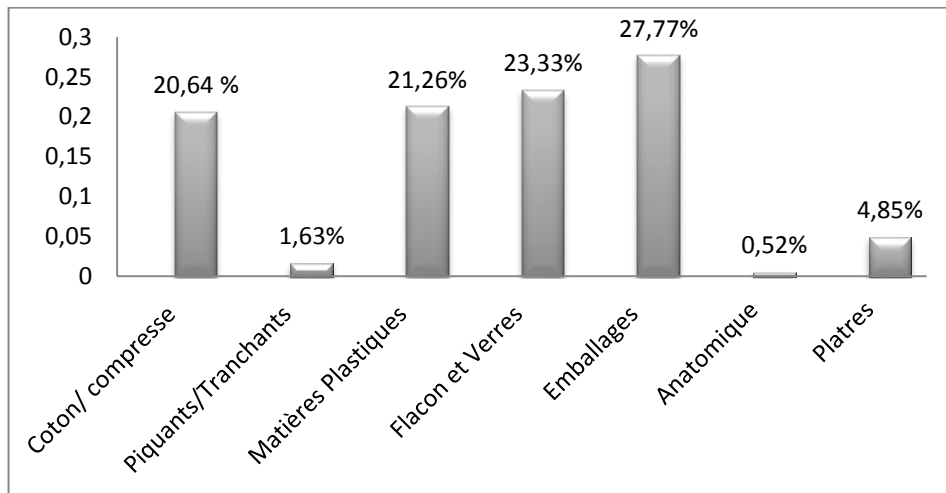


Fig.23. Caractérisation des déchets solides biomédicaux.

III.1.1.6.1.2. Déchets ordinaires

Suivant le mode de classification basé sur le comportement des déchets et leurs effets sur l'environnement, on a pu distinguer (Fig.24):

- les déchets assimilables aux ordures ménagères, qui sont estimés à 176 kg/jour pour les Hôpitaux Généraux ; 140 kg/jour pour les Hôpitaux Centraux ; 58 kg/jour pour les Hôpitaux Provinciaux ; 24 kg/jour pour les Hôpitaux de District ; 18 kg/jour pour les Centres Médicaux d'Arrondissement et 12 kg/jour pour les Centres de Santé Intégrés et les cliniques. Ils sont essentiellement composés de matières fermentescibles qui renferment des papiers et des déchets ménagers issus de la restauration, des services administratifs et des unités d'hospitalisation.
- les déchets encombrants, sont estimés à 2 tonnes et composés des vieux lits, matelas, réfrigérateurs et des vieux appareillages.



Fig.24. Déchets encombrants.

III.1.1.6.2. Estimation des déchets solides biomédicaux

Selon l’OMS qui estime que seulement 20 % des déchets hospitaliers sont des DBMS, la production journalière de ces derniers a été de 44 kg/jour pour les Hôpitaux Généraux ; 35 kg/jour pour les Hôpitaux Centraux ; 22 kg/jour pour les Hôpitaux Provinciaux ; 12 kg/jour pour les Hôpitaux de District ; 6 kg/jour pour les Centres Médicaux d’Arrondissement et 3 kg/jour pour les Centres de Santé Intégrés et les cliniques. Les résultats obtenus pendant les enquêtes et entretiens réalisés auprès des majors et agents d’entretiens dans les quatre régions de certaines formations sanitaires ont permis de regrouper les déchets biomédicaux solides en huit catégories de différentes de matières (Fig.25.). La pesée des déchets a permis d’avoir une précision de la production journalière des déchets biomédicaux de 96,88 kg. Ce qui représente une production de 0,71 kg/lits de déchets hospitaliers. A ce rythme moyen de production journalière des déchets biomédicaux solides, les FOSA enquêtés produiraient 35,36 tonnes de déchets solides biomédicaux par an.

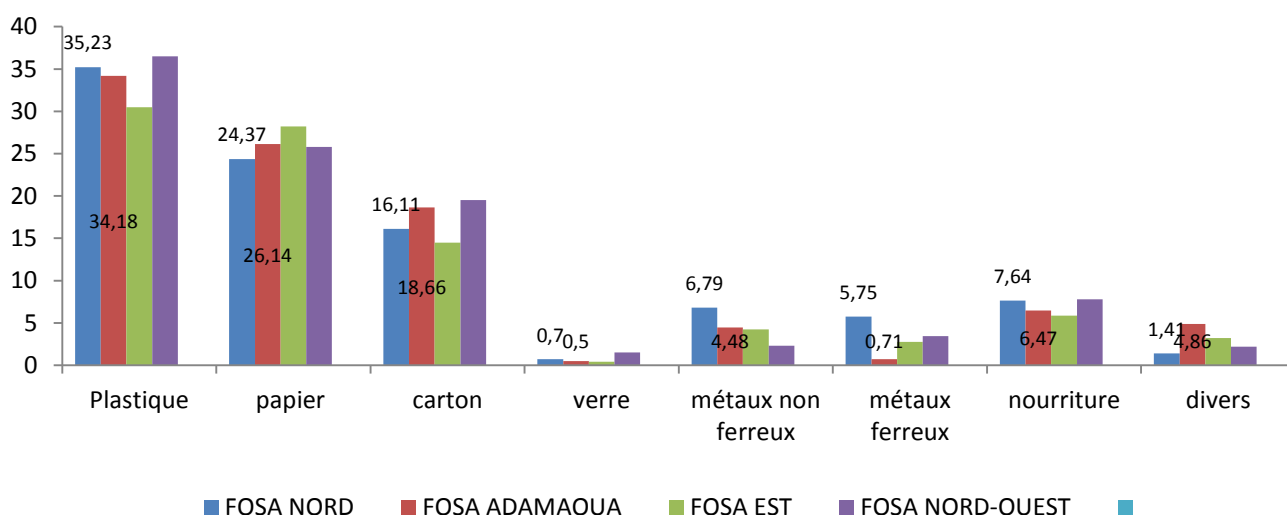


Fig.25. Estimation des déchets solides biomédicaux produits dans les Fosa des quatre régions par an.

III.1.1.7. Organisation du système de gestion des déchets biomédicaux solides

Les FOSA du Nord-Ouest sont les seuls qui disposent d’un système de codage pour les déchets biomédicaux solides (Tableau XVII).

Tableau XVII: Codage des déchets solides biomédicaux dans les FOSA du Nord-Ouest.

Catégories	Description	Code couleur des contenants
Déchets généraux	Ordures ménagères	Sachets plastiques noirs et poubelles noires
Déchets infectieux	Coupants et tranchants	Boîte à tranchants
	Anatomiques	Sachets plastiques jaunes et poubelles jaunes
Déchets chimiques	Déchets issus du labo	Sachets plastiques rouges et poubelles rouges

Les déchets solides ont été trouvés dans tous les services, à l'exception des pharmacies. Les déchets pharmaceutiques ont été retrouvés dans 66 services, les déchets infectieux dans 49 services et les déchets anatomiques dans 11 services. Le tri des DBM était inadapté dans 83,5 % des FOSA et l'utilisation du système de codage par couleur inexistant dans les FOSA PBF et non PBF. Des boîtes de sécurité pour le recueil des objets tranchants et piquants étaient disponibles dans 62,5 % des FOSA PBF et leur utilisation effective dans 31,1 % d'eux. Dans la majorité des FOSA non PBF, un conditionnement inadapté, caractérisé par une utilisation de bouteilles et poubelles en plastique pour le recueil et par un remplissage avec débordement des boîtes de sécurité malgré un plan organisation de la gestion des déchets au sein des formations sanitaires (Fig.26).

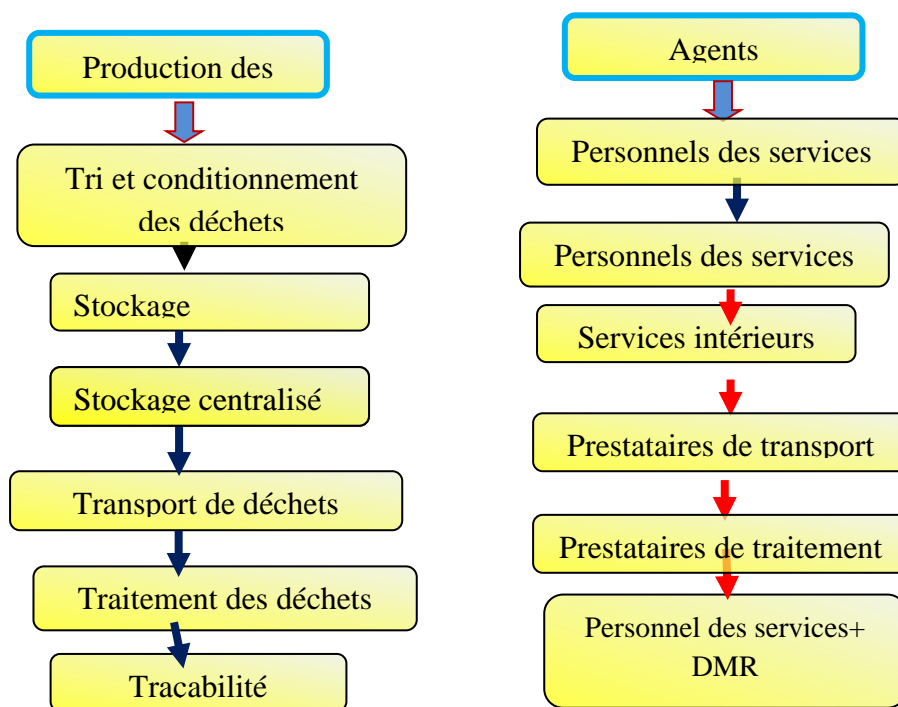


Fig.26. Organisation de la gestion des déchets biomédicaux solides dans les FOSA de la zone d'étude.

III.1.1.8. Mode de traitement des déchets biomédicaux solides dans les FOSA

III.1.1.8.1. Incinérateurs

Sur 70 des FOSA visitées, il ressort que 70 % n'ont pas des incinérateurs, 25 % des possèdent des incinérateurs défectueux et 5 % possèdent des incinérateurs mais ne maîtrisant pas le fonctionnement.

La matérialisation des incinérateurs était en majorité artisanale de type Montfort. Les FOSA traitaient les DBMS dans des fûts découpés, c'est le cas particulièrement dans les régions de l'Est et du Nord Cameroun (Fig.27).



Fig.27. Incinérateur des DBMS dans les fûts.

L'élimination des DBMS dans les FOSA était effectuée dans de vieux incinérateurs ou des fours artisanaux, avec d'importantes émanations de fumées. Seulement 3 % sur 5 % des hôpitaux disposent d'un incinérateur à une chambre de combustion ou incinérateur de type Montfort tel que dans la région du Nord-Ouest (Fig. 28.) pour brûler les déchets provenant des services hospitaliers afin d'en réduire la quantité et éliminer les germes pathogènes. En temps de fonctionnement normal 40 à 60 kg de déchets sont incinérés malgré leurs états peu défectueux.



Fig.28. Incinérateur à une chambre de combustion de type Montfort (a : déchets mis dans l'incinérateur ; b : vue d'ensemble de l'incinérateur).

III.1.1.8.2. Brûlage de déchets à l'air libre

Le brûlage des déchets se fait régulièrement à l'air libre sur le site central de dépotage à quelques mètres de l'incinérateur (Fig. 29). Ce sont les déchets assimilables aux ordures ménagères (papiers, débris végétaux, emballages...) qui subissent généralement ce type de traitement. C'est le cas dans les formations sanitaires de la région de l'Est et l'Adamaoua.



Fig.29. Brûlage à l'air libre des déchets.

III.1.1.8.3. Enfouissement sur le site de production

Les formations sanitaires visitées présentent toutes des sites d'enfouissement des déchets biomédicaux solides ainsi que des dépotoirs sauvages (Figure 30) situés entre 2 à 12m des services des hôpitaux. Les dépotoirs non contrôlés et les fosses permettent de stocker les déchets ménagers, les déchets biomédicaux solides et les cendres issues de l'incinération. Certaines personnes fouillent ces déchets pour récupérer ceux qui sont réutilisables. C'est le cas particulièrement au CMA de Mokolo 2 à Bertoua.



Fig.30. Enfouissement des DBMS.

Cette partie qui faisait ressortir les états des lieux de la gestion des déchets biomédicaux dans certaines formations sanitaires au niveau du site d'étude a fait office d'un article scientifique déjà publié dans le journal nommé « *Global Journal of Multidisciplinary Studies* (ISSN No. 2348 -0459) Available online at – <http://www.gjms.co.in>» dont l'intitulé a porté sur : « Etat des lieux sur la gestion des déchets biomédicaux solides dans les formations sanitaires au Cameroun (Nord, Adamaoua, Est et Nord-Ouest)».

III.1.2. Evaluations des impacts, des risques sanitaires et approches innovantes liées à la gestion des DBMS

III. 1.2.1. Approches innovantes dans la gestion des DBMS dans les FOSA

III. 1.2.1.1. Gestion des déchets biomédicaux solides dans les FOSA de la région du Nord-Ouest

Le dispositif de tri constitué de boîtes de sécurité pour les objets piquants (aiguilles, lames) et les poubelles est disponible dans la majorité des FOSA sous PBF. Cependant, le mécanisme de tri n'y est pas efficient car on retrouve des déchets pharmaceutiques infectieux dans les poubelles destinées aux déchets ménagers. C'est le cas dans l'hôpital de district de Ndop ; et le CMA de Njinikom. Certaines FOSA non PBF n'ont pas un matériel adéquat pour le tri mais essayent de gérer les déchets en utilisant d'autres moyens comme l'usage des bouteilles de Javel Lacroix vides pour séparer les aiguilles souillées des autres déchets, c'est le cas de AZIRE Integrated Health Centre and Pharmacy, tandis que d'autres ayant des boîtes de sécurité ne séparent que les objets piquants des autres déchets (Providence Polyclinic de Bertoua). Certaines par contre, ne font pas de tri au préalable et mélangent tous les types de déchets afin de les éliminer (Bamenda Kwen Rural) (Fig 31a).

Le transport des déchets solides dans les FOSA sous PBF se fait quotidiennement (en fin de journée) pour la majorité des FOSA à l'exception de Babongo CSI qui vidange sa poubelle 2 fois par semaine. Dans toutes les FOSA, aucune étude n'a été menée en ce qui concerne l'évaluation des quantités des déchets solides produits. Ces déchets sont collectés par le personnel de santé, les agents d'Hygiène. Le transport se fait dans les seaux fermés qui sont nettoyés, désinfectés et réutilisés après vidange.

Les déchets ne sont pas stockés au sein des FOSA, ils sont directement éliminés en fin de journée. Dans certaines FOSA non PBF, les déchets sont stockés dans des bacs en attendant d'être évacués soit par la commune ou être brûlés (Providence Polyclinic de Bertoua, Bamenda Kwen Rural) (Fig.31 b).

L'élimination des déchets se fait dans les incinérateurs, mais comme ceux-ci n'atteignent pas des températures suffisantes pour les brûlures complètes des matières en verre, aluminium, fer, ces résidus sont parfois collectés et stockés dans les cartons, c'est le cas de Baba I CSI. Pour certaines FOSA non PBF, ces résidus de cendres et d'autres qui n'ont pas brûlé sont transmis à la commune (Providence Polyclinic de Bertoua). Pour les FOSA qui n'ont pas d'incinérateur, les déchets sont brûlés à l'air libre, ensuite les résidus sont poussés dans la fosse à déchets et recouverts par une couche de terre c'est le cas de Babongo CSI, Babessi CMA, Centre Médical Islamique de Babessi, Bamenda Kwen Rural (Fosa non PBF).

Chaque FOSA traite ses propres déchets biomédicaux solides. Cependant, on note que pendant les périodes de vaccination massives, certaines FOSA qui possèdent des incinérateurs récupèrent les déchets pharmaceutiques infectieux et les boîtes à sécurité de celles qui n'en n'ont pas pour les brûler. Le transport de ces déchets à l'extérieur du site se fait par le FRPS. La collecte se fait immédiatement après la campagne de vaccination (Fig. 31 c).



Fig. 31. Gestion des déchets biomédicaux solides dans les FOSA de la région du Nord-Ouest. (a- Dispositif de tri.(Mélange des déchets HD Ndop) ; b-Mode de stockage des DBMS ;c- Mode d'élimination des DBMS au CMI Babessi).

III. 1.2.1.2. Gestion des déchets biomédicaux solides dans les FOSA de la région Est

Dans la région de l'Est, 13 FOSA PBF et 09 FOSA non PBF ont été visitées dans les localités de Bertoua, Dimako, Doumé, Diang, Belabo, et Abong-Mbang.

Le dispositif de tri constitué de boîtes de sécurité pour les objets piquants (aiguilles, lames) et les poubelles sont disponibles dans les 13 FOSA sous PBF, mais en nombres insuffisants. Certaines FOSA les complètent/substituent avec des bouteilles plastiques 'Tangui', des cartons et des seaux poubelles. Cependant, le mécanisme de tri n'y est pas efficace car on retrouve des déchets pharmaceutiques infectieux dans les poubelles destinées aux déchets ménagers (Absence de tri à la base).

La pratique du tri précoce des déchets n'est pas répandue dans nos services, 46 % seulement. La qualité de ce tri est mauvaise dans plus d'un tiers des services. C'est au niveau des FOSA du Nord et de l'Adamaoua que les erreurs sont les plus fréquentes au cours du tri, engendrant souvent, le mélange de DASRI dans les DAOM ce qui augmente la quantité de déchets à risque infectieux à traiter et à transporter. Ces erreurs dans le tri résultent d'un manque de formation ou d'information des personnels ; de plus, les protocoles expliqués et à afficher de bonnes pratiques, portant sur les procédures à suivre avec les équipements normés, font défaut sur les lieux de travail (Fig. 32 a).

La collecte n'est pas effective dans les 13 FOSA visitées et on note une absence d'un local de stockage des DBS. Le rythme de la collecte des déchets est irrégulier (les déchets

peuvent être collectés 2 jours sur 7, c'est le cas du laboratoire et du service de la bronchoscopie. D'autres les collecte 3 jours sur 7, c'est le cas du CTA. Selon les agents, cela est dû au rythme de fonctionnement de chaque service. En plus, il manque souvent d'équipements de protection appropriés (tenues, gants, masques, bottes, tabliers ou blouses de travail, lunettes de protection etc.). L'évacuation des déchets en dehors de l'hôpital se fait en général par l'intermédiaire des camions SECA-HYSACAM deux fois par semaine (Fig. 32 b).

Concernant le traitement des DBS, les objets coupants et piquants contenus dans les boîtes de sécurité sont éliminés par incinération (dans les 04 FOSA qui possèdent un incinérateur). Les autres catégories des DBS sont éliminées dans les fosses à incinération. Dans toutes les FOSA les déchets sanitaires sont traités *in situ* (Fig.32 c).



Fig. 32. Gestion des DBMS dans les FOSA de la région de l'Est (a- Absence de tri à la base (poubelle ménagère de DBM Hôpital EPC de Bertoua ; b- Mode de stockage des DBMS ; c- Incinération à l'air libre HR de Bertoua).

III. 1.2.1.3. Gestion des déchets biomédicaux solides dans les FOSA de la région du Nord et Adamaoua

Le mécanisme de tri n'existe pas car on retrouve des déchets pharmaceutiques infectieux dans les poubelles destinées aux déchets ménagers. C'est le cas dans l'Hôpital centrale de Ngaoundéré, les CMA de Dang, de Ngong et de Pitoa, l'Hôpital régional de Garoua. Ces FOSA n'ont pas un matériel adéquat pour le tri mais essayent de gérer les déchets en utilisant d'autres moyens (Fig. 33 a).

La qualité du conditionnement est aussi fréquemment mauvaise. L'excès de remplissage des sacs de DASRI, le défaut de fermeture, leur présence et leur translation à terre, représentent autant de caractéristiques de pratiques contraires aux normes recommandées, dangereuses pour

la sécurité des personnels impliqués, des malades et de l'environnement hospitalier. Le tassage ou le compactage en effet interdits lors du conditionnement et du transport, peuvent aussi se produire lors du transport manuel notifié dans 53 % des cas dans notre enquête. Il faut signaler que la maîtrise de cette étape de la filière d'élimination dépend directement des quantités de DAS produits et sachant qu'à l'état actuel, aucune mesure n'est mise en œuvre pour contrôler et réduire de façon permanente la production de DASRI. Les difficultés pour assurer un conditionnement correct et conforme aux normes recommandées n'iront qu'en s'aggravant dans le temps. En même temps, avec une production incontrôlée de DASRI en particulier, les problématiques sanitaires et de gestion sont plus complexes et beaucoup plus coûteuses.

La collecte et le transport des DBMS est inexistant. Les déchets sont tous déversés dans la nature aux environs des formations sanitaires. Souvent, le transport se fait dans les seaux des patients non nettoyés, infectés et réutilisés après vidange (Fig. 33 b).

Pour les FOSA de cette région, aucune ne dispose d'un incinérateur, les déchets sont brûlés à l'air libre, ensuite les résidus sont poussés dans la fosse à déchets. (Fig.33 c)



Fig. 33. Gestion DBMS dans les FOSA de la région du Nord et Adamaoua (a- Dispositif de tri. (Hôpital Central de Ngaoundéré et CMA de Ngong) ; b- Mode de stockage des DBMS ; c-. Mode d'élimination des DBMS à l'Hôpital Régional de Garoua).

III. 1.2.2. Identification des impacts environnementaux et sanitaires

L'enquête menée auprès de la population de la zone d'étude (médecins, paramédicaux, personnel d'appui, agents et responsable des sociétés privées) a permis de recenser les problèmes suivants liés à la gestion des DBMS:

- le manque de formation et d'information de tout le personnel ;
- insuffisance des ressources financières allouées pour la gestion des DBMS ;
- le manque ou l'insuffisance de matériels de pré collecte (boîtes à tranchants, sacs poubelles, poubelles à pédales) ;
- le non contrôle des SUS dans la séparation des déchets aux unités de production ;

- le manque de disposition sérieuse pour la gestion des déchets anatomiques ;
- la vétusté des matériels de collecte notamment certains conteneurs placés dans la cour ;
- insuffisance de la fréquence de désinfection et de nettoyage des poubelles ;
- insuffisance dans la fréquence d'enlèvement des conteneurs dans certains services
- l'inadéquation des matériels de transport ;
- le non bitumage de tout l'hôpital (poussière remplie de microorganismes à chaque passage d'un véhicule) ;
- insuffisance du système d'évacuation des eaux usées et pluviales ;
- l'inexistence d'un itinéraire officiel pour le transport intra hospitalier des déchets vers la zone de stockage (site central de dépotage et l'incinérateur) ;
- le non fonctionnement quotidien de l'incinérateur existant ;
- le manque de mesures de sécurité et de mesures restrictives au dépotoir central des déchets ;
- insuffisance des mesures visant à promouvoir l'hygiène et la protection personnelles, l'immunisation et les procédures en cas d'accidents et de déversement de déchets pour les agents des sociétés privées et même pour le personnel d'entretien.

L'identification des impacts a été faite grâce à la matrice de Léopold à partir des enquêtes et des entretiens réalisés au auprès du personnel et des usagers des hôpitaux. Cette matrice met en corrélation les activités associées à la gestion des déchets solides hospitaliers et les composantes de l'environnement. Les récepteurs de l'environnement considérés incluent l'air, le sol et l'eau pour le milieu physique; la faune et la flore pour le milieu biologique; le cadre de vie la sante, l'emploi, la sécurité, l'économie pour le milieu socio- économique.

Le tableau XVII ci-dessous résume sous forme de matrice simplifiée les types d'interaction possibles des activités des hôpitaux avec les composantes de l'environnement. Ces activités sont :

- les activités de maintenance (nettoyage, ravalement des peintures, espace vert);
- l'assainissement (gestion des déchets solides) ;
- la massification des populations.

Tableau XVIII. Matrice des interactions des activités des formations sanitaires avec les composantes du milieu (Léopold, 2000).

Sources d'impacts		Milieu									
		Physique			Biologique		Socio-économique				
		Air	Sol	Eau	Faune	Flore	Economie	emploi	Sante	Sécurité	Cadre de vie
Travaux de maintenance	Restauration des espaces verts					xp		xp			
	Ravalement des peintures		xn	xn				xp		xn	xp
	Travaux d'étanchéité							xp		xn	xp
Assainissement	Gestion des eaux usées		xn	xn					xn		xn
	Gestion des déchets solides		xn	xn					xn		xn
	Gestion des eaux pluviales		xn	xn					xn		xn
Massification de la population	Circulation routière	xn			xn				xn	xn	
	Recrutement de la main d'œuvre						xp	xp			
	Développement des activités économiques						xp	xp			
	Approvisionnement en eau		xn								

Légende : x=interrelation, n=négatif, p=positif

III. 1.2.3. Evaluation des impacts environnementaux et sanitaires

III. 1.2.3.1. Impact sur l'environnement

III. 1.2.3.1.1. Pression sur l'espace physique

Les déchets médicaux et les déchets en général occupent un espace important qui s'accroît avec le temps et en fonction de la dynamique des populations. Ainsi, on remarque que la zone réservée aux déchets n'est plus utilisable par la population et les animaux domestiques. Le manque de local spécifique pour le stockage des DBMS dans les différentes FOSA provoque des encombrements au niveau de la circulation. Ils contribuent à l'obstruction des voies de drainage des eaux pluviales et usées (Fig.34 a).

III. 1.2.3.1.2. Pression sur l'esthétique

L'entassement des déchets des différentes unités de soins provoque la dégradation de l'aspect esthétique et de la beauté de l'environnement (Fig.34 b).

III. 1.2.3.1.3. Pression sur la couche d'ozone

L'incinération à l'air libre des tas d'ordures et des DBMS par les personnels des formations sanitaires ou les populations provoque les dégagements de certains gaz (Fig.34 c) comme le NO, NO₂, CO, CO₂ entre autres, qui sont destructeurs de la couche d'ozone.

III.1.2.3.1.4. Pollution de l'air

Les déchets médicaux exercent des impacts au niveau de l'air de plusieurs manières :

- les déchets chimiques des produits pharmaceutiques restant dans les flacons sont susceptibles d'échapper et engendrer une pollution de l'air ;
- les fumées lors de l'opération de brûlage des déchets souvent humides contiennent du monoxyde de carbone, du dioxyde de carbone, des dioxines, CFC, dont beaucoup d'entre eux sont susceptibles d'affecter la couche d'ozone ou contribuer à l'effet de serre ;
- le stockage de déchets entraîne souvent le dégagement des odeurs désagréables et inconfortables aux populations environnantes.

Pour cela, il est important de bien choisir le lieu de stockage et de destruction pour éviter d'affecter l'air dans des zones peuplées. Les déchets médicaux et pharmaceutiques non ramassés (Tableau XIX) dégagent après quelques jours, des odeurs très nauséabondes qui dégradent la qualité de l'air.

III.1.2.3.1.5. Pollution de l'eau et du sol

Dans certaines structures de santé, les déchets médicaux sont compostés, sans tri préliminaire, avec les déchets ordinaires pour produire un compost servant à la fertilisation des plantes. Ce compost peut améliorer la fertilité du sol, cependant, du fait du mélange avec d'autres déchets dangereux comme des flacons, des objets tranchants et pointus, des déchets pathologiques, des déchets chimiques, la population en manipulant le compost peut s'infecter et être victime de différentes maladies déjà citées plus haut mais aussi se blesser avec risques de tétanos.

Les eaux de ruissellement qui lessivent les tas des déchets hospitaliers se chargent généralement de matières polluantes (particules solides en verre, métaux lourds, etc.) et peuvent s'infiltrer jusqu'à la nappe phréatique ou se jeter dans les cours d'eau. A chaque destination, ces matières polluantes (Tableau XIX) s'attaquent à la faune et à la flore qui s'y trouve (Fig.34 d).

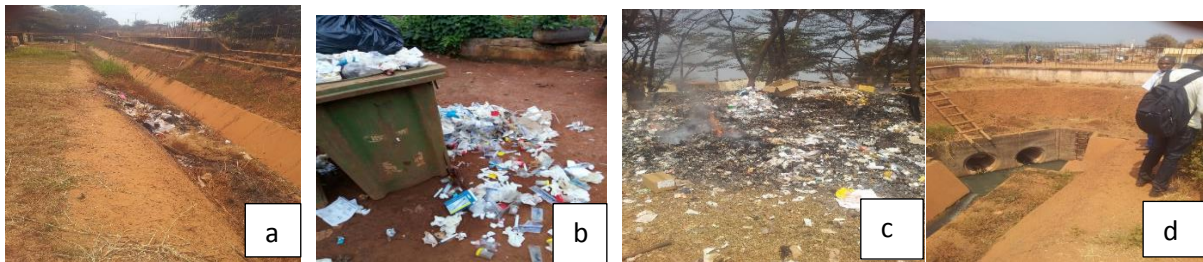


Fig. 34. Impact des DBMS sur l'environnement (a- Encombrements au niveau de la circulation des eaux; b- Perte de l'esthétique du milieu hospitalier de Ngaoundéré ; c- rejet des gaz dans l'atmosphère par incinération à l'air libre; d- Pollution de l'eau et du sol).

III. 1.2.3.2. Impact sur la santé

III. 1.2.3.2.1. Dégagement des gaz toxiques

L'incinération des tas des déchets hospitaliers en plein air provoque le dégagement de certains gaz comme le HCl (gaz chlorhydrique), le SO₂ (dioxyde de soufre), le H₂S (sulfure d'Hydrogène) et le phosphagène très nocifs pour l'Homme (Tableau XIX).

III. 1.2.3.2. 2. Prolifération des vecteurs

L'entassement des déchets des hôpitaux sans retournement provoque les dégagements des odeurs nauséabondes, lesquelles attirent les mouches et les moustiques, vecteurs de multiples maladies . En outre, certains déchets peuvent servir de nourriture à certains animaux (le sang et les tissus sont fort appréciés par les corbeaux (Fig.35 a).

III. 1.2.3.2.3. Prolifération des rongeurs

Les rats et les souris aiment fabriquer leurs refuges dans les tas déchets solides biomédicaux à l'instar des FOSA de l'Adamaoua. (CSI Sabongari) (Fig.35 b)

III. 1.2.3.2.4. Présence des objets dangereux

Le rejet direct des déchets d'unités de services dans la nature, à même le sol ou dans des bacs à ordures, très souvent mélangés aux ordures ménagères est une pratique très répandue qui constitue un grand danger. Les populations fouillant régulièrement ces déchets hospitaliers et poubelles à la recherche du matériel de récupération (seringues, cartons, perfuseurs, etc.) s'exposant ainsi aux risques sanitaires tels que les hépatites B et C, le HIV/SIDA, le tétanos, les infections gastro-entériques, respiratoires, oculaires et cutanées, la méningite entre autres. (Fig.35 c).

III.1.2.3.3. Impacts socio-culturels

Il convient de souligner que les populations riveraines sont très sensibles face à certains types de déchets, notamment anatomiques (amputations, placentas, etc.). Elles sont le plus souvent très exigeantes quant aux modalités de leur élimination. Il serait inacceptable de rejeter ces types de déchets dans les décharges d'ordures. Dans la plupart des FOSA enquêtées, ces déchets sont remis aux patients ou aux membres de la famille. On pourrait envisager d'aménager des fosses septiques dans lesquelles ces types de déchets seront rejetés. Mais, il est impératif que toute décision allant dans ce sens soit soumise à l'approbation des personnes concernées ou de leurs familles.

De ce point de vue, les croyances socio-culturelles et religieuses devront être véritablement prises en compte dans le plan de gestion des DBM afin de garantir le respect des représentations et des coutumes des populations concernées.

III.1.2.3.4. Impacts des déchets biomédicaux sur les populations riveraines / personnes exposées

Les problèmes posés par une mauvaise gestion des DBM revêtent une grande acuité. Les principales personnes exposées dans le processus de gestion des DBMS sont (Tableau XIX) :

- 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 DBM;
- les récupérateurs informels qui pratiquent de façon permanente ou occasionnelle la fouille des ordures, notamment les femmes et les enfants ;
- les populations qui utilisent des objets hospitaliers récupérés pour des usages domestiques.



Fig. 35. Impact des DBMS sur la santé (a-Entassement des déchets solides provoquant la prolifération des vecteurs ; b- Dépôt anarchique des DMS favorable à la prolifération des vecteurs ; c- Objets dangereux présent à même le sol).

Tableau XIX : Matrice de caractérisation des impacts.

- : négatif. D : Directe In : Indirecte. R : Réversible. Ir : Irréversible. + : positif. Lo : Locale. Le : Légale. S : Social.

Cr : Certaine Mo : Moyenne. Ma : Majeure. Mi : Mineure. Fa : Faible. P : Probable L : Longue. C : Courte.

F : For

Eléments du milieu		Activités sources d'impact	Impacts	Paramètres de caractérisation								
				Nature	Interaction	Durée	Etendue/portée	Intensité	Occurrence	Réversibilité	Valeur	Evaluation
Physique	Air	Conditionnement et stockage	- Détérioration de la qualité de l'air par la décomposition des déchets - Pollution olfactive de l'air due à la durée de non enlèvement des déchets ou à leur incinération - Pollution de l'air par des gaz à effets de serre (CO, SO2, HF..) lors de l'incinération des DBM	-	D	Ct	Lo	M	Cr	R	S	Mo
		Dépôt des déchets dans les sites des FOSA		-	D	Cr	P	M	Ct	R	S	Mo
		Traitement et élimination		-	D	Mt	P	M	Ct	R	S	Ma
		Stockage	- Pollution du sol par l'infiltration du lixiviat dans les zones de regroupement	-	In	Mt	Lo	M	Cr	R	S	Mo
		Transport		-	In	Ct	P	f	Cr	Ir	S	Mi

	Sol	Dépôt des DBM dans les FOSA	- Lessivage du sol suite aux désinfections des matériels de collecte	-	D	Lt	P	F	Cr	R	S	Ma	
		Traitement et élimination	- Pollution du sol due à l'enfouissement des cendres et des imbrulés des déchets contaminés	-	D	Mt	Lo	M	Cr	R	S	Mo	
		Désinfection des matériels de collecte	- Milieu de culture des bactéries et des germes pathogènes	-	In	Mt	P	f	Cr	R	S	mo	
	Eau	Conditionnement et stockage	- Pollution des eaux par le déversement des produits chimiques et des germes pathogènes	-	D	Ct	P	F	Cr	R	L	Mi	
		Désinfection du matériel de collecte	- Pollution des eaux de surface due au ruissellement des eaux de pluie	-	D	Mt	Lo	f	Pr	R	L	Mo	
		Exécution des activités de soin	- Pollution des eaux souterraines par l'infiltration de lixiviats	-	In	Mt	Lo	f	Pr	R	L	Mo	
		Dépôt des DBM dans les sites des FOSA		-	D	Lt	P	F	Cr	R	L	Ma	
		Rejet des eaux usées		-	D	Mt	P	M	Pr	R	L	Mi	
	Biologique	Flore et Faune	-Incinération et élimination	- Risque de perte de certaines espèces fauniques et floristiques	-	D	Ct	P	f	Cr	R	S	Mo
			-Désinfection des matériels	- Risque de prolifération des microbes et des germes pathogènes	-		Ct	P	M	Pr	R	S	Mo
- Rejet des eaux usées						Ct	P	f	Cr	R	S	Mi	

Socio-économiques	Santé	Conditionnement et stockage	<ul style="list-style-type: none"> - Risques professionnels de coupure, de piqûre du personnel des FOSA - Risques infectieux des personnes en contact avec les déchets hospitaliers contenant des germes pathogènes, - Risques toxiques des personnes par la consommation des eaux contenant des métaux lourds et des molécules organiques provenant des effluents liquides et par l'inhalation des vapeurs des produits chimiques 	-	D	Mt	Lo	M	Cr	R	S	Mo
		Collecte et transport		-	D	Mt	Lo	f	Cr	R	S	Mo
		Dépôt des DBM dans les FOSA		-	D	Mt	P	F	Cr	R	S	Ma
		Traitement et élimination		-	D	Mt	Lo	F	Cr	Ir	S	Ma
		Désinfection du matériel		-	D	Mt	Lo	F	Cr	R	S	Mo
		Rejet des eaux usées		-	In	L	L	F	Cr	R	S	Ma
	Economie	Conditionnement et stockage	Effets négatifs de la gestion de déchets sur le budget des FOSA	-	D	Mt	P	f	Cr	R	S	Mi
		Désinfection du matériel		-	In	Mt	P	f	Pr	R	S	Mo
		Traitement et élimination		-	D	Mt	P	f	Cr	R	S	Mo
		Dépôt de DBM dans les FOSA		-	D	Lt	P	f	Cr	R	S	Mi
	Culture	Collecte et transport	Trouble psychologique des malades	-	In	Ct	Lo	f	Cr	R	S	Mi
		Dépôt de DBM dans les FOSA		-	In	Ct	P	M	Cr	R	S	Mi

III. 1.2.4. Evaluation des risques sanitaires et environnementaux

III.1.2.4.1. Identification des risques dans les FOSA

Les risques liés à une mauvaise gestion des déchets biomédicaux solides dans les FOSA portent globalement sur (Tableau XX):

- des blessures accidentelles : risques d'accidents pour le personnel de santé ; les enfants qui jouent (ou qui font leurs besoins) dans les décharges d'ordures ainsi que les récupérateurs non avisés ;
- la gestion des DBMS, notamment la manipulation inappropriée des matériels (surtout ceux infectés par le VIH/SIDA) fait peser de graves menaces sur la santé de plusieurs catégories d'acteurs ;
- risques d'infections, de brûlures, d'intoxication ;
- risque lié à la manutention ;
- des intoxications aiguës, des infections nosocomiales et des nuisances pour le personnel de santé et de collecte (odeurs, exposition, manque d'équipements de protection, absence de suivi médical, etc.).

Tableau XX : Identification des risques par section d'activités sanitaires.

	section	activité	Situations dangereuses	danger	Risque
Unité 1	pédiatrie	consultation	Contact avec les outils à main piquants et coupants.	Piqures et coupures	Risque infectieux lié à l'utilisation des objets piquants, tranchants, souillés.
		vaccination	Contact avec les outils à main piquants, coupants et les objets souillés.	Accident d'exposition au sang	
	gynécologie	consultation	Contact avec les objets souillés	Effraction cutanée	Risque d'infection, risque d'inhalation de substance dangereuse
		Accouchement	Contact avec les objets souillés et infectés	Effraction cutanée, piqures, de blessures	
	chirurgie	consultation	Contact avec les objets souillés et infectés	Exposition au sang, exposition à la plaie ou avec un liquide infecté	Risque d'infection
		Opération	Contact avec les piquants-tranchants-coupants, des objets souillés.	Blessure, inhalation de gaz, vapeurs ou gouttelettes, par contact	Risque : cancérigènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction

				cutané ou sur les muqueuses...	irritantes, infectieux sensibilisantes...
	laboratoire	anapath	Contact avec des produits chimiques	Effets respiratoires aigus (toux), effets respiratoires chroniques	Risque lié aux produits chimiques
		bactériologie	Contact avec les déchets solides et liquides	Inhalation, muqueuses, cutanées, charbon bactérien	risque traumatique et risque infectieux
Unité 2	Service d'entretien interne	gestion des déchets	Contact avec des solides et liquides hospitaliers,	Infection, Lésions superficielles de la peau, Effets respiratoires aigus (toux), effets respiratoires chroniques (sidérose, asthme, broncho-pneumopathies chroniques...). Ces fumées peuvent provoquer le cancer.	Risque : de brûlure, d'infection grave, lié aux produits chimiques, cancérigènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction, irritantes, corrosives, sensibilisantes, explosives, inflammables, risque pour l'environnement (pollution,

				Contact avec le sol, l'air et l'eau	contamination du sol et de la nappe phréatique).
		Nettoyage interne	Contact avec les objets souillés (eau et le sol)		Risque d'infection, risque lié à la manutention
	Service d'entretien externe	Nettoyage externe	Contact avec les déchets externes de hôpital, les matériels de transport.	effets respiratoires chroniques (sidérose, asthme, broncho-pneumopathies chroniques...). Ces fumées peuvent provoquer le cancer	Risque lié à la manutention.

III.1.2.4.2. Evaluation des risques dans les FOSA

Le tableau XXI présente 10 risques dont 6 majeurs qui nécessitent une attention particulière (priorité majeur), suivis de 2 risques moyens (priorité moyenne) et de 2 risques mineurs (priorité faible). Il a été observé sur le terrain que la maîtrise du risque est très approximative. Les moyens mis à la disposition des FOSA sont insuffisants pour la prévention des risques. Bien que l'on n'ait pas encore assisté à des accidents graves, cela n'empêche que des dispositions soient prises pour éviter leur incidence. En plus de cela, l'on observe la vétusté des EPI notamment les tenues de travail ainsi que la non-conformité de ces dernières entre les agents, le port non effectif de certains EPI (gants, caches nez, lunettes de protection, masques) lors de l'exécution des travaux, l'absence de formation et de sensibilisation en ce qui concerne la gestion des déchets solides. Tous ces éléments sont ceux sur quoi il faut s'attaquer pour la prévention des risques.

Tableau XXI : Évaluation des risques dans quelques services sanitaires.

Unité de service	Section	Activité	Description de la Situation dangereuse	Risques	Danger	Niveau de risque			Moyens de protection/prévention en place	Niveau de maîtrise de risque	Maîtrise du risque	Priorité d'action
						F	G	R				
Unité1	pédiatrie	Consultation	Contact avec les outils à main coupants et piquants	Risques liés aux lames et les aiguilles	Coupures, piqures	4	1	4	Port des gants et blouses		Insuffisant	2
		Vaccination	Contact avec les outils à main coupants et piquants	Risque de contamination, d'infection	Coupures, piqures, effraction cutanée, blessures	4	4	16	Port de gants et blouses		Risque non maîtrisé	1

	gynécologie	Consultation	Contact avec les objets souillés	Risque d'infection	/	4	2	6			Maitrisé	3
		accouchement	Contact avec les objets souillés et infectés	, risque mécanique, risque d'inhalation de substance dangereuse.	/	4	2	8	Port des gants		maîtrisé	3
	chirurgie	consultation	Contact avec les objets souillés et infectés	Risque : cancérigènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction, irritantes, corrosives, sensibilisantes, explosives, inflammables ...	Exposition au sang, exposition à la plaie ou avec un liquide infecté	4	1	4	Port des gants, blouses, cache nez		Très insuffisant	1
		Opération	Contact avec les piquants-tranchants-coupants, des objets souillés		Blessure, inhalation de gaz, vapeurs ou gouttelettes, par contact cutané ou sur les muqueuses...	4	3	12	Port des gants, des blouses		insuffisant	1
	laboratoire	Anapath	Contact avec des produits chimiques	Risque : cancérigènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction, irritantes, corrosives, sensibilisantes, explosives, inflammables	Exposition au sang, exposition à la plaie ou avec un liquide infecté	3	2	6	Porte des gants		Très insuffisant	1
		Bactériologie	Contact avec les déchets solides et liquides		Blessure, inhalation de gaz, vapeurs ou gouttelettes, par contact cutané ou sur les muqueuses...	3	2	6	Porte des gants, blouses et cache nez		insuffisant	2
Unité 2	Service d'entretien interne	gestion des déchets	Contact avec les déchets solides et liquides	Risque : de brûlure, d'infection grave, lié aux produits chimiques, cancérigènes,	Infection, Lésions superficielles de la peau, Effets respiratoires aigus (toux), effets respiratoires chroniques (sidérose, asthme, broncho-pneumopathies chroniques...). Ces fumées peuvent provoquer le cancer.	4	4	16	Port des gants de protection individuelle		Non maîtrisé	

				mutagènes, toxiques pour la reproduction, irritantes, corrosives, sensibilisantes, explosives, inflammables. risque pour l'environnement (pollution, contamination du sol et de la nappe phréatique).							1
		Nettoyage interne	Contact avec les objets souillés (eau et le sol)	Risque d'infection	4	3	12	Port des gants		Très insuffisant	1
Service d'entretien externe	Nettoyage externe	Contact les déchets externe de hôpital, les matériels de transport.	Risque lié à la manutention.	effets respiratoires chroniques (sidérose, asthme, broncho-pneumopathies chroniques...). Ces fumées peuvent provoquer le cancer	4	3	12	Port des équipements de protection individuelle		Bonne maîtrise	3

III. 1.2.4.3. Risques pour le personnel des FOSA

Les enquêtes auprès des administratifs, médecins, paramédicaux, personnel d'appui et agents des sociétés privées ont pu permettre d'obtenir les résultats ci-contre.

Sur les 131 enquêtés sur la question, 20 personnes soit 15,27 % n'avaient aucune idée des risques ; 30 personnes soit 22,90 % avaient cité trois risques ; 10 personnes soit 7,63 % avaient cité deux risques ; 71 personnes soit 54,20 % avaient cité un risque. Sur cette question, on note aussi que 7 des 19 agents des sociétés privées enquêtés soit 36,84 % ignoraient les risques liés à la mauvaise gestion des DBMS. Par contre 5 des 24 garçons/filles de salles soit 20,83 ignoraient les risques liés à la mauvaise gestion DBMS (Fig.36).

Les risques sanitaires et environnementaux fréquemment cités par les enquêtés se résument sur les figures suivantes.

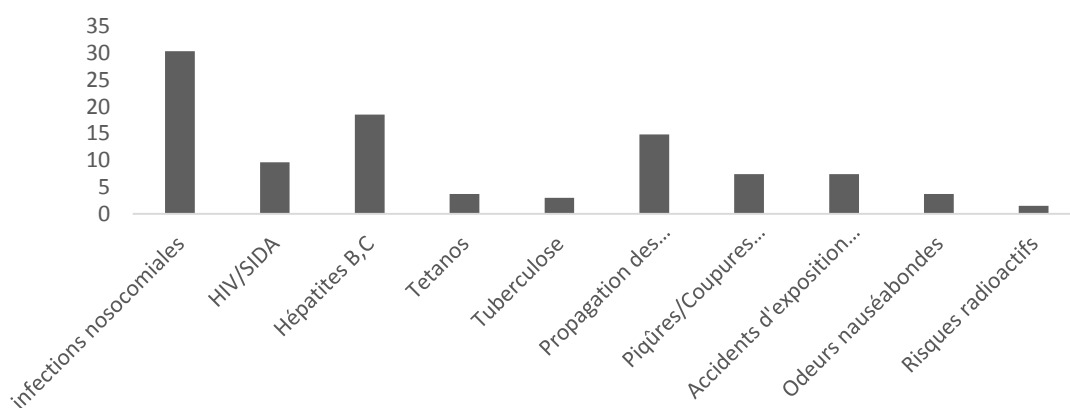


Fig.36. Perceptions des risques sanitaires dans les différents FOSA.

Les différents niveaux des risques que peut encourir le personnel des FOSA sont résumés dans le tableau XXII.

Tableau XXII : Risques pour le personnel des FOSA.

Catégorie	Niveau du risque	Explication
Personnel médical et paramédical	Moyen	Prise de conscience très élevée des dangers Peuvent recevoir des formations de recyclages sur les meilleures pratiques pour parfaire leur routine Sont à l'origine de la production des déchets mais ont peu de contact avec eux après.
Infirmiers	Elevé	Prise de conscience relativement faible Niveau de formation et d'instruction bas Protection sommaire
Agent de collecte	Elevé	Prise de conscience relativement faible Niveau de formation et d'instruction bas Motivations faibles Protection sommaire

III. 1.2.4.4. Connaissance des risques sanitaires

En règle générale, le personnel médical et paramédical est relativement conscient des risques liés à la manipulation des DSH, même si la majorité n'a pas été formée dans ce sens. A priori, le personnel soignant (médecins, infirmiers) dispose d'un niveau de connaissances qui se traduit, dans la pratique, par des attitudes responsables.

Par contre la majorité des agents de collecte ignorent les risques liés à la manipulation de ces déchets solides hospitaliers.

III. 1.2.4.5. Comportement du personnel des FOSA

Le comportement du personnel des formations sanitaires est relativement satisfaisant en matière de gestion des DBMS, mais certains comportements sont déplorables car la manipulation quotidienne des déchets finit par installer des attitudes d'indifférence et de banalisation du risque lié aux déchets infectieux.

Le port de gants n'a été constaté que chez 80 % des professionnels de santé observés. Cette mesure a été respectée surtout au niveau du bloc opératoire et du laboratoire.

III. 1.2.4.6. Cas des accidents dus aux objets piquants et tranchants

Au cours des 12 derniers mois, les différents FOSA visités ont enregistré les cas d'accidents suivants:

- 150 infirmiers ont été victimes d'un accident par éclaboussures de sang;
- 756 agents de collectes ont été victimes de piqûres ou coupures par les objets piquants;
- 89 médecins a été victimes de piqûres par une aiguille.

III. 1.2.4.7. Risques de maladie (VIH) suite à un accident d'exposition au sang

La probabilité d'infection au VIH après exposition au sang contaminé est relativement élevée mais une fois que le sang s'avère contaminé, la victime sera placée sous ARV pendant un mois et la trithérapie bloque toute activité cellulaire du virus.

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

- les maladies virales telles que le HIV/SIDA l'Hépatite Virale B (HVB) et l'Hépatite Virale A. Sont principalement exposés à ces pathologies le personnel de santé, les

accompagnants, 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. ;
- les infections nosocomiales dues à l'émanation des gaz toxiques, fumées, Odeurs nauséabondes au niveau des caniveaux ;
- la contamination de la chaîne alimentaire ; les animaux domestiques en quête de nourriture au niveau des décharges publiques ou sauvages peuvent ingérer ces types de déchets, ce qui peut entraîner une propagation potentielle de maladies et de contaminants chimiques à travers la chaîne alimentaire.

Les risques probables de contamination dans la chaîne de production des déchets sont présentés dans le tableau XXIII.

Tableau XXIII: Risque d'infection par le VIH/SIDA par étape de production des déchets.

	Personne exposée	Explication	Risques de contamination du VIH/SIDA	Catégorie de Risques
Production	Personnel médical Paramédical Infirmier	Manque d'attention Ignorance des risques Mélanges avec les ordures	Blessures avec des objets piquants et tranchants	Majeur
Tri à la Source	Personnel médical Paramédical Infirmier	Absence de catégorisation	Accident contamination de tous les déchets coupants/tranchants	Majeur
Collecte et entreposage	Les agents chargés de la collecte	Déchets non protégés	Blessures par objet coupant	Majeur
transport et évacuation	Personnels des sociétés privées	Mélanges avec les ordures Récupération Moyen de collecte adéquat	Blessures par objet coupant	Majeur
Elimination	Personnel d'entretien	Pas de protection	Blessures	Majeur

III. 1.2.4.8. Risques liés à la mauvaise gestion des déchets biomédicaux dans les FOSA

Les risques liés à une mauvaise gestion des déchets dans les FOSA portent globalement sur:

- les blessures accidentelles, risques d'accidents pour personnel de santé ; les enfants qui jouent (ou qui font leurs besoins) sur les décharges d'ordure ainsi que les récupérateurs non avisés ;
- la gestion des DBM, notamment, la manipulation inappropriée des matériels (surtout ceux infectés par le VIH/SIDA) fait peser de graves menaces sur la santé de plusieurs catégories d'acteurs ;
- risque d'infections, de brûlures, d'intoxication ;
- les intoxications aiguës, des infections nosocomiales et des nuisances pour le personnel de santé et de collecte (odeurs, exposition, manque d'équipements de protection, absence de suivi médical, etc.).

III. 1.2.4.9. Risques environnementaux

La manipulation de ces déchets constitue un facteur d'aggravation des risques environnementaux et sanitaires. Les déchets biomédicaux constituent un réservoir de micro-organismes potentiellement dangereux susceptibles d'infecter les malades hospitalisés, les agents de santé et le grand public. Les autres risques infectieux potentiels sont notamment :

- la propagation à l'extérieur de micro-organismes parfois résistants présents dans les formations sanitaires ;
- La pollution de l'eau (déversements accidentels des poches de sang, liquide de laboratoire et excréta) ;
- La pollution du sol (encombrement des déchets, déversements des déchets dans la nature) ;
- Le risque de pollution de la nappe phréatique (HD d'Abong-Mbang, HR de Bertoua) ;
- Le risque d'eutrophisation ;
- La bioaccumulation et bioaccumulation des éléments lourds dans les cours affectant la faune (HR de Bertoua).

Après les enquêtes effectuées sur le terrain, il est ressorti que la mauvaise gestion des DBMS a un risque majeur sur l'environnement. On relève ici une pollution du sol à 22 %, une

pollution de l'air à 45 %, une pollution de l'eau à 27 %, une atteinte à la nappe phréatique à 4 % et une contribution au changement climatique à 2 % (Fig. 37)

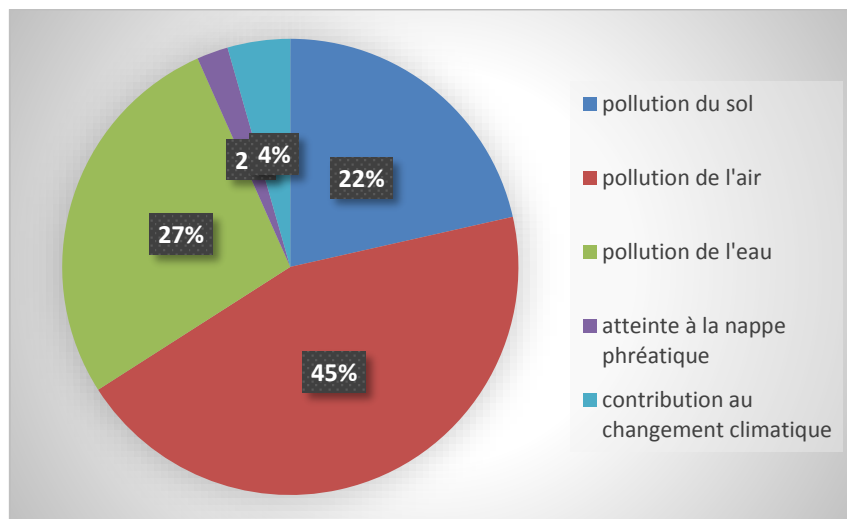


Fig. 37. Risque environnementaux dû à la mauvaise gestion des DBMS dans les FOSEA

Cette partie qui faisait ressortir les impacts, les risques sanitaires et environnementaux ainsi que les approches innovantes dans la gestion des déchets biomédicaux solides dans certaines formations sanitaires apporté un intérêt dans la démarche de publication dans un livre par édition universitaires européennes (ISSN No. 978-3-639-62103-7) Available online at – <http://dnd.d-nb.de>» dont l'intitulé a porté sur : « Impacts et risques sanitaires liés à la gestion des déchets biomédicaux».

III.1.3. Modélisation du système de traitement et plan d'Action pour la gestion de DBM solides dans les formations sanitaires

III.1.3.1. Modélisation du système de traitement des DBMS

III.1.3.1.1. Présentation du système de traitement des DBMS

Il était question de mettre sur pied un Mini-incinérateur. Cet incinérateur simple mais efficace fournit aux CMA, CSI, cliniciens et aux pharmacies privées un moyen de détruire les déchets près de leur lieu de travail. Cet aspect est particulièrement important pour les personnes qui sont loin des grands incinérateurs ou qui n'ont pas d'incinérateur. Ce mini incinérateur va comprendre deux chambres : une chambre pour les boîtes de sécurité pleine ou les seringues usagées et une autre pour le coton et le papier (déchets infectieux). Au-dessus de ces dispositifs, il y aura des filtres avant chaque fin de conduit et aussi au niveau des cheminées. Un bac amovible, situé dans la partie inférieure de l'incinérateur permettra de récupérer les cendres et les aiguilles.

L'usage sera simple, c'est-à-dire que le personnel dépose les boîtes de sécurité en carton ou déverse les seringues usagées contenues dans les boîtes métalliques dans la chambre d'incinération. Le papier ou autres déchets inorganiques brûlables sont jetés dans l'autre chambre. Il suffit de verser un ½ verre de pétrole dans chaque chambre pour commencer l'incinération.

L'incinérateur comporte deux clapets de chargement situés au niveau du chapeau par lesquels les différents types d'ordures sont introduits. Chaque clapet revoie à une chambre d'incinération dont les parois sont bétonnées (ciment + sable). Un souffleur est greffé aux chambres d'incinération afin de contrôler la flamme une fois activée. L'activation de la flamme se fait manuellement grâce à un combustible (essence, pétrole) et une source de chaleur (allumette, briquet). Ainsi quand les déchets sont déversés dans les chambres d'incinération, l'activation est faite et les produits de cette incinération à savoir cendres et gaz s'échappent respectivement par le tamis et la cheminée améliorés. Le tamis est la base de la chambre d'incinération, il est constitué par un matériau de forte épaisseur percé de trou de quelques millimètres de diamètre afin de supporter les températures à l'intérieur des chambres d'incinération d'une part et de laisser passer les cendres dans des tiroirs à cendres tout en retenant les ordures mal incinérées d'autre part. La cheminée est située au-dessus du chapeau et est constituée de filtres permettant de contenir la toxicité des gaz avant tout rejet dans le milieu naturel (Fig. 38 et 39).

Selon les modes particuliers de réalisation :

- un levier peut être incorporé à la boîte et constituer une zone de moindre épaisseur
- l'activation peut être soit manuelle ou électrique
- la partie supérieure de la boîte peut être amovible ou pas
- la cheminée peut être simple ou améliorée

En référence à la figure ci-dessous, le dispositif comporte un boîtier dont la face avant est munie de deux ouvertures de chargement de forme arrondie par lesquelles les ordures sont introduites dans la boîte après incinération, les cendres sont tamisées en et recueillies dans les tiroirs.

Ce modèle garantit l'élimination des déchets médicaux secs, avec une capacité de 20 à 50 Kg / heure soit 0,75 m³ en volume avec combustible (exemple : 10 à 30 boîtes de sécurité, soit 1000 à 4500 seringues autobloquantes en 60 à 90 minutes). Il peut rester des déchets mal

incinérés lorsqu'ils ont été mal rangés ou mal remués dans l'incinérateur. Ces résidus peuvent alors représenter jusqu'à 1/20^e des déchets en poids et volume. Dans le cas où les déchets seraient mélangés avec des flacons renfermant des restes de produits, une injection momentanée de combustible (pétrole ou gazole) avec une activation d'air (ventilation) permet d'élever la température jusqu'à 700° et même 1100°C. De manière générale, l'incinérateur se caractérise suivant les paramètres ci-dessous :

- capacité (poids/volume) : 50 kgs/0.7m³ ;
- durée du cycle/chargement : 480 minutes/continues ;
- température basse/élevée : 700°C/1100°C ;
- consommation d'énergie du souffleur : 0,9 Kw/Cycle de combustion ;
- source(s) d'énergie : Pétrole lampant, diesel, gaz, bois ;
- consommation d'énergie : 2 litres de pétrole lampant par cycle plus papier d'allumage ;
- données relatives aux émissions (Cheminée disposant d'un système de filtration) :
Hauteur du tuyau 6-10 m ;
- fabricant : Fabrication à l'aide des matériaux trouvés localement.

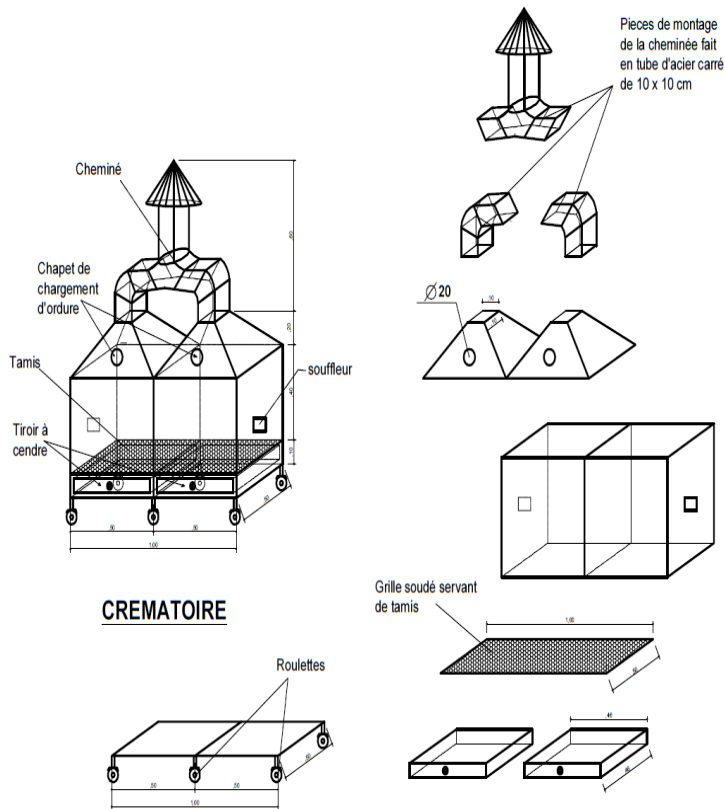
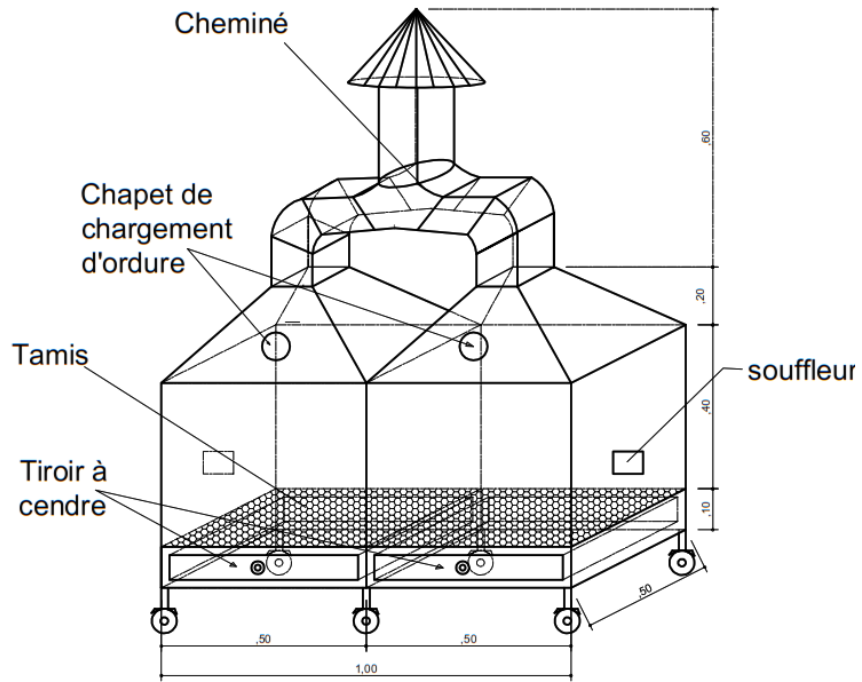


Fig.38. Modélisation en 2D du Mini-incinérateur artisanal.



Fig.39. Vue d'ensemble du Mini-incinérateur artisanal.

Par la suite, il sera question d'évaluer le système à travers l'analyse des cendres après incinération et celles des fumées à la sortie du système. Pour cela, deux à trois tests ont été effectués au niveau de trois catégories de formations, c'est-à-dire les CMA, CSI et une clinique privée. Les analyses des fumées a été faite lors de l'incinération des DBM par contre celles des cendres à la fin du processus d'incinération.

En outre une analyse du système de traitement des DBMS s'est effectuée pour les cendres et les fumées. Concernant les cendres, des pesées hebdomadaires se sont effectuées à des heures variées de la journée avec dix (10) essais pendant trois mois. Ceux-ci en prenant en compte le poids des déchets et la température du système à évaluer pendant deux semaines. Par contre les analyses des fumées ont concerné les éléments tels que le CO, O₂, CH₄ et H₂S. Ces derniers ont été prélevés grâce un capteur de gaz de marque « MX4 iQuad »

III.1.3.1.2. Analyse du système de traitement pour la gestion de DBMS dans les formations sanitaires

III.1.3.1.2.1. Analyse des cendres

On constate que les résultats obtenus permettent de satisfaire le processus d'incinération, vu la réduction du volume des déchets. Les différents analyse n'ont que concernés la catégorie B des déchets biomédicaux solides c'est-à-dire les déchets coupants et piquants). Selon les tests effectués, des résultats différents ont été observés. Ceci est dû à divers paramètres (Tableau XXIV) :

-la température : lorsque la température est très élevée (1050-1100C°), la quantité des résidus solides diminue et vice-versa.

-la quantité des déchets : quand le poids des déchets est grand, la quantité des résidus solides est importante et inversement.

- la durée de combustion : un temps de combustion élevé conduit à une faible quantité des résidus solides.

-les types des déchets incinérés : l'incinération d'un tel type de déchet ne conduit pas aux mêmes résultats (par exemple : le plastique et le papier).

Tableau XXIV: Cycle d'incinération des déchets biomédicaux solides (Catégories B).

N°	Temps de combustion (en minutes)	Poids des déchets (kg)	Poids de Cendre (kg)	Température (°C)
1	5	25	3.50	1050-1100
2	10	25	2.20	1050-1100
3	15	25	2.5	1050-1100
4	20	25	2.5	1050-1100
5	25	25	1.6	1050-1100
6	30	25	1.30	1050-1100
7	35	25	1.5	1050-1100
8	40	25	1.25	1050-1100
9	45	25	0.5	1050-1100
10	60	25	traces	1050-1100

III.1.3.1.2.2. Analyse des fumées

Grâce aux résultats et comparativement aux normes de l'OMS, on peut relever ce qui suit (Tableau XXV):

-pour le CO, le taux de CO avant le traitement a une moyenne de 700 ppm (très élevé), mais il diminue rapidement (10 ppm) suite à ce système artisanal. Cette diminution qui correspondant à un taux de 98 %, montre que le CO est très bien absorbée.

- pour l'O₂, le taux d'oxygène O₂ dans l'atmosphère est autour de 20,9 %. Les résultats montrent que ce taux n'est pas affecté, puisqu'il garde une valeur moyenne proche de 20,7 %

- pour le CH₄, on note que le méthane n'existe pas dans l'air après traitement (0 %), ceci prouve l'efficacité de ce système et son impact positif sur l'environnement, sachant que le CH₄ est un gaz à effet de serre.

- pour le H₂S ; le sulfure d'hydrogène est un composé chimique responsable de l'odeur désagréable d'œuf pourri, parmi les résultats, on constate que les valeurs de l'H₂S de 0,02 ppm à la sortie sont moins que les valeurs d'exposition, donc le traitement est fiable.

Tableau XXV : Analyses des quantités de gaz dégagés dans l'air par le système proposé comparé à l'incinération à l'air libre.

Les éléments	Brulage à l'air libre	Brulage par incinérateur amélioré	Normes OMS (valeurs limites de rejets)
CO ppm	700	10	50
O ₂ %	20.7	5.3	0
CH ₄ %	25	0	0,5
H ₂ S ppm	2	0.01	0,9

III.1.3.2. Model économique de la mise en œuvre du système d'incinération des DBMS

Le coût d'achat et de remplissage des compartiments incinérables de 60 ou 100 litres est évalué à 700 Frs /Tonne traitée, somme à laquelle il convient d'ajouter les coûts de collecte banale et d'incinération (800 frs/ Tonne environ, soit un total de 1500 frs/Tonne) (Tableau XXVI)

Tableau XXVI. Estimation du coût de traitement des DBMS incluant toute la filière de gestion (Daoudi, 2008)..

Etape de traitement	Quantité (Kg)	Fonction de coût	Coût de traitement (francs CFA/ an)
Tri	25	Q=1 Kg= 100	250
Conditionnement	25	Q=1 Kg=200	500
Collecte	25	Q= 1Kg= 25	250
Stockage intermédiaire	25	Q=1 Kg=100	250
Stockage Central	25	Q=1 Kg=300	7500
Sous-total 1	25	1 Kg	8750
Incineration	-	Q= 1t=50 000	50 000

Entretien et maintenance du système	-	3 % des équipements/année	100 000
Personnel et assistance technique	-	-	1 500 000
Sous-total 2	-	-	1 650 000
Total	-	-	1 658 750

Le coût de mise en œuvre du système de traitement des déchets biomédicaux solides est estimé à 690 000 Francs CFA par an (tableau XXVI). En y associant les frais d'entretien technique, on obtient un coût de fonctionnement annuel de 2 348 750 Francs CFA (tableau XXVII).

Tableau XXVII. Estimation du coût de fabrication de l'incinérateur artisanal amélioré.

Matériel	Quantités	Fonction de coût	Coût de fabrication (francs CFA)
Aciers	20 kg	Q=1=15.000	300. 000
fer	3 Kg	Q=1=10. 000	30. 000
Béton	10 Kg	Q=1= 15.000	150. 000
soufreur	1	Q=1=50.000	50. 000
Tôles	2	Q=1= 30. 000	60. 000
Séparateur de chaleur	4	Q=1=25.000	100. 000
Total	-	-	690. 000

III.1.3.3. Model énergétique de la mise en œuvre du système d'incinération des DBMS

Le model énergétique de l'incinérateur est déterminé par le pouvoir calorifique inférieur (PCI) des déchets et ainsi que le bilan énergétique (BE) des éléments entrants et sortants en terme de chaleur.

En ceux qui concerne le PCI des déchets, les résultats montre que plus le temps de combustion augmente, plus croit la chaleur calorifique des déchets. Mais cette dernière se stabilise à partir de la 45^{ème} minute, où on observe un PCI de 600 kj/kg permettant une combustion totale des DBMS (Fig. 40)

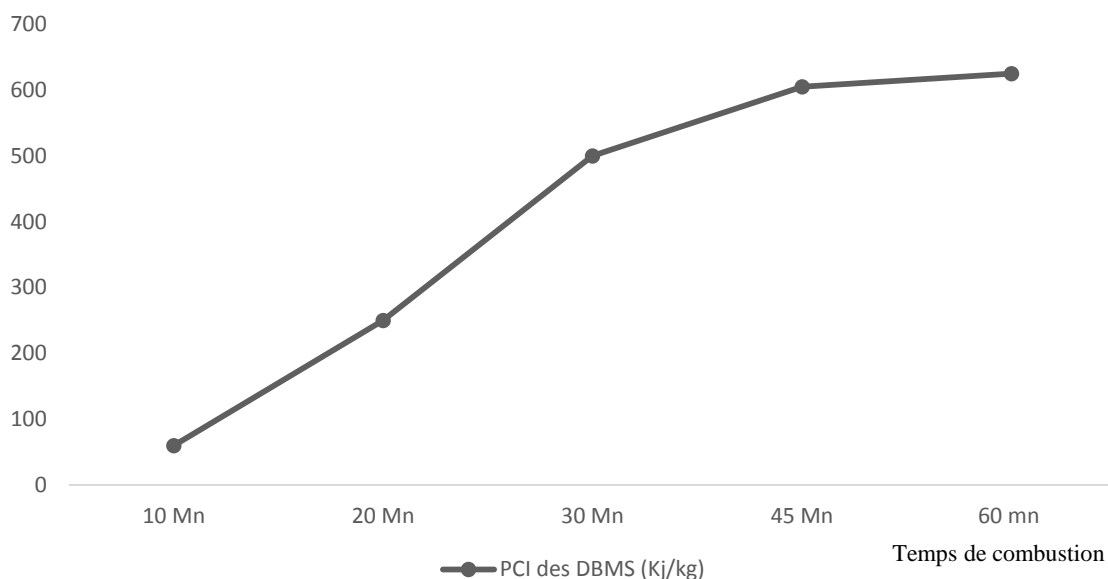


Fig. 40. Variations enregistrées en PCI de l'incinérateur des DBMS.

En outre, le calcul du PCI permet de mieux déterminer le BE de l'incinérateur. De ce fait, quelle que soit l'évolution du temps de combustion, les éléments entrants en termes de chaleur calorifique de 618 kj/kg (chaleur contenue dans l'air et chaleur contenue dans les DBMS) sont égaux aux éléments sortants de 618 kj/kg (chaleur contenue dans la vapeur, chaleur contenue dans les cendres et chaleurs des fumées). Les substances organiques combustibles dans les déchets brûlaient lorsqu'elles atteignent 700 °C de température d'inflammation en rentrent en contact avec l'oxygène. Le réel processus de combustion a lieu lors lorsque la valeur calorifique des déchets et l'apport en oxygène sont suffisants, d'où un BE nul. Ce qui permet une combustion complète des différents types de DBMS introduit dans le système d'élimination de ces derniers (Fig 41).

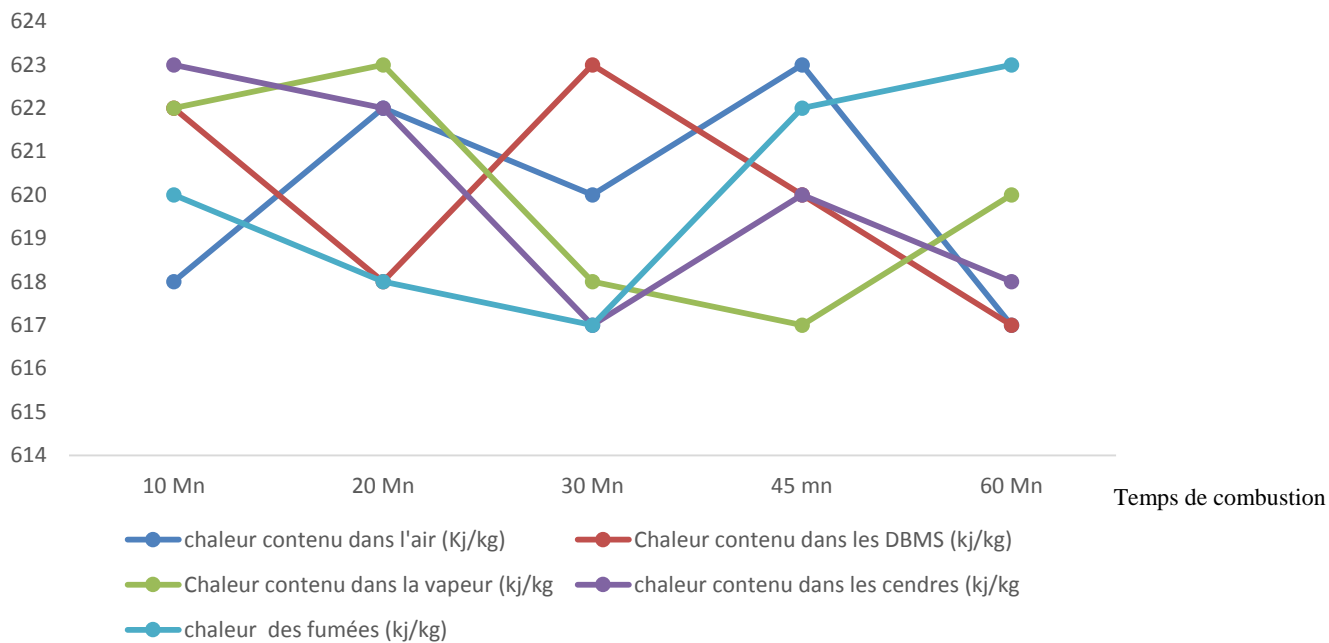


Fig.41. Bilan énergétique du cycle d'incinération des DBMS.

III.1.3.4. Model environnemental de la mise en œuvre du système d'incinération des DBMS

Les résultats obtenus permettent de ressortir le taux d'abattage des polluants physico-chimique de chaque type de procédé d'élimination des DBMS. Il ressort que l'incinérateur Monfort, l'incinération dans les fûts, brulage à l'air libre et incinérateur amélioré représentent respectivement 67,36 %, 26,77 %, 6,43 % et 98 % pour le CO ; 15,67 %, 26,77 %, 6,43 % et 21 % pour le O₂ ; 55,87 %, 36 %, 35,67 % et 80 % pour le HCl ; 70 %, 6,43 %, 3 % et 89 % pour le SO₂ ; 45 %, 4 %, 36 % et 97 % pour le H₂S ; 20 %, 36 %, 25 % et 85 % pour le NO₂ ; 80 %, 55,87 %, 10 % et 99 % pour le CH₄ (Fig. 42). Ces différents résultats mettent en avance l'incinérateur amélioré avec un taux d'abattage de 90 % comparé aux autres types de procédés d'élimination. Ce dernier est en respect avec les normes de l'OMS concernant le volet environnement dans le contexte où l'impact du changement climatique et l'écotoxicité sont liés aux émissions de certains gaz comme le CO₂, qui est en grande partie réduit par le système de traitement amélioré.

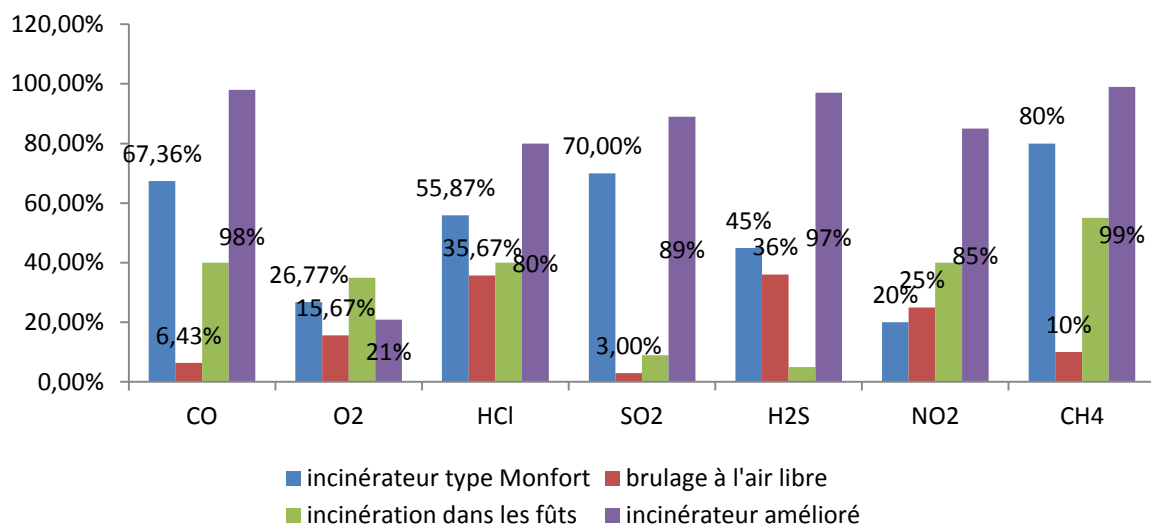


Fig.42. Comparaison des techniques d'élimination des DBMS en termes de réduction des polluants.

Le tableau XXVIII est une résultante des différents résultats obtenu sur la modélisation économique et énergétique, voir environnementale. L'étude ressort de manière substantielle les avantages et inconvénients de l'incinérateur amélioré suivant les types de matériaux utilisés, le seuil de réalisation et de fonctionnement, l'environnement, le coût, la durabilité et disponibilité du système.

Tableau XXVIII: Avantages et inconvénients de l'incinérateur amélioré.

Eléments de valorisation	Avantages	Inconvénients
Matériaux	-Matériel disponible localement -pas de besoin de matériels sophistiqué -Faible coût	-Supervision nécessaire pour une utilisation correcte -Nécessite le matériel réfractaire
Réalisation et fonctionnement	-Construit sur place ou importé -pas besoin d'équipement supplémentaire	-Nécessite de transport, formation/supervision -Nécessité du carburant ou du bois au préchauffage - Peut être remplie rapidement
Environnement	-Destruction complète des aiguilles -Destruction complète et efficace des déchets biomédicaux solides -Retombées environnementales minimales (pas de fumée) -Répond aux normes hospitalières	-Nécessite le tri des déchets à incinérer -Sert uniquement à l'élimination DMS sans risques ou déchets sans risques ; les DBMS nécessitant une attention particulière ou déchets coupants et piquants ; les déchets infectieux et hautement infectieux ou déchets très infectieux ou déchets infectieux ni coupants ni piquants
Coût	-faible coût (300 000 à 500.000 FCFA)	/
Durabilité et disponibilité	-Peut être disponible localement -Peut servir très longtemps	/

III.1.4. Plan d'Action de la gestion de DBM solides dans les formations sanitaires

Le Plan d'Action décrit les mesures, les actions et moyens qui seront mises en application pour s'assurer que les préoccupations et les attentes des administrations et des populations locales seront prises en compte (Tableau XXIX et Tableau XXX).

Ce plan d'action met l'accent sur des mesures préventives, principalement les initiatives à prendre pour réduire les risques sur la santé et sur l'environnement liés aux pratiques actuelles. Elle met l'accent également sur les actions positives, qui, dans le court et moyen termes,

conduiront à un changement de comportements, à une gestion durable des DBM, et à la protection des individus contre les risques d'infection.

Les impacts sur le plan sanitaire et environnemental ont été plus relevés dans les FOSA non PBF à 70% que chez les FOSA PBF à 30%, à l'exception de l'Hôpital Régional de Bertoua qui faisant partie des FOSA PBF et qui a présenté des impacts majeurs sur la santé et l'environnement. Le tableau XXIX ci-après présente le plan d'action global de la gestion des déchets biomédicaux dans les FOSA.

Tableau XXIX : Plan d'action global de la gestion des déchets biomédicaux dans les FOSA.

Activités	Indicateurs	Responsables		Coûts en FCFA	Financements
		Responsable de mise en œuvre	Responsable du suivi		
Objectif 1 : Renforcement du cadre institutionnel et légal de la GDBMS					
• Activité 1.1. Elaborer un document de politique, des lois et règlements sur la GDBM	Texte Guide Directives	Formations sanitaires/ PF du PBF	MINSANTE MINEPDED	50.000.000	
• Activités 1.2. Elaborer des directives nationales dans la gestion des DBM	Texte Guide Directives	FOSA	MINSANTE MINEPDED	15 000 000	
• Activité 1.3. Réglementer la gestion des DBM au niveau des formations sanitaires	Plan de gestion	FOSA	MINSANTE MINEPDED	PM	
• Activité 1.4. Mettre en place des procédures de contrôle de la gestion des DBMS	Texte Guide Directives	FOSA	DPS/ Direction des Normes et du Contrôle		
	Atelier d'élaboration			15 000 000	
	Atelier de validation			10 000 000	
Activité 1.5. Organiser un atelier de révision du référentiel du PBF	Un référentiel PBF révisé et actualisé	-District de sante -PF-PBF	COFIL PAISS	15.000.000	Projet

Objectif 2 : Information et sensibilisation des populations					
<ul style="list-style-type: none"> Activité 2.1. Organiser les activités de sensibilisation des populations (garde-malades et population riveraine, personnel médical des FOSA) 	Au moins une session de sensibilisation par trimestre et par district de santé	District de santé, PF PBF, Responsable des FOSA -ACV	DRS COFIL	20 000 000	Projet
Activité 2.2 Organiser des sessions de sensibilisation du personnel de santé, garde malades, visiteurs et populations riverains	<ul style="list-style-type: none"> -Nombre de personnels sensibilisés -Nombre de gardes malades sensibilisés -Nombre de communiqué radio -Nombre de sessions de sensibilisation organisées 	<ul style="list-style-type: none"> -Districts de santé - formations sanitaires -ACV 	PF-PBF COFIL	20.000.000	Projet
Activité 2.3 Production de kits de sensibilisation	Nombre de dépliants Nombres d'affiches	<ul style="list-style-type: none"> -Districts de santé -formations sanitaires -ACV 	COFIL	20.000.000	Projet
Objectif 3 : Formation du personnel de santé					
<ul style="list-style-type: none"> Activité 3.1. Organiser les ateliers d'élaboration des Curricula de formation 	Au moins deux niveaux de curricula produits	District de santé, ACV, PF de PBF, Responsable FOSA	DRS, COFIL	15 000 000	Projet
<ul style="list-style-type: none"> Activité 3.2. Organiser les sessions formations des formateurs en gestion des DBMS 	Organiser au moins 5 ateliers de formations des formateurs	COFIL	MINSANTE	25.000.000	

•	Nombre de formateurs formés				
• Activité 3.3 Organiser les sessions de formations du personnel	Nombre de personnel formés	-Districts de santé -PF-PBF	COFIL	15.000.000	Projet
• Activité 3.4. Développer des curricula de formations	Au moins deux niveaux de curricula développés	COFIL	MINSANTE	15.000.000	Projet
• Activité 3.5. Organiser les sessions de formations des formateurs en gestion des DBMS	Organiser au moins 5 ateliers de formations des formateurs Nombre de formateurs formés	COFIL	MINSANTE	25.000.000	Projet
• Activité 3.6. Organiser les sessions de formations du personnel	Nombre de personnels formés	Districts de santé PF-PBF	COFIL	5.000.000	Projet
Objectif 4: Financement et appui aux initiatives privées dans la GDBMS					
• Activité 4.1. Mettre en place un cadre de partenariat entre le secteur public et le secteur privé	Nombre de financement accordés au secteur privé	DRSP et DR MINEPDED	DRSP et DR MINEPDED	30 000 000	
• Activité 4.2. Renforcer les capacités managériales du secteur privé dans la gestion des DBMS	Nombre de financement accordés au secteur privé	DRSP et DR MINEPDED et partenaires privées	DRSP et DR MINEPDED, Partenaires privées	50 000 000	
• Activité 4.3. Développer des ressources financières spécifiques pour la gestion des DBMS	Nombre de lignes budgétaires Nombre d'actions de plaidoyer	DRSP et DR MINEPDED et Partenaires privés	DRSP et DR MINEPDED, Partenaires privés	20 000 000	

Activités 4.4. renforcer ou mettre à la disposition des formations sanitaires des matériels, équipements, et infrastructures de gestion écologiquement rationnelle des DBMS	Le taux d'achats du matériel de gestion des DBM et des EPI passe de 10% à 80% dans les différents services	PF-PBF FOSA	COPIL	40.000.000	Projet
Activité 4.5 Assurer la maintenance et mise en services des incinérateurs	nombre d'incinérateurs maintenus et mis en service	COPIL	MINSANTE	10.000.000	Projet
Activité 4.6 Expérimenter et faire la promotion des incinérateurs artisanaux aux moindres couts	nombre et type d'incinérateurs artisanaux mis au point	COPIL	MINSANTE	20.000.000	Projet
Activité 4.7 Expérimenter et mettre au point quelques techniques de valorisation des DBMS	nombre et type de technique de valorisation mise au point	COPIL	MINSANTE	20.000.000	Projet
Objectif 5 : Amélioration de la gestion des DBMS dans les FOSA					
• Activité 5.1. Fournir aux formations sanitaires des incinérateurs	Nombre d'incinérateurs fournis et installés	DRSP	MINSANTE	10 000 000	
Activité 5.2. Fournir AU FOSA des EPI	Nombre d'EPI fournis	DRSP	MINSANTE	20 000 000	
Activité 5.3. Réhabiliter des infrastructures (fosses et espaces cuisine)	Nombre d'infrastructures réhabilitées	DRSP	MINSANTE	50 000 000	
Activité 5.4. Organiser les campagnes gratuites de vaccination du personnel	Nombre de campagne organisés	DRSP	MINSANTE	5 000 000	
Activité 5.5. Aménager des sites de déversements transitoires des DBMS	Nombre et type de sites aménagés	DRSP	MINSANTE	50 000 000	
Activités 5.6. Concevoir et mettre en œuvre les systèmes d'égouts pour la GDBML par FOSA	Nombre de systèmes d'égouts construits	DRSP	MINSANTE	50 000 000	

Activités 5.7. Vulgariser au niveau des FOSA les incinérateurs artisanaux à moindre coûts	Nombres des incinérateurs artisanaux vulgarisés	DRSP	MINSANTE	50 000 000	
Activités 5.8. Vulgariser la valorisation des DBMS	Nombre de techniques de valorisation vulgarisées Volume de déchets maîtrisé	DRSP	MINSANTE	30 000 000	
Objectif 6: Appui à la mise en œuvre du Plan de GDBMS					
• Activité 6.1. Valider le Plan de GDBMS	Un plan de gestion validé	PAISS	MINSANTE	5.000.000	Projet
• Activités 6.2. Contrôler, Suivre et Evaluer la mise en œuvre du Plan de GDBMS	Nombre et type d'action de supervision de suivi	-Délégués Régionaux - MINEPDED -Médecin chef de District de sante -COPIL	MINSANTE	10.000.000	Projet
TOTAL COUTS DU PLAN D'ACTION GLOBAL	765.000.000 (Sept Cent soixante-cinq millions FCFA)				

Tableau XXX : Plan d'Action Prioritaire (PAP) et Budget.

Activités	Indicateurs	Responsables		Couts en FCFA	Calendrier/3 ans			Financements
		Responsable de mise en œuvre	Responsable du suivi		1 an	2ans	3 ans	
Objectif 1 : Renforcement du cadre institutionnel et légal de la GDBMS								
• Activité 1.1. Organiser un atelier de révision du référentiel du PBF	Un référentiel PBF révisé et actualisé	District de santé PF-PBF	COPIL PAISS	15.000.000	x	x	x	Projet
Objectif 2 : Information et sensibilisation des populations								
Organiser des sessions de sensibilisation du personnel de santé, gardes malades, des visiteurs et des populations riveraines	-Nombre de personnels sensibilisés -Nombre de gardes malades sensibilisés -Nombre de communiqués radio -Nombre de session de sensibilisation organisés	-Districts de sante -FOSA -ACV	PF-PBF COPIL	20.000.000		x		Projet
Production de kits de sensibilisation	Nombre de dépliants Nombres affiches			20.000.000	x			Projet
Objectif 3 : Formation du personnel de santé								

<ul style="list-style-type: none"> • Activités 3.1. Développer des curricula de formations 	Au moins deux niveaux de curricula développés	COPIL	MINSANTE	15.000.000	x				Projet
<ul style="list-style-type: none"> • Activités 3.2. Organiser les sessions de formations des formateurs en gestion des DBMS 	<ul style="list-style-type: none"> -Organiser au moins 5 ateliers de formations des formateurs -Nombre de formateurs formés 	COPIL	MINSANTE	25.000.000	x	x			Projet
<ul style="list-style-type: none"> • Activité 3.3. Organiser les sessions de formations du personnel 	Nombre de personnels formés	Districts de Santé PF-PBF ACV	COPIL Délégués Régionaux	30.000.000	x	x			
Objectif 4 : Amélioration de la gestion des DBMS dans les FOSA									
<ul style="list-style-type: none"> • Activités 4.1. renforcer ou mettre à la disposition des formations sanitaires du matériel, des équipements, et infrastructures de gestion écologiquement rationnelle des DBMS 	Le taux d'achats du matériel de gestion des DBMS et des EPI passe de 10 % à 80 % dans les différents services	District de santé PF-PBF FOSA ACV	-Délégués Régionaux -COPIL	40.000.000	x	x	x		Projet
Activités 4.2 Assurer la maintenance et mise en services des incinérateurs	nombre d'incinérateurs maintenu et mise en service	District de santé FOSA ACV	-Délégués Régionaux -COPIL	10.000.000	x				Projet

Activités 4.3 Expérimenter et faire la promotion des incinérateurs artisanaux à moindres coûts	nombre et type d'incinérateurs artisanaux mise au point	PF-PBF	COFIL	5.000.000		x	x	
Activités 4.4 Expérimenter et mettre au point quelques techniques de valorisation des DBMS	nombre et type de techniques de valorisations mises au point	COFIL	MINSANTE	20.000.000		x	x	
Objectif 5: Appui à la mise en œuvre du Plan de GDBMS								
• Activité 5.1. Valider le Plan de GDBMS	Un plan de gestion validé	COFIL	MINSANTE	5.000.000	x			Projet
• Activités 5.2. Contrôler, Suivre et Evaluer la mise en œuvre du Plan de GDBMS	Nombre et type de d'actions de supervision et de suivi	Délégués Régionaux MINEPDED Médecin chef de District COFIL	MINSANTE	10.000.000		x	x	Projet
TOTAL GENERAL	215.000.000 (deux cent quinze millions FCFA)							

Cette partie qui faisait ressortir le traitement des DBMS à travers un système d'incinérateur artisanal amélioré et un plan d'action pour la mise en œuvre de la gestion de ces déchets a porté un intérêt dans la démarche de publication d'un article scientifique dans le journal nommé « *Global Journal of Multidisciplinary Studies* (ISSN No. 2348 -0459) Available online at – <http://www.gjms.co.in> » dont l'intitulé a porté sur : « Évaluation du système de traitement des déchets biomédicaux solides dans certaines formations sanitaires de quatrième, cinquième et sixième catégories au Cameroun ».

III.2. Discussion

L'état des lieux des DBMS dans les formations sanitaires de la zone étudiée présente des contraintes dans la gestion des déchets biomédicaux solides (HR, DS, CMA, CSI et autres). L'état environnemental des sites étudiés a montré des aspects dégradants rendant les hôpitaux insalubres en majorité à 80 % sur les 70 FOSA enquêtés. Les travaux menés par Billau (2008) et Ghinea (2014) sur l'estimation des dangers de déchets biomédicaux pour la santé et l'environnement dans le cadre de la gestion, ont montré que le tri des DBM est inadapté dans 83,5 % des FOSA et l'utilisation du système de codage par couleur inexistant. En outre, Ehba en 2017 présente également que les boîtes de sécurité pour le recueil des objets tranchants et piquants sont disponibles que dans 32,5 % des FOSA et leur utilisation effective dans 11,1 % d'entre elles. Dans la majorité des FOSA, un conditionnement inadapté a été noté sous la forme d'une utilisation de bouteilles et poubelles en plastique pour le recueil et le remplissage des boîtes de sécurité avec des débordements. Les travaux de Saurabh (2010) montrent que les conteneurs qui sont exposés au vent et à la pluie peuvent être sources de dispersion des DBMS dans la cours de l'hôpital ou de l'humidification des DBMS par l'eau de pluie rendant difficile l'incinération des DBMS.

La gestion des DBMS est sous la responsabilité du service d'hygiène et de sécurité. Ce service inexistant dans certaines FOSA qui manquent cruellement de personnels tant sur la plan quantitatif que qualitatif. Au regard du nombre d'unités des formations sanitaires et de la capacité en lits de ces dernières, le service d'hygiène et de sécurité dans sa capacité et son organisation actuelle est incapable d'assurer une gestion optimale des DBMS au sein des FOSA dans les sites d'étude.

De plus, ce service d'hygiène et de sécurité est très peu consulté et ses recommandations très peu suivies. Ce qui constitue une autre source de démotivation pour le personnel de ce service.

Les professionnels de santé, ainsi que les agents de collecte des déchets encourrent des risques traumatique et émotionnel. Ces risques sont encore plus importants pour les personnes qui ne bénéficient pas de mesures de protection (Manga, 2009). Les travaux de Bidias (2013) et Mouankié (2015) ont montré qu'il est nécessaire de développer les connaissances, les attitudes et pratiques pour un changement de comportements dans la gestion des déchets solides hospitaliers.

Les enquêtes menées sur les personnels des FOSA montrent que, les personnels médicaux sont ceux qui bénéficient le plus rarement de formations en gestion des déchets hospitaliers, par rapport aux personnels paramédicaux et aux ouvriers professionnels. Il s'agit d'un mauvais ciblage, d'un manque d'engagement et de motivation des catégories médicales. L'étude de Rafizul (2012) sur la gestion des déchets biomédicaux a révélé également le manque de formation des agents impliqués dans la gestion des DBM comme facteur limitant une bonne gestion des DBMS ; de même que celle de Magda (2010). Ce constat rejoint celui de Evens (2009) qui a qualifié de bureaucratie professionnelle l'hôpital, et a constaté que l'hôpital était malade de son fonctionnement bureaucratique, très prégnant, surtout dans les grandes structures. Le manque de formation de ces véritables acteurs sur le terrain est donc à déplorer. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Daoudi (2008) sur l'évaluation des systèmes de gestion des déchets solides médicaux et pharmaceutiques à l'Hôpital HASSAN II d'Agadir.

Le public (les patients et les accompagnateurs) qui fréquente les formations sanitaires a besoin de recevoir des informations sur les exigences d'hygiène en milieu hospitalier et aussi sur les risques liés aux déchets médicaux. Pour susciter un éveil de conscience au niveau de cette catégorie d'acteurs, il est nécessaire d'élaborer un programme *in situ* d'information et de sensibilisation sur les comportements sécuritaires à adopter dans ce milieu. Les patients des différents FOSA sont beaucoup exposés aux maladies (enfants de 0 à 14 ans), parce qu'ils ignorent les risques d'infections, et constituent alors un groupe très vulnérable. Les travaux de Yaya et Aeliotis (2011) montrent que la sensibilisation des différentes catégories du personnel impliqué dans la gestion des déchets constitue une étape importante pour obtenir leur adhésion et leur collaboration.

Le personnel privé chargé de la collecte des DBMS est sous équipé en matériel de travail et en équipements de protection, ce qui pourrait avoir des conséquences néfastes sur leur santé et leur environnement. Cette situation ne favorise pas la mise en œuvre des bonnes pratiques de gestion des déchets biomédicaux solides (GDBMS). Le responsable en charge de la collecte déploie peu d'efforts pour disposer de matériel adéquat et d'équipements de protection appropriés pour son personnel. Les agents chargés de la collecte ayant un niveau d'instruction bas, se trouvent de ce fait en contact permanent avec les déchets infectés. La plupart travaille dans des conditions précaires d'hygiène et de protection (pas d'équipements sécuritaires suffisants : gants, lunettes de protection, masques, bottes). Certains portent des gants de jardinier en plastique qui sont facilement transpercés par les objets tranchants. D'après les résultats obtenus par Magda et Yong-Chul en 2010, la gestion des déchets biomédicaux au Cameroun souffre d'un système de gestion rationnel et durable des DBMS suivant un plan d'action et un redressement de la formation élargie.

Les matériels de pré-collecte (sacs plastiques, bassines, cartons) utilisés dans certains services des FOSA ne sont donc pas adaptés aux déchets piquants/tranchants stockés et présentent de ce fait des risques sanitaires. La manipulation de ces conditionnements est parfois difficile : risques de perforation des sacs plastiques, introduction difficile des déchets dans les bouteilles vides en raison de la taille du goulot. Les boîtes à tranchants font défaut, exposant ainsi les agents chargés de leur évacuation à des risques de blessures et de contamination. Selon l'OMS, un infirmier/une infirmière peut être victime d'une blessure par aiguilles plus de deux fois par an. Ces travaux sont conformes à ceux obtenus par Amoussou et Cherubini (2009), réalisés auprès du personnel soignant au Burkina Faso qui relèvent que 61,3 % des agents enquêtés ont subi au moins un AES (Audit Environnemental et Social) au cours de l'année 2009.

Le risque de piqûres accidentelles avec les aiguilles, peut être à l'origine d'une hépatite B, d'une hépatite C ou d'une infection par le VIH/SIDA. Selon l'OMS, des études récentes montrent que pas moins de 33 % des infections au virus d'hépatite B et 42 % au virus d'hépatite C proviennent d'une exposition directe ou indirecte à des déchets contaminés. Les aiguilles et seringues ne doivent en aucun cas, être jetées avec les ordures, ou hasardeusement sans traitement préalable. Les matériels de collecte des déchets (fûts, seaux plastiques, cartons, sacs poubelles) et le matériel de transport sont en nombre insuffisant, défectueux, inadaptés, non couverts et peu ou pas étanches la plupart du temps. Ces résultats ressortent dans les travaux d'El-Salam (2010) et Basarkar (2014) qui montrent que la plus part des risques sont liés aux matériels de collecte des DBMS.

En outre, les travaux de Yong-Chul et Akter (2010) présentent les risques liés aux ruptures de sachets poubelles provoqués par la collecte des DBMS directement dans les poubelles sans les recouvrir de sachet ; ce qui constitue une source de contamination des poubelles et expose les manœuvres collecteurs à des risques infectieux et psycho émotionnels.

Le code couleur recommandé par l’OMS est totalement ignoré dans les services enquêtés. L’application de cette recommandation qui est à la portée de tous, permet d’éviter les mélanges de déchets et d’envisager un traitement approprié. Les savons (liquide et solide) et l’eau de javel sont les plus utilisés par le personnel médical et paramédical. Ces résultats sont semblables à ceux obtenus par Magda (2010), qui a également constaté que l’eau de javel et le savon ont été les principaux désinfectants utilisés par le personnel technique et de soutien.

La collecte des déchets médicaux doit être conforme aux dispositions décrites dans le décret N°2012/2809/PM du 26 septembre 2012, relatif aux conditions de tri, de collecte, de stockage, de transport, de récupération, de recyclage, de traitement et d’élimination finales des déchets. Il stipule à son article 12 (1) que: les déchets médicaux et pharmaceutiques font l’objet d’une gestion spécifique visant à éviter toute atteinte à la santé de l’Homme (Fig.43 et 44).

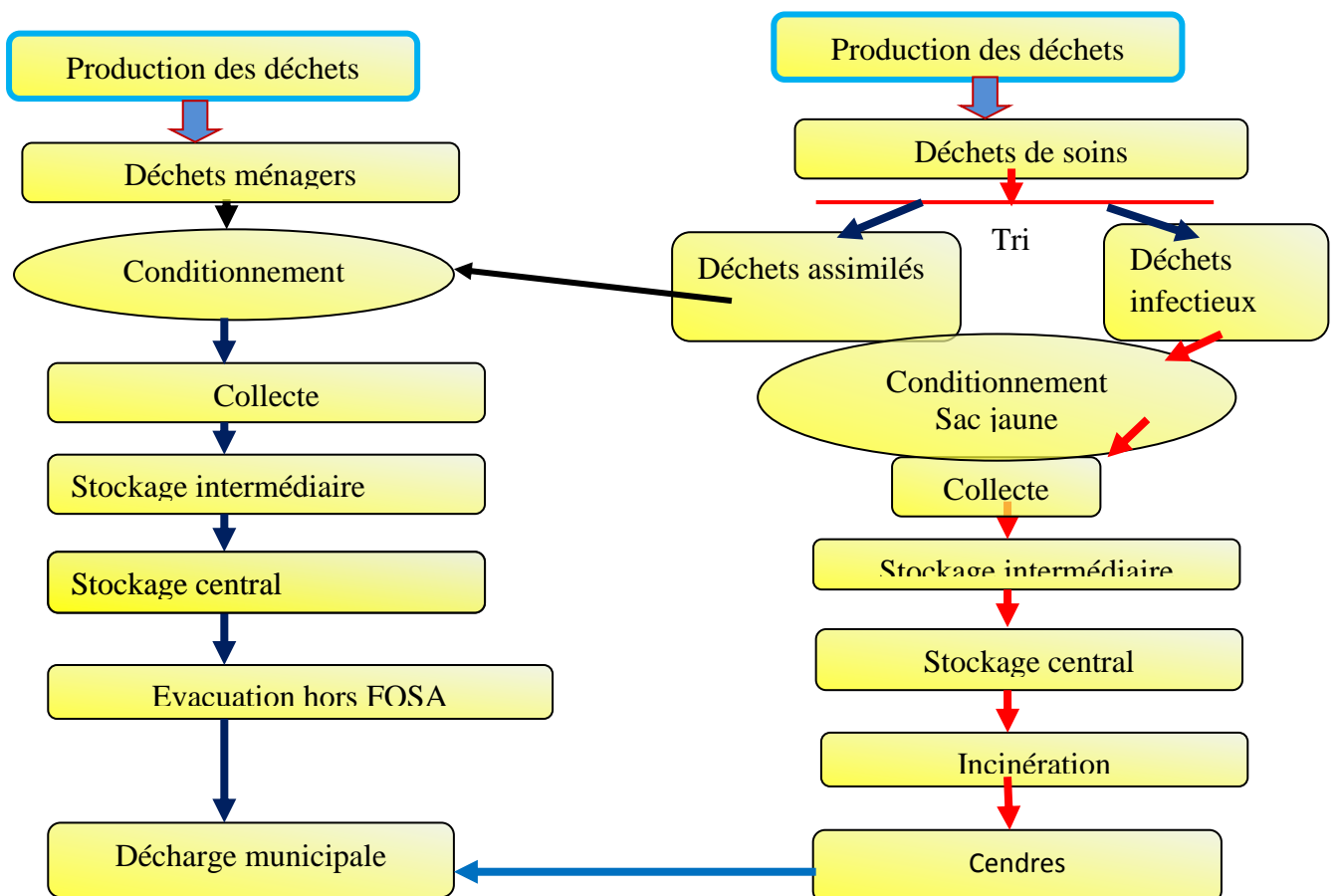


Fig.43. Filière de gestion des déchets biomédicaux solides.

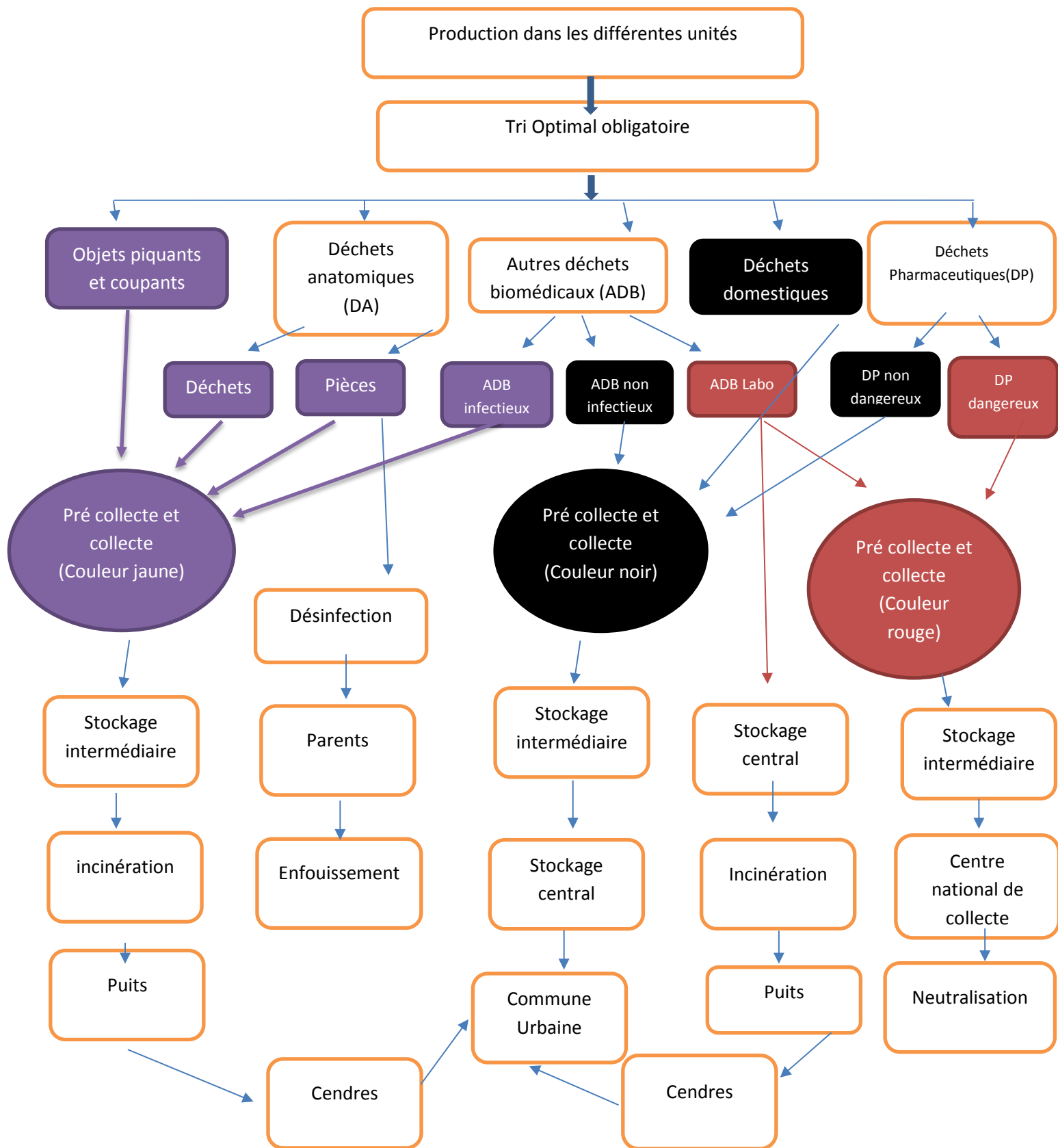


Fig.44. Filière de gestion des déchets biomédicaux solides complète.

Le tri n'est pas respecté au niveau des unités en ce qui concerne la gestion des déchets biomédicaux solides. Pour ce qui est des déchets ménagers, il n'existe non plus de tri. Le dispositif de tri est constitué de boîtes de sécurité pour les objets piquants (aiguilles, lames) et les poubelles sont disponibles dans la majorité des FOSA sous PBF. Cependant, le mécanisme de tri n'y est pas efficient car on retrouve des déchets pharmaceutiques infectieux dans les poubelles destinées aux déchets ménagers.

Le non-respect du tri des DBMS est imputable en grande partie au manque de matériel, à côté du manque de formation et de sensibilisation, comme l'a soulevé la plupart des professionnels des FOSA visitées. Nombreux sont les enquêtés qui réalisent uniquement un tri entre les déchets piquants/tranchants et les autres DBM. Cela peut s'expliquer par le fait que les déchets piquants-tranchants présentent un risque physique dont chacun a conscience. Les déchets infectieux présentent également un risque important mais qui n'est pas visible. Les déchets appartenant aux autres catégories ne sont pas triés et collectés dans des conteneurs identifiables ou des sacs même si dans certains services ils essaient de procéder à une collecte séparée des déchets. Contrairement aux formations sanitaires (PBF) du Nord-Ouest, où on observe une gestion rationnelle du tri, les principales raisons justifiant un tri pertinent à la source sont de trois ordres : raisons de sécurité et d'hygiène, raisons économiques, raisons techniques. Ces résultats ressemblent à ceux obtenus par Watson (2012).

Nos résultats sont similaires à ceux menés par Alhumoud (2007) et Bidias (2013) sur la gestion des déchets solides au District de santé de Biyem-Assi et à l'hôpital Jamot de Yaoundé, montrant ainsi un dysfonctionnement total du système de gestion des déchets solides hospitaliers au sein de ces structures. Selon Traoré (2008), l'absence de tri dans tous les services médicochirurgicaux du CHU-YO à l'exception des urgences chirurgicales et de la réanimation a été observée.

La collecte n'est pas effective dans 70 FOSA. On souligne une absence d'un local de stockage des DBS. Le rythme de la collecte des déchets est irrégulier (les déchets peuvent être collectés 2 jours sur 7, cas du laboratoire et la bronchoscopie ou 3 sur 7 cas de la clinique). Ceci est dû au rythme de fonctionnement de chaque service et selon les agents.

L'évacuation des déchets en dehors de l'hôpital se fait en général par l'intermédiaire des camions par SECA-HYSACAM. Dans les FOSA sous PBF, le transport se fait quotidiennement (en fin de journée) pour la majorité des FOSA à l'exception de Babongo CSI qui vidange sa poubelle 2 fois par semaine. Par ailleurs, les FOSA non PBF stockent leurs déchets au sein des

FOSA, ils sont directement éliminés en fin de journée ou évacués soit par la commune ou sont brûlés (cas de Providence Polyclinic, Bamenda Kwen Rural). En outre, aucune étude n'a été menée en ce qui concerne l'évaluation des quantités des déchets solides produits. Ces résultats sont commodes à ceux de Cherubini (2009) et Chilnenbe (2017).

Le stockage prolongé de DBM peut être un gîte de multiplication des germes pathogènes et la prolifération des insectes nuisibles. Cette pratique est contraire aux lois nationales et aux directives internationales de l'OMS, qui préconisent respectivement un temps de stockage ne dépassant pas 48 ou 72 heures. Plus de 70 % de FOSA visitées ne disposent pas d'un centre de stockage des déchets biomédicaux. Les déchets récupérés sont directement stockés dans l'incinérateur et peuvent passer quatre (4) à cinq (5) jours avant d'être incinérés.

L'élimination des DBMS se fait à travers les incinérateurs ou autres procédés (à l'air libre, fûts, enfouissement, fosses et autres) pour certaines FOSA (Babongo CSI, Babessi CMA, Centre Médicale Islamique de Babessi, Bamenda Kwen Rural). Cependant, on note que pendant les périodes de vaccination massive, certaines FOSA qui possèdent des incinérateurs récupèrent les déchets pharmaceutiques infectieux et les boîtes à sécurité de celles qui n'en disposent pas pour les brûler. La fréquence de collecte se fait immédiatement après la campagne de vaccination. C'est ce donc relèvent Aptel (2009) et Mouankié (2015) dans leurs travaux.

Le traitement *in situ* effectué au sein des FOSA de 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} catégories à l'aide d'incinérateurs artisanaux améliorés à 1100 °C pour les DBMS est une option technologique réaliste, car il permet d'éliminer les déchets solides comme recommandé par la réglementation de l'OMS. D'après Yaya (2011) et Chilnenbe (2017), l'absence de système d'élimination adéquat au niveau des formations sanitaires de 3^{ème} et 6^{ème} catégories nécessite l'usage des systèmes d'élimination artisanaux pour pallier aux problèmes des déchets hospitaliers.

Les déchets en général, et biomédicaux en particulier, présentent des risques pour la santé et pour l'environnement. Quelle que soit la technique d'élimination, il n'existe pas de risque zéro. Les déchets biomédicaux exposent les agents de santé à des risques supplémentaires en plus du risque global pour certaines maladies. Ces risques sont de 30,37 % pour les maladies nosocomiales; 18,52 % pour les hépatites B et C; 9,63 % pour le VIH/SIDA ; 7,41 % pour l'accident d'exposition au sang (AES) et les risques traumatiques (piqûres/coupures) et 3,27 % pour le tétanos. Ces résultats concordent à ceux obtenus par Mbouna (2008) qui a montré que l'ampleur du problème lié aux déchets hospitaliers, notamment biomédicaux, est déterminée non seulement par l'importance de la production des déchets, mais aussi par le risque de

pollution et d'infection qu'ils représentent pour la santé de l'Homme et pour l'environnement. Par ailleurs, les risques qu'encourent le personnel et les agents de collecte sont de types émotionnel, traumatique et des accidents liés à une exposition suite aux piqûres par les objets piquants ou tranchants ou à des éclaboussures de sang (Kangue, 2017).

Les infirmiers et les agents de collecte sont les acteurs les plus touchés du fait de leur contact régulier avec les déchets et de l'état sommaire de leur protection. Cependant, les textes réglementant la gestion des déchets solides hospitaliers recommandent que les agents manipulant les déchets soient équipés de matériels appropriés dans l'exercice de leur métier. Dans tous les cas, la protection des agents reste insuffisante car ceux-ci ne sont pas vaccinés contre l'hépatite B dont le vaccin est efficace (Ndiayé, 2014).

L'incinération des déchets rejette des polluants divers (métaux lourds, particules en suspension et les dioxines/furanes) dans l'environnement. Ces polluants ont des effets multiples sur la santé des personnes exposées de diverses manières (inhalation, ingestion dans les aliments ou par voie cutanée). Ces effets vont du simple malaise au cancer, en passant par des troubles neurologiques et reproductifs (Nzamuyé, 2008 ; Ndié, 2015).

La modélisation du système d'élimination des DBMS pour les catégories 3 et 6 permet de montrer que cette technologie s'intègre facilement d'abord dans la modélisation économique avec un coût de 295 000 FCFA ; ensuite par la modélisation énergétique avec une combustion complète de ces déchets (Bilan énergétique du système est nul, car les éléments entrants (déchet, air, eau), sont égaux aux éléments sortants (gaz, cendre, pertes, eau) de valeur de 618 kJ/kg.) et enfin par une modélisation environnementale concordent avec les normes de l'OMS et du MINEPDED. Ces résultats rejoignent ceux qu'on obtenus Rotatori (2007) et Mouankié (2015) qui relèvent l'importance de valorisation des systèmes d'élimination des déchets hospitaliers de manière locale, respectant la réglementation internationale.

CHAPITRE IV: CONCLUSION, RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

IV.1. CONCLUSION

Tout au long de cette étude dont l'objectif était d'élaborer un système de gestion des déchets biomédicaux permettant d'améliorer la santé publique, tout en respectant les préoccupations environnementales, techniques et socioculturelles ; une vaste gamme de DBMS et les dangers associés ont été identifiés, différentes technologies de traitement et d'élimination avec un taux d'efficacité de 90 % et des coûts variables ont été proposées.

Il ressort que l'organisation de la gestion des déchets biomédicaux devrait être assurée par un service d'hygiène hospitalier placé sous la responsabilité d'un technicien du génie sanitaire. Mais fort est de constater que ce service est pratiquement absent dans 70 % de FOSA visitées. La gestion des déchets solides biomédicaux nécessite inévitablement une implication des responsables à tous les niveaux, une coordination et une collaboration intersectorielles harmonieuses et efficaces. Ces déchets biomédicaux solides doivent faire l'objet d'une gestion spécifique et rationnelle visant à éviter toute atteinte à la santé de l'Homme et de l'environnement.

De plus, le mode de gestion actuelle présente de nombreux risques pour la santé des individus impliqués dans la chaîne des DBMS, (90,54 %) du personnel des FOSA visitées n'a pas été formés en matière de gestion des DBMS. En outre, l'insuffisance des ressources humaines, matérielles et financières, le manque de sensibilisation et de formation du personnel hospitalier affectant la bonne gestion des DBM, expose les personnels à des risques infectieux, psycho-émotionnels, traumatiques et à des accidents dus aux piqûres par les objets piquants ou tranchants ou à des éclaboussures de sang. L'étude a relevé en outre que sur près de 60 formations sanitaires enquêtées, 70 % des FOSA n'ont pas des incinérateurs, 25 % des FOSA possèdent des incinérateurs défectueux et 5 % n'en maîtrisent pas le fonctionnement.

Sur le plan environnemental, sanitaire et social la mauvaise gestion des déchets biomédicaux est responsable des infections nosocomiales et des nuisances olfactives sur le personnel des différentes FOSA. Les agents de collecte, les patients et le public encourent quotidiennement des risques traumatiques et émotionnels.

Toutefois, cette étude a permis de mettre sur pied un procédé de traitement qui réduit les impacts négatifs sur la santé et l'environnement. L'analyse des cendres a permis d'apprécier l'efficacité du processus d'incinération, vu la réduction du volume des déchets. L'analyse des fumées comparativement aux normes de l'OMS, révèle que le taux de CO avant le traitement est très élevé, mais il diminue rapidement suite à ce système artisanal. Cette diminution montre

que le CO est très bien absorbée. Pour ce qui est de l'O₂, les analyses révèlent que le taux O₂ des incinérateurs libéré dans l'atmosphère est autour de 20,9 %. Ces résultats montrent que ce taux n'est pas affecté, puisqu'il garde une valeur moyenne proche de 20,7 %. Pour ce qui est du CH₄, on note que le méthane n'existe pas dans l'air après traitement, ceci prouve l'efficacité de ce système et son impact positif sur l'environnement, sachant que le CH₄ est un gaz à effet de serre. Pour ce qui est des hydrocarbures, ils sont totalement absorbés après le traitement par le système, ce qui démontre l'efficacité du système proposé.

Cette étude a mené à un procédé de traitement qui a un impact positif sur la santé et l'environnement pour contrecarrer les méfaits des DBMS. Cet incinérateur artisanal amélioré permettra de palier non seulement aux problèmes qu'ont connus les anciens incinérateurs à savoir : l'émission des grandes quantités de CO₂, la complexité dans leur utilisation et leur cout élevé.

Après analyse du contexte juridique, économique et environnemental de la gestion des déchets solides biomédicaux des FOSA du Cameroun, et au vu des quantités énormes des déchets médicaux solides stockés dans l'enceinte des établissements sanitaires, des mesures d'améliorations ont été proposées pour la gestion des DBMS et un plan d'action pour une meilleure gestion des DBMS.

IV.2. RECOMMANDATIONS

Elles s'articulent autour de la recherche de solutions aux problèmes, avec pour objectif général de rendre effective la gestion saine et durable des déchets biomédicaux chez tous les producteurs. Vu l'importance des déchets générés quotidiennement et leur stockage dans l'enceinte des établissements sanitaires, il est recommandé les stratégies d'améliorations suivantes pour une gestion durable :

- Politique de gestion des DBMS :

- Développer un plaidoyer que le MINSANTE pourra adopter en vue d'une vulgarisation du système de traitement ;
- Mettre en œuvre un plan d'action des DBMS au niveau national ;
- Créer un comité local de gestion regroupant les représentants de toutes les parties prenantes et qui doit veiller à l'observation stricte du cahier de charge de la GDBMS.

- Instituer un système de gestion rationnelle et durable des déchets Biomédicaux solides en élaborant un plan de gestion qui comprend des objectifs stratégiques tels que l'amélioration de la gestion des DBM ; l'adéquation entre le flux des déchets piquants et tranchants et le fonctionnement de l'incinérateur ; la formation du personnel hospitalier et la sensibilisation des agents des entreprises privées (Fig. 41 et 42).
 - Quantifier avec exactitude des déchets hospitaliers produits selon une méthodologie rigoureuse. L'intérêt de quantifier la production journalière de ces déchets réside dans la connaissance du poids des déchets piquants et tranchants produits quotidiennement. Ceci permettra de prévoir les besoins en conteneurs spéciaux avec des caractéristiques précises, de surveiller la qualité du tri et d'avoir une référence quantitative qui peut servir à la planification de la gestion des déchets hospitaliers dans sa globalité.
 - Etablir et diffuser des notes de services à titre de rappel en vue du respect des procédures de GDBMS.
 - Elaborer des supports d'évaluation et de suivi de la gestion des déchets piquants et tranchants au niveau des unités de soins.
 - Promouvoir la sensibilisation à travers des affiches renfermant des messages clairs et schématisés selon le public cible.
 - Renforcer les FOSA en équipement et en système d'élimination (dotation de certains établissements en équipement de gestion des DBMS, de réparation et remplacement d'incinérateurs existants) ;
 - Redresser les formations existantes et instaurer des formations élargies (inclusion dans les formations académiques, reprise de modules).
- **Ressources matérielles et financières :**
- Doter les services en conteneurs suffisants pour éviter la rupture de stocks ;
 - Doter les agents collecteurs en moyens de transport des déchets ;
 - Définir une ligne budgétaire réservée à la gestion des déchets hospitaliers et en particulier les déchets solides biomédicaux en adoptant une approche économique pour une gestion correcte interne et une élimination appropriée de ces déchets.
 - Procéder à la formation, l'encadrement et la sensibilisation des techniciens, des responsables et de tous les intervenants dans la gestion des déchets hospitaliers.

L'évaluation de l'amélioration de l'impact des maladies dans les centres de santé passe par une meilleure gestion des déchets biomédicaux.

-Réglementation

- Se référer fréquemment au Décret N°2012/2809/PM du 26 septembre 2012, relatif aux conditions de tri, de collecte, de stockage, de transport, de récupération, de recyclage, de traitement et d'élimination finale des déchets. Il stipule à son article 12 (1) que: les déchets médicaux et pharmaceutiques font l'objet d'une gestion spécifique visant à éviter toute atteinte à la santé de l'homme.
- Mettre en place un système de répartition des responsabilités en matière de gestion des déchets au sein des établissements.
- Procéder au renforcement du suivi-évaluation du cadre législatif et réglementaire.

VI.3. PERSPECTIVES

Ce travail pourrait se poursuivre en :

- analysant les cendres produites au niveau de l'incinérateur pouvant être utile pour les activités agricoles;
- valorisant usage de l'incinérateur dans le traitement des déchets biomédicaux solides dans les établissements de santé au niveau national.

BIBLIOGRAPHIE

- A Ahsan, M Alamgir, M Imteaz, NN NikDaud, R Islam, 2012. Role of NGOs and CBOs in Waste Management. *Iranian J Publ Health*, 41(.6): 27-38.
- Abd El-Salam, M.M., 2010. Hospital waste management in El-Beheira Government, Egypt. *Journal of Environmental Management* 91 (3) : 618-629.
- Abdelsadok.N., 2010. Etude d'accompagnement pour la gestion des déchets médicaux au Maroc, Mémoire de Fin d'Etudes pour l'obtention du Mastère Spécialisé en Gestion, Traitement et Valorisation des Déchets, Casablanca, 46p.
- Abdulla F, Qdais HA, Rabi A., 2008. Site investigation on medical waste management practices in Northern Jordan. *Iranian J Publ Health*; 28: 450-458
- Abeliotis K., 2011 Life cycle assessment in municipal solid waste management. In: *Integrated waste management*. Kumar S. (ed.) Volume I, Available online at: <http://www.intechopen.com/books/integrated-waste-management-volume-i/life-cycle-assessment-in-municipalsolid-waste-management>. pp 1-16
- Abor P., Bouwer A., 2008. Medical waste management practices in a Southern African Hospital. *International Journal of Health Care Quality Assurance*; 21: 356-364.
- Akter, N., 2010. Medical Waste Management. Environmental Engineering Program, School of Environment, Resources and Development. 23p.
- Akter, N., Tränkler, J., 2013. An analysis of possible scenarios of medical waste management in Bangladesh. *Management of Environment Quality: An International Journal* 14(2): 242-255
- Alagoz, A.Z., Kocasoy, G., 2008. Determination of the best appropriate management methods for the healthcare waste in Istanbul. *Iranian J Publ Health*.28:1227-1235
- Alhumoud, J.M., Alhumoud, H.M., 2007. An analysis of trends related to hospital solid wastes management in Kuwait. *Management of environmental Quality. An International Journal* 18 : 502-513.
- Amoussou C., 2009. Incidence des infections associées aux soins dans le service de réanimation et de soins intensif au CHU Point-G Bamako. Thèse de Médecine, FMPOS, Bamako,141p.
- Anonyme, 2007 a. Assainissement et hygiène dans les pays en voie développement : étude de cas en République Démocratique du Congo, 65p.

- Anonyme, 2007 b. Manuel de procédure de gestion des déchets biomédicaux .Projet multisectoriel de lutte contre le Sida, Mali(Bamako) ; 24p.
- Anonyme, 2010 a. Gestion des déchets biomédicaux : précisions sur les activités ne nécessitant pas de certificat d'autorisation et sur l'application de certains articles de règlement, Genève, pp. 14-65
- Anonyme, 2010 b. «Practical Guide for Optimising the Disposal of Hospital Waste: Reduction and Utilisation of Hospital Waste, with the Focus on Hazardous, Toxic and Infectious Waste.» LIFE96ENV/D/10. University Clinical Centre, Freiburg, pp. 20-26
- Anonyme, 2011. 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, pp. 15-39
- Anonyme, 2016. Etat des lieux des établissements classés dangereux, insalubres ou incommodes au Cameroun, Yaoundé-Cameroun, pp. 1-45
- Aptel, O., Pomberg, M., Pourjalali, H. (2009). Improving Activities of Logistics Departments in Hospitals: A Comparison of French and U.S. Hospitals. *Journal of Applied Management Accounting Research* 7 (2): 1-20.
- Arocena, P., Garci-Prado, A. (2007). Accounting for quality in the measurement of hospital performance: evidence from Costa Rica. *Health Economics* 16 (7): 667-685.
- Aptel, O., Pourjalali, H., 2011. Improving Activities and Decreasing Costs of Logistics in Hospitals: A Comparison of French and U.S. Hospitals. *International Journal of Accounting* 36 (1): 65-90.
- Arocena, P., Garci-Prado, A. , 2007. Accounting for quality in the measurement of hospital performance: evidence from Costa Rica. *Health Economics* 16 (7): 667-685.
- Aroga A.S., 2012.Contribution à l'amélioration de la gestion des déchets biomédicaux solides à l'hôpital principal de Dakar. Mémoire de Fin d'Etudes pour l'obtention du DESS Spécialisé en Gestion de service de santé, gestion hospitalière, Institut Supérieur de la Santé, 14-146 pp.
- Baciu C., Bican-Brişan N., 2014 Survey of household waste composition generated in Cluj-Napoca, Romania during the summer season. *Environmental Engineering and Management Journal* 14(11):2643-2651.
- Bahri, R., 2008. "Techniques Sciences o Méthodes", Génie Urbain, Génie Rural. 71-78 pp.

- Balaguer-Dátiz G., Krishnan N., 2008 Life cycle comparison of two options for MSW management in Puerto Rico: Thermal treatment vs. modern landfilling. In Proceedings of the 16 North American Waste-to-Energy Conference, Philadelphia, Pennsylvania, USA, 1–6 pp.
- Banar M., Cokaygil Z., Ozkan A., 2009 Life cycle assessment of solid waste management options for Eskisehir, Turkey. *Waste Management* 29:54-62
- Bancel-Charensol, L., Jougoux, M. (2007). Un modèle d'analyse des systèmes de production dans les services. *Revue Française de Gestion* 113: 71-81
- Basarkar S., 2014. Appraisal of effect of training on biomédical waste management in health care facility : an analytial study. *Int J Sci Res Publication*, 4(3) : 1-6
- Bazzoli, G., Chen, H-F., Zhao, M., Lindrooth, R. C. , 2008. Hospital financial condition and the quality of patient care. *Health Economics* 17 (8): 977-995
- Bdour A, Altrabsheh B, Hadadin N, Al-Shareif M., 2007. Assessment of medical waste management practice: A case study of northern part of Jordan. *Waste management*; 27: 746-759
- Beaulieu, M., Jobin, M-H., Boivin, A., 2004. Gérer la performance de la logistique hospitalière. *Logistique & Management* éd. Spéciale « Logistique Hospitalière », 21-30 pp.
- Bendjoudi Z, Taleb F, Abdelmalek F, Addou A., 2009. Healthcare waste management in Algeria and Mostaganem department. *Waste management*; 29: 1383-1387
- Berg, M. , 2011. Implementing information systems in health care organizations: myths and challenges. *International Journal of Medical Informatics* 64 (2-3): 143-156
- Bernabess H., 2014. Evaluation du système de gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques : cas de l'hôpital d'enfant de rabat. Mémoire, Ecole Nationale de Santé Publique, 61 p.
- Biocchi S., 2008. Les polluants et les techniques d'épuration des fumées (cas des unités de destruction thermique des déchets) : Etat de l'art, Paris : Tec & Doc, Lavoisier, 38 p.
- Bidias J., 2013. Evaluation de la gestion des déchets solides de l'hôpital Jamot de Yaoundé et de l'hôpital de district de Biyem Assi : Impacts environnementaux et sociaux, 83 p.
- Billau, P., 2008. Estimation des dangers de déchets biomédicaux pour la santé et l'environnement au Bénin en vue de leur gestion .Essai de fin de formation, centre universitaire de formation en environnement de Sherbrooke (Canada), 28-86 pp.

- Bittanti et al., 2010. A model of a bubbling fluidized bed combustor oriented to char mass estimation, *IEEE transactions on control systems technology*, 8 (2) :89
- Boeglin J.C., 2011. Traitements et destinations finales des boues résiduares, *Techniques de l'ingénieur*, Dossier, 44 p.
- Borne P., 2013. Analyse et régulation des processus industriels : Tome 1, régulation continue, Paris : Ed. Technip, 93 p.
- Bouanini S., 2013. Waste Management for Achieving Sustainable Development. *MJSS* 4: 129-135.
- Bovea M. D., Ibáñez-Forés V., Gallardo A., Colomer-Mendoza F. J., 2010 Environmental assessment of alternative municipal solid waste management strategies. A Spanish case study. *Waste Management* 30(11):2383-2395
- Bozkurt, S., Moreno, L., Nertnieks, I., 2009, Long-term fate of organics in waste deposits and its effect on metal release, *The Science of the Total Environment* 228, 135-152
- Butler, T., Leong, G. , 2010. The impact of operations competitive priorities on hospital performance. *Health Care Management Science* 3 (3): 227-235.
- Chang, C.-P. et al., 2012. Metal distribution characteristics in a laboratory Huang, C.-M. et al., 2006. The potential of recycling and reusing waste incinerator. *Aerosol Air Qual. Res.* 12, 426–434
- Charles L. K., 2011. Problématique de la gestion des déchets solides biomédicaux au Burkina. Mémoire de fin d'étude, 2IE d'Ouagadougou, 67 p.
- Chaya W., Gheewala S. H., 2007 Life cycle assessment of MSW-to-energy schemes in Thailand. *Journal of Cleaner Production* 15:1463-1468.
- Cheng YW, Sung FC, Yang Y, Lo YH, Chung YT, Li K-C., 2009. Medical waste production at hospitals and associated factors. *Iranian J Publ Health*; 29: 440–4.
- Cherubini F., Bargigli S., Ulgiati S., 2009 Life cycle assessment (LCA) of waste management strategies: Landfilling, sorting plant and incineration. 34:2116- 2123.
- Chilnenbe P., 2017. Gestion des déchets biomédicaux solides: cas de l'hôpital de district de Gozator (Tchad). Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de master professionnel en sciences de l'environnement, Université de Yaoundé 1, Cameroun, 34-50 pp.

- Chitnis, V., Chitnis, S., Patil, S. et Chitnis, D. , 2013. Solar disinfection of infectious waste: A new approach for developing countries. *The Lancet, Research Letters*, 362: 1285- 1286.
- Clark, T.P. and Piskin, R., 2007, Chemical quality and indicator parameters for monitoring landfill leachate in Illinois, *Environmental Geology* 1, 329-339 pp.
- Contandriopoulos A.P., 2012. "L'évaluation dans le domaine de la santé: concepts et méthodes", Université de Montréal C.D 6128, Suce. A Montréal, Québec, 43 p.
- Contandriopoulos N. et al., 2013. Santé, sécurité et transformation du travail. In *Réflexion et recherche sur les risques professionnels*. Presse de l'université de Québec, 259 p.
- Crowe, A.S., Ptacek, C.J., Rudolph, D.L., McGregor, R, 2011, Landfills and waste disposal, in: Threats to sources of drinking water and aquatic ecosystem health in Canada, NWRI Scientific Assessment Report Series n°1, 51-56 pp.
- Daoudi, 2008. Evaluation de la gestion des déchets solides médicaux et pharmaceutiques à hôpital Hassan II d'Agadir, Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de maîtrise en Administration Sanitaire et Santé Publique, UNV Marrakech. 18- 330 pp.
- Dash A., Kumar S., 2015. Thermolysis of medical waste to liquid fuel using semi batch reactor. *Waste Biomass Valorization*, 6(4) :507-514
- DenBos, A., Izapanah, A., 2012. Building capacity for comprehensive medical waste management in Asia. *EM The Urban Environment* 18, p. 20
- Depountis, N., Koukis, G., & Sabatakakis, N. , 2009. Environmental problems associated with the development and operation of a lined and unlined landfill site: A case study demonstrating two landfill sites in Patra, Greece. *Environmental Geology*, 56, 1251–1258
- Desbrow, C.,Routledge, E.J.,Brighty, G.C., Sumpter, J.P. and Waldock, M., 2008. Identification of estrogenic chemicals in STW effluent.1. Chemical fractionation and in vitro biological screening. *Environmental Science and Technology*, 32, 1549 p.
- Di Maria F., Micale C., 2014a. A holistic lifecycle analysis of waste management scenarios at increasing source segregation intensity: The case of an Italian urban area. *Waste Management* 34:2382–2392.
- Di Maria F., Micale C., Morettini E., 2014b Alternative residual municipal solid waste management scenarios in areas with deficiency or absence of incinerators. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management* 1(1):7-11.

- Diaz, L.F., Eggerth, L.L., Enkhtsetseg, Sh., Savage, G.M., 2009. Characteristics of healthcare waste. *Waste Management* 28, 1219-1226 pp.
- Djocgoue P.F., 2016. Rapport d'étude sur le plan national de gestion des déchets biomédicaux dans le cadre du projet d'appui d'investissement dans le secteur de la santé, 1-60 pp.
- Donessoune F., 2007. Analyse du système de gestion des déchets biomédicaux au centre hospitalier universitaire Yalgado Ouedraogo. Ouagadougou - Burkina Faso. Rapport de fin d'étude : Ouagadougou, ISSP, 65 p.
- Dorier et al., 2012. Gestion des déchets et aide à la décision municipale : municipalité de Mopti (Mali) et circonscription urbaine de Porto Novo (Bénin). Programme de gestion durable des déchets et de l'assainissement urbain, Volume II et III. IRD-Université de Provence, 133 p.
- Doualamou, C., 2007. Contribution à l'amélioration de la gestion des déchets biomédicaux liquides dans un hôpital public de santé : cas l'Hôpital principal de Dakar .Mémoire de fin d'étude ESAG, Sénégal (Dakar), 59 p.
- Dupont, M. , 2011. Risques biologiques reliés au travail avec les eaux usées. Ministère de la Santé et des Services sociaux au Québec. Direction de la Santé publique, Régie régionale de la Santé et des Services sociaux, Montréal-centre, 56 p.
- Ehba P., 2017. Impacts des déchets hospitaliers solides en zone urbaine : cas du Centre Médical d'Arrondissement de Biyem-Assi et du Centre Universitaire Hospitalier de Yaoundé. Mémoire en vue d'obtention d'un master II en Paix et Développement, CERAP, Côte d'Ivoire, 23-46 pp.
- El-Salam MMA., 2010. Hospital waste management in El- Beheira Governorate, Egypt. *Journal of Environmental Management*; 91: 618-629
- Evens, E., 2009. Évaluation des risques sanitaires et écotoxicologiques liés aux effluents hospitaliers. Thèse de doctorat, Institut national de sciences appliquées de Lyon, Lyon, France, 260 p.
- Fayomi L. et Makoutode N., 2008. *Gestion des déchets biomédicaux. Formation et sensibilisation*. Volet 2, 89 p.
- Feckamla D., 2011. Analyse des processus de la gestion des déchets solides hospitaliers à l'hôpital général de référence nationale de N'Djaména. Rapport de fin d'étude en licence, ENASS, 58 p.

- Ghinea C., Petraru M., Simion I. M., Sobariu D., Bressers H., Gavrilescu M., 2014 Life cycle assessment of waste management and recycled paper systems. *Environmental Engineering and Management Journal* 13:2073-2085.
- Ghomari et A. Bendiouis, 2008. Exposé “sciences des matériaux de construction, travaux pratiques”, Université de Tlemcen, Faculté des Sciences de l’Ingénieur, Département de génie civil, 34-50 pp.
- Giroletti E. and Lodola L., 2009. Waste Treatment and Management. Medical Waste Treatment: ISPRA courses. unipv.it/webgiro/ricerch/Public/ISPRA93-MedicalWaste, 45 p.
- Girout E, 2009. Règles de gestion des déchets hospitaliers pour les pays en développement. OMS - GENEVE, 16-68 pp.
- Gladys N, 2012. Gestion des déchets hospitaliers, Yaoundé-Cameroun. Mémoire, université de Yaoundé I, 72 p.
- Godsy, E.M, HULT, M.F., 2011, Degradation of phenolic contaminants in ground water by anaerobic bacteria: St. Louis Park, Minnesota, *Groundwater* 20 (6):703-710
- Guelbang P., 2010. Réorganisation du système de collecte et de gestion des déchets solides ème ménagers de la commune du 7 arrondissement de N’Djaména. Mémoire, IUSAE de Sarh, 81 p.
- Gupta S, Boojh R, Mishra A, Chandra H., 2009. Rules and management of biomedical waste at Vivekananda Polyclinic: A case study. *Waste management*; 29: 812-819
- Hakim, B. , 2014. Évaluation du système de gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques « cas de l’Hôpital d’enfant de rabat ». Mémoire en Administration Sanitaire et Santé Publique. École Nationale de Santé Publique – Rabat, 45 p.
- Halling-Sorensen, B, Nors nielsen, S, Lanzky, P.F, Ingerslev, F, Holten Lützhof, H.C et Jogersen, S.E., 2008. Occurrence, fate and effects of pharmaceutical substances in the environment: a review. *Chemosphere*, 36, 357-393 pp.
- Harm C., 2011. Non-Incineration Medical Waste Treatment Technologies. Chapter 11. *Health Care Without Harm*, Washington, D.C., 25 p.
- Hart, B.F. and Chaseling J., 2013, Optimizing landfill ground water analytes-New South Wales, Australia, *Ground Water Monitoring and Remediation* 23 (2): 111-118

- Heberer, T., Reddersen, K. et Mechlinski, A. , 2012. From municipal sewage to drinking water :fate and removal of pharmaceutical residues in the aquatic environment in urban areas. *Water Science and Technology*, 46, 81-88 pp.
- Hossain M. U., Poon C. S., Lo I. I. C., Cheng J. C. P., 2016 Comparative environmental evaluation of aggregate production from recycled waste materials and virgin sources by LCA. *Resources, Conservation and Recycling* 109:67–77.
- Houenoude N.,2008. Gestion des déchets urbains dans la commune de Porto-Novu (Benin) : mise en place d'un système intégré de gestion des déchets biomédicaux. Ouagadougou Burkina Faso : IPDAOS/PAID-WAS Mémoire de fin de cycle en planification régionale et aménagement du territoire, 101 p.
- Houenoudé N.D., 2007. Gestion des déchets biomédicaux au Centre Hospitalier Départemental l'Ouémé Plateau (CHD-OP). Maitrise, université Houphouët B. 89 p. Lardi et Jad, 2011. *Environnement et Santé*. Ministère de la santé, Maroc, 112 p.
- Huang, C.-M. et al., 2016. Municipal solid waste incinerator ash in Taiwan. *Waste Manage.* 26
- Christensen, T., 2010. *Solid Waste Technology & Management*, (9): 979–987
- Iriarte A., Gabarell X., Rieradevall J., 2009 LCA of selective waste collection systems in dense urban areas. *Iranian J Publ Health.* 29:903-914.
- Jean-Michel B, Pierre Edouard B, Guy B, Jean C, Didier D, Philippe G., *et al.*, 2009. Situations cliniques menaçantes. *Infections nosocomiales*. 2e éd, Paris : Masson ; pp. 65-451
- Jindal A., Gupta A., Grewal V., 2013. Biomedical waste disposal : a systems analysis. *Med J Armed Forces India*, 69(4) : 351-356
- Johannessen, L.M., Dijkman, M., Bartone, C., Hanrahan, D., Boyer, G., Chandra, C., 2010. Health care waste management guidance note, Health Nutrition and Population discussin paper. The International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank, Washington DC, 10 p.
- Jones, O.A.H., Voulvoulis, N. and Lester, J.N., 2011. Human pharmaceuticals in the aquatic environment: a review. *Environmental Technology*, 22, 1383-1394
- Jones, O.A.H., Voulvoulis, N. and Lester, J.N. , 2012. Aquatic environmental assessment of the top 25 English prescription pharmaceuticals, 36, 5013-5022
- Kale, S.S., Kadam, A.K., Kumar, S., Pawar, N.J., 2010, Evaluating pollution potential of leachate from landfill site, from the Pune metropolitan city and its impact on shallow basaltic aquifers, *Environmental Monitoring and Assessment* 162, 327-346 pp.

- Kangue F.J., 2017. Impacts des déchets biomédicaux solides en zone urbaine : cas des formations sanitaires de 4^{ième}, 5^{ième} et 6^{ième} catégorie de Yaoundé .Mémoire présenté en vue d'obtention d'un master II en Environnement et Gestion des Ressources Naturelles, Institut Panafricain pour le développement-Afrique Central, Douala, 45 p.
- Kanoute G., 2007. Contribution à la mise en place d'un système de gestion durable des déchets biomédicaux à l'hôpital Gabriel Touré(Mali). Revue Pharmacien Hospitalier, France, 32-40 pp.
- Katoch, S.S., 2007. Biomedical Waste Classification and Prevailing Management Strategies. Proceedings of the International Conference on Sustainable Solid Waste Management, 169-175 pp.
- Kaugare, S., 2014, Organohalogens of natural or unknown origin in surface water and precipitation, Toxicological and Environmental Chemistry 46 (3): 183-196
- Khattabi, H., 2012, Intérêts de l'étude des paramètres hydrogéologiques et hydrobiologiques pour la compréhension du fonctionnement de la station de traitement des lixiviats de la décharge d'ordures ménagères d'Étueffont (Belfort, France), Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, Besançon, 34-67 pp.
- Labarere J., 2010. Test de comparaison de pourcentages- X^2 . Notes de cours, UE4 : Biostatistiques, chap. 6. Université Joseph Fourier de Grenoble, 86 p.
- Lakshmi B., Kumar P., 2012. Awareness about bio-medical waste management among health care personnel of some important medical centers in Agra. Int J Eng Res Tech, 1(7) :1-5
- Landfill Vadillo, I., Andreo, B., Carrasco, F., 2005, Groundwater contamination by landfill leachates in a karstic aquifer, Water, Air, and Soil Pollution 162, 143-169
- Laner, D., Crest, M., Scharff, H., Morris, J.W.F., Barlaz, M.A., 2012, A review of approaches for the long-term management of municipal solid waste landfills, Waste Management 32, 498-512
- Lavoisier Morris, J.W.F. and Barlaz, M.A., 2011. A performance-based system for the long-term management of municipal waste landfills, Waste Management 31, 649-662
- Lecoq A., 2008. *Etude sur la gestion des déchets d'activités de soins à risques infectieux dans les établissements de santé au Burkina-Faso*. Maitrise, 2IE d'Ouagadougou, 92 p.
- Lecoq A., 2014. *Etude sur la gestion des déchets d'activités de soins à risques infectieux dans les établissements de santé au Burkina-Faso*, 52 p.

- Lee B., Ellenbecker M., 2012. Alternatives for treatment and disposal cost reduction of regulated medical wastes. *Waste management*, 24 (2) : 143-151
- Lehmann, S., 2011. Optimizing urban material flows and waste streams in urban development through principles of zero waste and sustainable consumption. *Sustainability*, 3, 155–183 pp.
- Lehmann, S., Zaman, A. U., Devlin, J., & Holyoak, N. , 2013. Supporting urban planning of low- carbon precincts: Integrated demand forecasting. *Sustainability*, 5, 5289–5318 pp.
- Leme M. M. V., Rocha M. H., Lora E. E. S., Venturini O. J., Lopes B. M., Ferreira C. H., 2014 Techno-economic analysis and environmental impact assessment of energy recovery from municipal solid waste (MSW) in Brazil. *Resources Conservation and Recycling* 87:8–20.
- Li, R. Y. M., 2010. Traditional Chinese mode of thinking, sustainable development and property management. *Real Estate and Development Economics Research Journal*, 2, 70–86 pp.
- Li. S, Cadet C., Thivel P.X., Delpéch F., 2008. Model and control strategy design of sludge th combustion in an industrial bed combustor, 18 International Congress of Chemical and Process Engineering (CHISA), 24-28 pp.
- Looser, M.-O., Parriaux, A., Bensimon, M., 2009, Landfill underground pollution detection and characterization using inorganic traces, *Water Research* 33 (17), 3609-3616
- Lougoudou C., 2010. Système de gestion des déchets à Kandi. DCAM- BETHESDA, p. 32
- Maaroufi Y., 2014. Gestion écologique des déchets solides médicaux et pharmaceutiques: Cas de l'hôpital Avicenne de Rabat, 1-25 pp.
- Madougou M. I., 2010. Gestion des déchets solides au centre hospitalier universitaire Yalgado Ouedraogo de Ouagadougou : Diagnostic et perspectives de gestion durable. Mémoire présenté en vue d'obtention d'un master en ingénierie de l'eau et de l'environnement, Université de Ouagadougou, 25-42 pp.
- Magda S., 2010. Hospital waste management in El-Beira *Journal of Environmental Management, Governorate*, Volume 91, Issue 3, January–February, Egypt, 618-629 pp.
- Mandal S. K. and Dutta J. , Integrated Bio- 5. Glenn, Mc.R & Garwal, R., 2009. Clinical waste in Medical Waste Management Plan for Patna Developing Countries. An analysis with

a City, Institute of Town Planners, India Journal Case Study of India, and a Critique of the 6-2: 01-25

Manga Blaise, 2009. Etude sur les systèmes appropriés de traitement des déchets médicaux dans le cadre du programme national de développement participatif, 6-16 pp.

Marinković N, Vitale K, Holcer NJ, Džakula A, Pavić T., 2008. Management of hazardous medical waste in Croatia. *Waste Management*; 28: 1049–56

Mastorakis, N.E., Bulucea, C.A., Oprea, T.A., Bulucea, C.A., Dondon, P., 2011. Holistic approach of biomedical waste management system with regard to health and environmental risks. *Development, Energy, Environment, Economics* 5 (3), 287-295

Mathur P.; Patan S., 2012. Need of biomedical waste management system in hospital-an emerging issue review. *Curr World Environ*, 7(1) : 117-124

Mba, R. M.; Ongolo-Zogo, P. & Messi, F., 2013. Pour une répartition et un maintien rationnels des professionnels de santé dans les zones « difficiles d'accès » : une question d'équité dans l'offre des soins au Cameroun In Nkoum (Ed.) *Tropiques Santé : Revue scientifique de l'École des Sciences de la Santé de Université Catholique d'Afrique Centrale*, n° 02, PUCAC, 81- 99 pp.

Mbayé M. F., 2014. Rapport d'étude sur le plan de gestion des déchets biomédicaux au Tchad, 24-56 pp.

Mbog Mbog S., 2013. Evaluation de la gestion des déchets liquides hospitaliers: cas des eaux usées du CHU de Yaoundé. Mémoire présenté en vue d'obtention d'un Master Professionnel en Sciences de l'Environnement, Assainissement et Restauration de l'environnement, Université de Yaoundé I, Cameroun, 25-62 pp.

Mbouna N., 2008. Etude du système de gestion des déchets biomédicaux dans le district sanitaire de Matam (Sénégal) en 2007: aspects techniques, coûts et financement, 10-26 pp.

Meliani, H. Boukaabeche, S. et al., 2009. Les déchets hospitaliers, formation des correspondants d'hygiène, C.H.U de Sétif, 3-6 pp.

Merrild H., Damgaard A., Christensen T. H., 2008. Life cycle assessment of wastepaper management: The importance of technology data and system boundaries in assessing 52:1391–1398.

- Mininni, A. Sbrilli, C. M. Braguglia, E. Guerriero, D. Marani, M. Rotatori, 2007 . Dioxins, furans and polycyclic aromatic hydrocarbons emissions from a hospital and cemetery waste incinerator, *Atmospheric Environment*, 41(38):.8527-8536
- Mohee R., 2005. Medical wastes characterisation in healthcare institutions in Mauritius, *Waste Management* 25 (5): 575–581.
- Mouankié, J. B. et al.,2015. Gestion des déchets biomédicaux à Brazzaville capitale du Congo. *European Scientific Journal*. Edition ,11 (.23): 1857 – 7881
- Murtaza, G., 2012. Solid Waste Management in Khulna City. 1 (1) : 6-15
- Ndiayé D., 2014. La gestion des déchets biomédicaux au Sénégal : un vide juridique à combler, 5-25 pp.
- Ndiayé M., 2012. Gestion des déchets biomédicaux au sein de cinq structures hospitalières de Dakar, Sénégal, 1-9 pp.
- Ndié J., 2015. Étude De La Gestion Des Déchets Hospitaliers Dans Les Structures Sanitaires De Référence De La Région Du Nord-Cameroun. Mémoire présenté pour l’obtention du diplôme de Master en droit de l’environnement, Université de Yaoundé II, 56 pp.
- Ngankem II A. F., 2014. Évaluation de la gestion des déchets biomédicaux liquides dans les centres hospitaliers universitaires du point g et Gabriel Toure. Thèse présenté pour l’obtention du diplôme de Docteur en Médecine, Université de Bamako, 20-40 pp.
- Ngnikam E., 2000. Evaluation environnementale et économique des systèmes de gestion des déchets solides municipaux : cas de Yaoundé au Cameroun. Thèse de doctorat, STB, LAEPSI, INSA, Lyon, 312 p.
- Nicolas J., 2011. Acquisition et traitement des données environnementales, indicateurs de développement durable (DPSIR). Notes de cours ENV2010-1, Université de Liège, 238 p.
- Ntirenganga J. D., 2010. Connaissances, attitudes et pratiques des professionnels de santé sur la gestion des déchets hospitaliers. Mémoire présenté pour l’obtention d'un grade de Licencié en science de la santé, Université Saint Joseph, Campus de Goma, RDC, 10-75. pp.
- Nzamuye W.,2008. CAP sur la Gestion des déchets hospitaliers dans les Fosa de la République du Rwanda, Maitrise en S.P , mémoire inédit, UNR-ESP/Rwanda, pp. 23-40
- Olivier, M.-J. , 2007. Matières résiduelles et 3 RV-E. 2 édition, Lévis (Québec), Les e Productions Jacques Bernier, 249 p.

- Osman D, Bonnet M, Bouferrache K, J. Josserand, 2007. Infections nosocomiales en réanimation. Ed, Paris : Masson ; 2007, 175-93 pp.
- Ouzir, 2008. “Gestion Ecologique des Déchets Solides Industriels : Cas d’étude la ville d’Arzew“, Mémoire pour l’obtention du diplôme de magistère, Spécialité en Gestion des Techniques Urbaines, 42-43 pp.
- Oweis, R., Al-Widyan, M., Ohood Al-Limoon, O., 2009. Medical waste management in Jordan: a study at the King Hussein Medical Center. *Waste Management* 25, 622-625 pp.
- Pandit NA, Tabish SA, Qadri GJ, Mustafa A., 2007. Biomedical waste management in a large teaching hospital. *JK Practitioner*; 14: 57-59
- Pikoń K., 2015. Energetic and environmental evaluation of waste recycling. In: *Handbook of clean energy systems*. Jinyue Yan (ed), 1721-1735 pp.
- Pop I. N., Baciú C., Bican-Brişan N., 2014. Survey of household waste composition generated in Cluj-Napoca, Romania during the summer season. *Environmental Engineering and Management Journal* 14(11):2643-2651.
- Pop I. N., Baciú C., Briciu C., Tofana V., Bican-Brişan N., 2015. Informal sector participation in solid waste management – Study case: Cluj-Napoca, Romania. *Ecoterra - Journal of Environmental Research and Protection* 12(3):36-41.
- Popiţa G. E., 2011. Life cycle assessment (LCA) of municipal solid waste management in Cluj County, Romania. Preliminary Results, *Studia UBB Ambientum*, LVI(2):77-83.
- Rabia M., 2011. Le traitement des déchets hospitaliers et son impact sur l’environnement. Mémoire présenté pour l’obtention du diplôme de Master en génie des procédés, Université de Kasdi Marbah Ouargla, 10-30 pp.
- Rafizul, I.M. Howlader, M.K. and Alamgir, M., 2012a. Construction and Evaluation of Simulated Pilot Scale Landfill Lysimeter in Bangladesh, *Journal of Waste Management*, ScienceDirect, 10.1016/j.wasman.2012.01.020@ 2012 ELSEVIER, 2068- 2079 pp.
- Rafizul, I.M., Risvi, K., Saiful, A. and Alamgir, M., 2012b. Present Scenario of Secondary Disposal Site for Municipal Solid Waste Management in Khulna City and Optimizing Routes for Final Disposal using GIS, *Int. Conf. on Civil Engg. for Sustainable Development*, KUET, Bangladesh, 69 pp.

- Rastogi, V., Rastogi, P., Bhatia, S., 2011. Bacteriological Profile of Biomedical Waste: Management Guidelines. *Journal Indian Academic Forensic Medicine* 33, 0971-0973 pp.
- Rigamonti L., Falbo A., Grosso M., 2013. Improvement actions in waste management systems at the provincial scale based on a life cycle assessment evaluation. *Waste Management* 33:2568–2578.
- Rigamonti L., Grosso M., Giugliano M., 2009. Life cycle assessment for optimizing the level of separated collection in integrated MSW management systems. *Waste Management* 29:934–944.
- Rives J. Rieradevall J., Gabarell X., 2010. LCA comparison of container systems in municipal solid waste management. *Waste Management* 30:949-957.
- Rotatori, 2007. Dioxins, furans and polycyclic aromatic hydrocarbons emissions from a hospital and cemetery waste incinerator, *Atmospheric Environment*,41(38): 8527-8536 pp.
- Rouisse L.,2010. Déchets et sols pollués. In : environnement et santé publique-fondement et pratique, Paris, 397-440 pp.
- Ruoyan G, Lingzhong X, Huijuan L, Chengchao Z, Jiangjiang H, Yoshihisa S et al., 2010. Investigation of health care waste management in Binzhou District, China. *Waste management*; 30: 264- 250.
- Ryan, S. P., Li, X. D., Gullett, B. K., Lee, C. W., Clayton, M., &Touati, A., 2016. Experimental study on the effect of SO₂ on PCDD/F emissions: determination of the importance of gas-phase versus solid-phase reactions in PCDD/F formation. *Environmental science & technology*, 40(22), 7040-7047.
- Sadou B., 2009. Gestion des déchets solides biomédicaux et analyses des risques sanitaires et environnementaux à l'hôpital national de Lamordé de Niamey: Mémoire de fin d'étude de Master d'ingénierie de l'eau et l'environnement Option environnement au 2iE, 65 p.
- Saini S., Nagarajan S., 2015. Knowledge, attitude and practices of bio-medical waste management amongst staff of a tertiary level hospital in India. *J Acad Hosp Administr*, 17 : 1-12
- Samaras, P., Blumenstock, M., Lenoir, D., Schramm, K. W., &Kettrup, A., 2010. PCDD/F prevention by novel inhibitors: addition of inorganic S-and N-compounds in the fuel before combustion. *Environmental science & technology*,34(24), 5092-5096.

- Sandvik et al., 1999. Mathematical modeling of fluidized bed combustion. 4 : N₂O and NO_x emissions from the combustion of char, *Fuel*, 80, 1259-1272 pp.
- Sanogo M, Sokona F, Guindo S, et al., 2007. Contribution à la mise en place d'un système de gestion durable des déchets biomédicaux à l'hôpital Gabriel-Touré (Mali). *Pharm Hosp* 42:143–7
- Saurabh Kumar, Salig Ram Mazta, Anmol K. Gupta, 2014. "Biomedical Solid Waste Management Practices in Major Public Hospitals of Shimla City". *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*; 3 (15): 4075-4083 pp.
- Sengodan V., 2014. Segregation of biomedical waste in a South Indian tertiary care hospital. *J Nat Sci Biol Med*, 5(2) :378-382
- Sharma, 2010. Healthcare liquid waste management. *J Nepal Health. Apr*; 8(1):23-6.
- Shinee, E., Gombojav, E., Nishimura, A., Hamajima, N., Ito, K., 2008. Healthcare waste management in the capital city of Mongolia. *Waste Management* 28, 435-441 pp.
- Slagstad H., Brattebo H., 2012. LCA for household waste management when planning a new urban settlement. *Waste Management* 32:1482–1490.
- Soliman SM, Ahmed AI., 2007. Overview of biomedical waste management in selected Governorates in Egypt: A pilot study. *Waste management*; 27: 1920-1923.
- Stieglitz, L., &Vogg, H., 2016. New aspects of PCDD/PCDF formation in incineration processes. In *Proceedings of the International Workshop on Municipal Waste Incineration*, 1-2 pp.
- Stieglitz, L., Eichberger, M., Schleihauf, J., Beck, J., Zwick, G., & Will, R., 2013. The oxidative degradation of carbon and its role in the de-novo-synthesis of organohalogen compounds in fly ash. *Chemosphere*, 27(1): 343-350.
- Stubenvoll J., Böhmer S. et al. 2012. State of the Art for Waste Incineration Plants. *Umweltbundesamt, Vienna*, 34 p.
- Taillez S., 2011. Gestion des déchets liquides à l'hôpital principal de Dakar, Sénégal. *Rapport de stage*, 70 p.
- Tascione V., Raggi A., 2012. Identification and selection of alternative scenarios in LCA studies of integrated waste management systems: A review of main issues and perspectives. *Sustainability* 4:2430-2442.

- Taucher, J. A., Hannah, D. J., Green, N. J. L., Porter, L. J., Czochanska, Z., & Clunies-Ross, C. M., 2015. PCDD, PCDF and PCB emissions under variable operating conditions from a waste oil furnace. *Chemosphere*, 25(7): 1429-1433.
- Toniolo S., Mazzi A., Niero M., Zuliani F., Scipioni A., 2013. Comparative LCA to evaluate how much recycling is environmentally favourable for food packaging. *Resources, Conservation and Recycling* 77:61–68.
- Traoré H., 2008. Contribution à l'amélioration de la gestion des déchets biomédicaux dans le centre de santé de référence de la commune V du district de Bamako. Mémoire de fin de 3cycle .Institut supérieur de management de la santé. Dakar (Sénégal) 156p.
- Tsakona M, Anagnostopoulou E, Gidaracos E., 2007. Hospital waste management and toxicity evaluation: A case study. *Waste management*; 27: 912-920
- Tuppurainen, K., Asikainen, A., Ruokojärvi, P., & Ruuskanen, J., 2013. Perspectives on the formation of polychlorinated dibenzo-p- dioxins and dibenzofurans during municipal solid waste (MSW) incineration and other combustion processes. *Accounts of chemical research*, 36(9) : 652-658.
- Van Coillie, R. et Laquerre, M. (2013). Critères et risques du cadmium et des dioxines et furannes chlorés des matières résiduelles fertilisantes au Québec. *Vecteur Environnement*, 36 (1) : 22-33
- Van den Berg, M., Birnbaum, L., Bosveld, A. T., Brunström, B., Cook, P., Feeley, M., ...& Zacharewski, T., 2008. Toxic equivalency factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wildlife. *Environmental health perspectives*, 106(12): 775
- Vermeulen, I., Van Caneghem, J., & Vandecasteele, C., 2014. Indication of PCDD/F formation through precursor condensation in a full- scale hazardous waste incinerator. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 16(1): 167-171
- Vikelsøe, J., Madsen, H., & Hansen, K., 2014. Emission of dioxins from Danish wood-stoves. *Chemosphere*, 29(9) : 2019-2027.
- Wansi N., 2015. Mise en place des structures de pré collecte et de traitement des déchets solides urbains dans une capitale tropicale: cas de Yaoundé, Cameroun. D05, Programme de gestion durable et de l'assainissement urbain, Rapport final, 184 p.
- Watson, P., Adegbembo, A. et Lugowski, S., 2012. A study of the fate of mercury from the placement and removal of dental amalgam restorations, Royal College of Dental Surgeons, Toronto, part 1, 16-21 pp.

- Weber, R., Sakurai, T., Ueno, S., & Nishino, J., 2012. Correlation of PCDD/PCDF and CO values in a MSW incinerator—indication of memory effects in the high temperature/cooling section. *Chemosphere*, 49(2): 127-134.
- Wilcox-Gok, V., 2012. The Effects of For-Profit Status and System Membership on the Financial Performance of Hospitals. *Applied Economics* 34 (4): 479-489.
- Williams P., 2005. Waste Treatment and Disposal, 2nd edn West Sussex, John Wiley and Sons, England, 10 p.
- Wilson DC, Rodic L, Cowing MJ, Velis CA, Whiteman AD, et al., 2015. Waste-aware benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities. *Waste Manag* 35: 329-342.
- Wilson, K. M., Jonathan, D. K., 2010. Adolescents Who Use the Emergency Department as Their Usual Source of Care. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine* 154 (4): 361– 365.
- Yacine E. et Abbas E., 2015. Gestion écologique des déchets solides médicaux et pharmaceutiques : Cas de l'hôpital Avicenne de Rabat. Mémoire de fin d'étude, Université Ibn Tofail de Maroc, 87 p.
- Yaya S., 2011. Problématique de la gestion des déchets biomédicaux en commune IV du district de Bamako. Thèse de médecine, 107p.
- Yong Z, Xiao G, Guanxing W, Tao Z, Dawei J., 2009. Medical waste management in China: A case study of Nanjing. *Waste management*; 28: 1376-1382.
- Yong-Chul J., Cargro L., Oh-Sub Y. and Hwidong K., 2010. Medical waste management in Korea. *Journal of environmental management*, 80(4):107-115.
- Zelman, W.N., Pink, G.H., Matthias, C.B., 2013. Use of the Balanced Scorecard in Health Care. *Journal of Health Care Finance* 29 (4): 1-16
- Zoulikifouli R., 2012. Amélioration de la logistique de gestion des déchets solides de soins infectieux à l'hôpital central de Dakar. Mémoire de fin d'étude, université de Dakar, 103 p.

ANNEXES

Annexe. 1. Questionnaire de recherche.

UNIVERSITE DE YAOUNDE I
UNIVERSITY OF YAOUNDE I



FACULTE DES SCIENCES
FACULTY OF SCIENCE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VEGETALES
DEPARTMENT OF PLANT BIOLOGY

FILIERE : Biologie des Organismes Végétaux

Option: Biotechnologies Végétales

QUESTIONNAIRE DE RECHERCHE

Selon la loi N° 91/1023 du 16 décembre 1991 portant réglementation sur les recensements et enquêtes statistiques, les informations recueillies au cours de cette enquête sont strictement confidentielles et ne peuvent en aucun cas être utilisées à des fins de contrôle ou de répression économique.

Nom de l'enquêteur : MBOG MBOG SEVERIN (Doctorat en Santé et Environnement)

Questionnaire déchets solides

Evaluation des conditions de gestion des déchets solides hospitaliers : cas.....

Identification de l'établissement

Région.....

Département-----

District de santé-----

Structure-----

Responsable-----

Organisation

Combien y a-t-il de services / spécialités dans votre formation sanitaire ?.....

Quelle est la capacité de votre formation sanitaire en termes de nombre de lits-----

Quel est l'effectif du personnel.....

Le comité d'hygiène hospitalière est-il fonctionnel ?

Oui=1 Non=0

Les cahiers de charge sont-ils à jour ?

OUI=1 Non =0

Connaissez-vous la réglementation en matière de traitement des déchets solides hospitaliers ?

Oui=1 non = 0

Quels sont les procédures et les mécanismes choisis dans la gestion des déchets hospitaliers

Avez-vous procédé à une étude sur l'estimation quantitative des déchets solides médicaux et

De votre établissement ?

oui = 1 non = 0 [__]

Si oui pouvons-nous avoir ces données ?.....

oui = 1 non = 0 [__]

Ressources humaines impliquées dans la gestion des déchets

L'établissement a-t-il désigné une/des personnes responsable(s) des déchets solides hospitaliers ?

oui = 1 non = 0 [__]

Si oui, quelle est sa qualification générale et le niveau de formation de la / des personnes responsables

.....
.....
.....

Ont-ils reçue une formation sur la gestion de déchets ?

Oui=1 non=0

Oui=1 Non=0

Ont-ils reçu des formations de renforcement de capacités dans ce domaine ?

Oui=1, non=0

Des formations sont t-elles organisées pour les nouveaux collaborateurs ?

Oui=1 Non=0

Mesures de Protection

Le personnel impliqué dans la gestion des déchets solides hospitaliers Dispose-t-il des équipements de protection individuels suivants ?

Les gants OUI=1 non=0

Blouse Oui=1 non=0

Bottes Oui=1 Non=0

Désinfectant Oui=1 Non=0

Les gants sont-ils systématiquement portés lors du contact avec les déchets ?

Oui =1 Non=0

Le lavage adéquat des mains est-il systématiquement appliqué

Oui=1 Non=0

Tout le personnel est-il vacciné contre l'hépatite A, B et le tétanos

Oui =1 Non =0

Gestion des déchets solides hospitaliers

Quels types de déchets produisez-vous dans votre établissement ?.....

.....
.....

Quel est leur mode de gestion-----

Combien y a-t-il de poubelles par service.....

Conditions de tri , collecte, conditionnement , transport, traitement , élimination des déchets solides hospitaliers:

I. Le tri et conditionnement

Quel matériel de tri et de pré collecte utilisez-vous dans votre établissement-----

-Boite de sécurité

-Poubelle en salle

-poubelle à la sortie de la salle

-poubelle munie de plastique

Y'a-t-il des conteneurs ou des sacs plastiques partout où les déchets sont produits ?

Oui=1 Non=0

Le tri est-il effectif dans chaque service

Oui=1 Non=0

Si oui

Existe-t-il une séparation entre les déchets solides médicaux et les déchets

Assimilables aux déchets ménagers (non contaminés) au sein de l'établissement ?

oui = 1 non = 0 []

Un rappel est-il donné à tous les collaborateurs concernant le tri des déchets ?

Oui=1 Non=0

Existe-t-il des conditionnements particuliers dotés d'un marquage apparent pour les déchets

Contaminés ?

oui = 1 non = 0 []

Si oui, pour les déchets suivants ?

- Aiguilles, seringuesoui = 1 non = 0 []

- Objets tranchantsoui = 1 non = 0 []

- Autres (à préciser)oui = 1 non = 0 []

- L'établissement est-il équipé de matériel de conditionnement des déchets de type suivant :

- Les sacs en plastique.....oui = 1 non = 0 []

- Les poubelles oui = 1 non = 0 []

- Les Boîtes de sécurité.....Oui=1 Non= 0

- Autres (préciser) oui = 1 non = 0 []

.....

Si oui, préciser les capacités du matériel de conditionnement :

- Sacs en plastiques

- Poubelles.....

- Autres (préciser)

- Les poubelles sont-elles lavées et désinfectées périodiquement. ?

oui = 1 non = 0 [__]

Préciser la fréquence :

Quelle est la destination des conditionnements ?

1 = vers déchets contaminés [__]

2 = vers déchets assimilables aux ordures ménagères [__]

II Collecte , Stockage et transport in situ

Quel matériel de collecte externe commun aux unités de soin utilisez-vous dans votre établissement ?

-Bac de collecte par service ou bâtiment

-Bac d'évacuation

Les déchets sont-ils collectés régulièrement ?

Oui=1 Non=0

Si oui à quelle fréquence ?

Existe-t-il des portes poubelles (chariots) adéquates pour la collecte et le transport

Interne (ou intra hospitalier) des déchets

oui = 1 non = 0 [__]

Les portes poubelles sont-elles lavées et désinfectées périodiquement. ?

oui = 1 non = 0 [__]

Préciser la fréquence :

L'établissement dispose-t-il d'un dispositif de neutralisation / désinfection des déchets ?

Oui=1 Non=0

- Le stockage des déchets solides médicaux dans la zone de stockage au sein

de l'unité de soins est-il au maximum égal à :

1 = 24 heures ?

2 = 48 heures ?

3 = 72 heures ?

4 = + de 72 heures ? [__]

Disposez-vous d'un local de stockage spécialement aménagé à cet effet

Oui=1 Non=0

Si oui le local respecte-t-il les normes d'hygiène ?

Que deviennent les récipients de collecte

- Evacués avec les déchets
- Réutilisé après nettoyage
- Réutilisé sans nettoyage
- Qui transporte les déchets jusque qu'au lieu de traitement ?.....

- Quels sont les problèmes rencontrés dans l'établissement pour la collecte intra hospitalière des déchets solides médicaux

.....
.....
.....

III. Traitement des déchets in situ (dans l'enceinte de l'établissement)

L'établissement utilise-t-il des autoclaves pour traiter les déchets

OUI=1 Non=0

- Traiter vous certains déchets in situ ?

oui = 1 non = 0 [__]

Si oui, quels types de déchets ?.....

Quel est le mode de traitement utilisé.....

- L'incinération ;
- L'enfouissement ;
- Autres à préciser.

Quels sont les risques liés au système actuel

L'établissement dispose-t-il d'un dispositif de neutralisation / désinfection des déchets ?

Oui=1 Non=0

Dans le cas de l'incinération préciser :

•La marque de l'incinérateur :.....

La capacité en kg/heure :.....

La date de mise en fonctionnement :.....

Le devenir des produits de l'incinération..... :

Recevez-vous des déchets étrangers à votre activité ?

oui = 1 non = 0 [__]

Si oui

D'autres établissements de soins [__]

D'autres professionnels de santé [__]

Autres (préciser) [__]

.....

- La capacité de votre appareil d'incinération satisfait-il vos besoins ?

oui = 1 non = 0 [__]

IV. Elimination à l'extérieur de l'établissement :

Déchets contaminés.....

Dans le cas de traitement à l'extérieur du site :

Qui transporte les déchets vers le lieu de traitement ou d'élimination ?

- l'établissement lui-même 1
- les services communaux 2
- une société spécialisée 3
- autres (préciser) 4 [__]

Ces personnes disposent-elles des équipements de protection ?

Oui=1 Non=0

Si oui, préciser lesquels ?.....

Quelle est la fréquence des collectes ?.....

Y a-t-il un contrat entre votre établissement et l'éliminateur ?

- oui = 1 non = 0 [__]

- Connaissez-vous le mode de traitement ou d'élimination de vos déchets contaminés ?

oui = 1 non = 0 [__]

Si oui, préciser le mode :

Incinération (Traitement) 1

Broyage – désinfection (Traitement) 2

Décharge contrôlée (Elimination) 3

Décharge sauvage (Elimination) 4

Autres (préciser) 5 [__]

Indiquer le lieu :.....

Avez-vous une idée du coût du traitement ?

Oui=1 non=0

Avez-vous des remarques personnelles ou des suggestions dont vous aimeriez nous faire part ?.....
.....
.....

V. Questions générales :

- Avez-vous procédé à une étude sur l'estimation quantitative des déchets solides médicaux et de votre établissement ?

oui = 1 non = 0 [__]

Si oui pouvons nous avoir ces données ?.....

oui = 1 non = 0 [__]

Personnels impliqués dans la gestion des déchets solides hospitaliers

- L'établissement a-t-il désigné une personne responsable des déchets solides médicaux

oui = 1 non = 0 [__]

Si oui, quelle est sa qualification générale et le niveau de formation de la / des personnes responsables
.....
.....
.....

-A-t-elle reçue une formation sur la gestion de déchets ?

Oui=1 non=0

V- Impacts environnementaux et sanitaires

V-1 Impacts environnementaux

Connaissez-vous les problèmes environnementaux suivants dans votre quartier?

- 1. Encombrement [__] 2. Pollution des eaux [__] 3. Dégagement des gaz toxiques [__]
- 4. Inondation [__] 5. Nuisance olfactive (mauvaise odeur) [__]

Ces problèmes sont-ils dus à:

1. Mauvaise gestion des déchets (ordures ménagères) 2. Autres

V.2 Impacts sanitaires

Connaissez-vous la prolifération des agents suivants :

1. Prolifération des moustiques 2. Prolifération des mouches 3. Prolifération des insectes (cafards) et de rongeurs (rats)

Connaissez-vous ces maladies dans votre quartier/ ménage:

1. Choléra 2. Paludisme 3. Tétanos 4. Rage 5. Fièvre Typhoïde
6. Autres 7. Dysenterie

Ont-elles pour cause la mauvaise gestion des ordures ménagères ?

1. Mauvaise gestion des déchets 2. Autres

VI-Questions générales :

- Avez-vous procédé à une étude sur l'estimation quantitative des déchets solides médicaux et de votre établissement ?

Oui = 1 Non = 0

Si oui pouvons-nous avoir ces données ?.....

Oui = 1 Non = 0

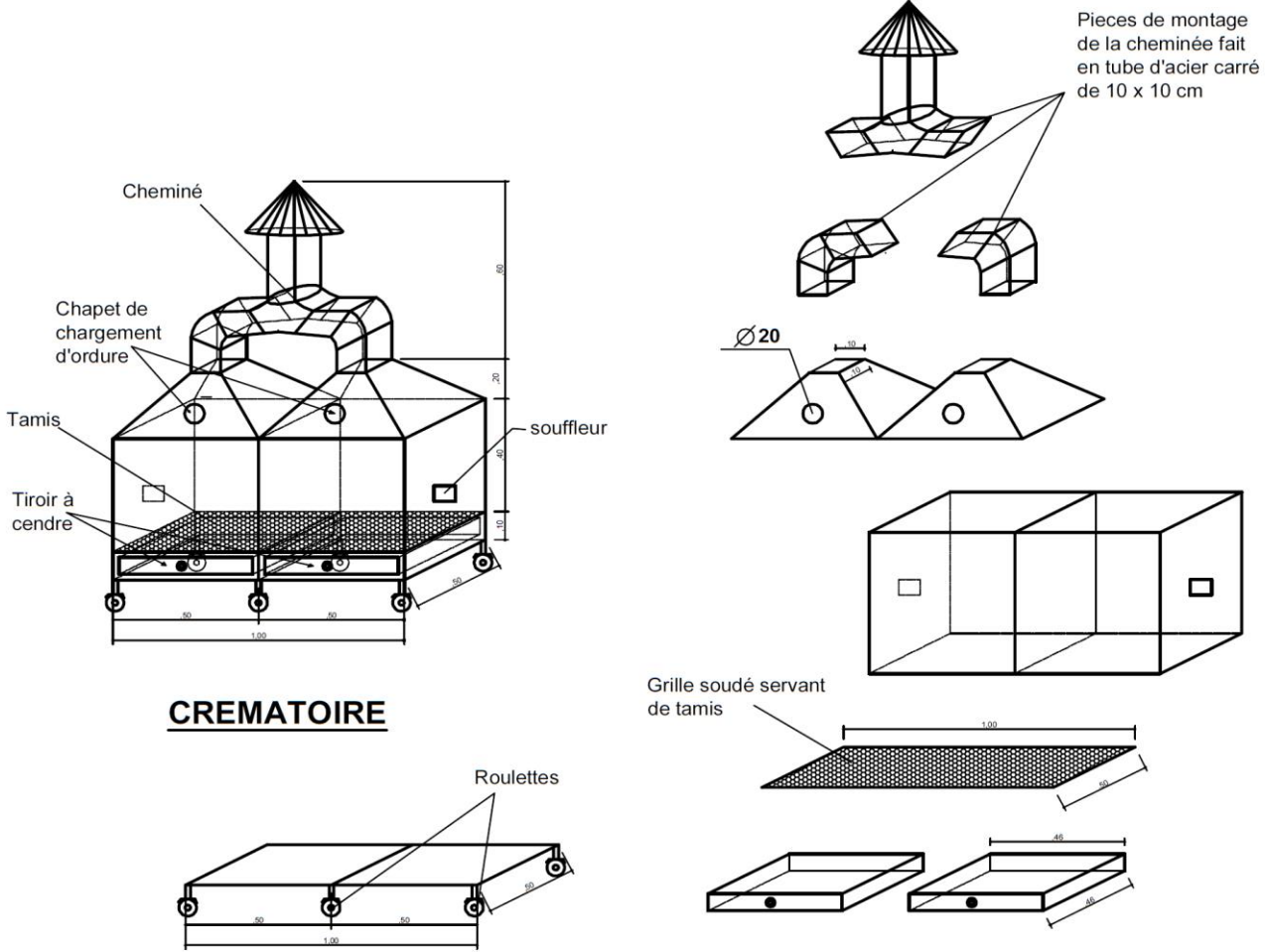
Annexe.2. Grille d'observation.

N.B : les informations recueillies dans ce questionnaire sont strictement confidentielles et ne serviront qu'à des usages statistiques pour les besoins du mémoire de thèse de fin d'étude en Science de l'Environnement. Les résultats globaux seront représentés dans le rapport final sous une forme agglomérée (aucun nom ne sera cité individuellement).

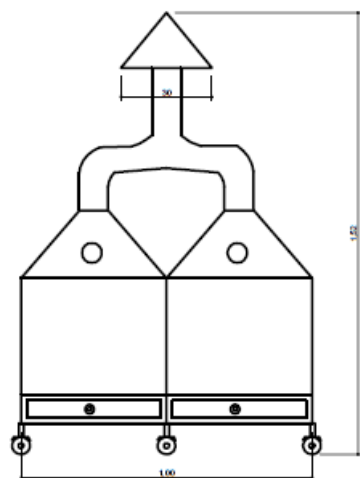
N°	Observations	Oui	Non	Remarques
	Faites-vous des conditionnements particuliers dotés d'un marquage apparent, pour les déchets contaminés dans votre service ?			
	Existe t-il des protocoles sur la gestion des déchets hospitaliers dans votre service ?			
	Est-ce que vous séparez les déchets souillés et les déchets non souillés après un soin?			
	Est-ce que vous vérifiez toujours la disponibilité en matériels nécessaire pour le tri, le conditionnement et la collecte des déchets de soins (poubelles, sacs, conteneurs) avant toute activité ?			
	Disposer-vous des critères, indicateurs et paramètres précis érigés en protocoles écrits et affichés dans le service pour effectuer une séparation systématique entre les déchets solides à risques et les déchets solides sans risques?			
	Vos conteneurs existants ou sacs de collectes réutilisables pour le tri de vos déchets solides sont-ils lavés et désinfectés régulièrement ?			
	Disposez-vous de chariots de collecte de vos déchets solides utilisés pour le déplacement de ces derniers du lieu de production au lieu de stockage ?			

	Disposez-vous d'un local de stockage spécialement aménagé à cet effet ?			
	Vos déchets solides sont-ils traités avant d'être éliminés ?			
	Actuellement, existe-t-il des moyens utilisés dans le service pour traiter des déchets solides hospitaliers ?			

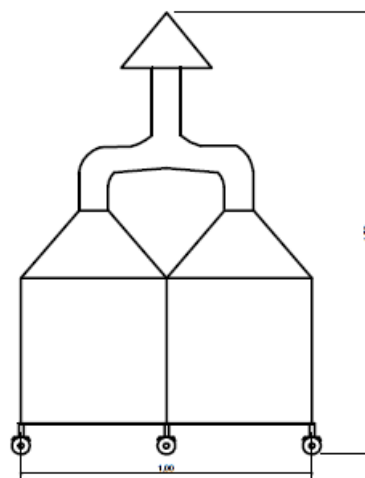
Annexe 2 : Modélisation en 2D de l'incinérateur artisanal.



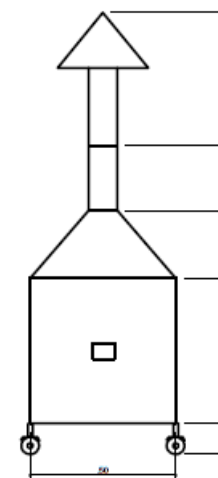
Annexe 3 : Présentation cavalière de la modélisation en 2D de l'incinérateur artisanal.



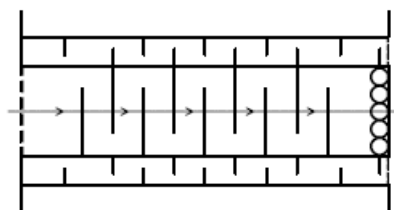
VUE DE FACE



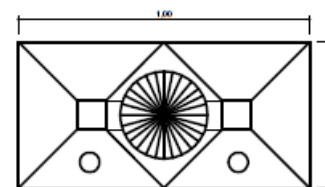
VUE ARRIERE



VUE DE
PROFIL



COUPE DE LA CHEMINE



VUE DE DESSUS

Annexe 4 Vue d'ensemble d'un incinérateur des DBMS artisanal amélioré.



Annexe 5 : Fonction du coût de traitement des déchets hospitaliers (Sandvik et al. ; 1999)

Procédés	Fonction (Coût en Franc CFA)	Quantité (Kg/Jr)
Tri	100	1
Conditionnement	200	1
Collecte	25	1
Stockage intermédiaire	100	1
Stockage central	300	1
Incinération	1000	25
Entretien et Maintien	3% des équipements	/

Annexe 6: Certificat et extrait d'articles scientifiques publiés.





www.sama.co.in
(Jabalpur Management Association)
(Registered Society Under Society Act 1973)

Global Journal of Multidisciplinary Studies (ISSN No. 2348-0459)
 Available online at – <http://www.gjms.co.in>
 Impact Factor 2.389

CERTIFICATE

This is to certify that our Editorial, Advisory and Review Board accepted research paper of Prof./Dr./Shri/Smt./Ku **MBOG MBOG SEVERIN**, From “Ph.D Student En Santé Et Environnement Université Of Yaounde I ” The Title of the paper is “**ÉVALUATION DU SYSTEME DE TRAITEMENT DES DECHETS BIOMEDICAUX SOLIDESDANS CERTAINES FORMATIONS SANITAIRES DE QUATRIEME, CINQUIEME ET SIXIEME CATEGORIESAU CAMEROUN. ASSESSMENT OF THE SYSTEM OF TREATMENT OF THE SOLID BIOMEDICAL WASTE IN SOME SANITARY FORMATIONS OF FOURTH, FIFTH AND SIXTH CATEGORIES IN CAMEROON** ”. This is original and innovative. It is double blind peer reviewed. This paper has been published on 28, February 2017.

Date: 28, February 2017


 Mr. Anil Mehra
Publisher & Editor In Chief





South Asia
 Management Association
 www.sama.co.in
(Jabalpur Management Association)
(Registered Society Under Society Act 1973)

Global Journal of Multidisciplinary Studies (ISSN No. 2348-0459)
 Available online at – <http://www.gjms.co.in>
 Impact Factor 2.389

CERTIFICATE

This is to certify that our Editorial, Advisory and Review Board accepted research paper of Prof./Dr./Shri/Smt./Ku **MBOG MBOG SEVERIN, From “Ph.D Student En Santé Et Environnement Université Of Yaounde I”**. The Title of the paper is **“ETAT DES LIEUX SUR LA GESTION DES DECHETS BIOMEDICAUX SOLIDES DANS LES FORMATIONS SANITAIRES DANS CERTAINES REGIONS DU CAMEROUN (NORD, ADAMAOUA, EST ET NORD-OUEST) : IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX”**. This is original and innovative. It is double blind peer reviewed. This paper has been published on 31, January 2017.


 Mr. Anil Mehra
Publisher & Editor In Chief

Date: 31, January 2017

Annexe 7: Publication d'un livre sur les impacts et risques sanitaires liés à la gestion des déchets biomédicaux

Les déchets biomédicaux (DBM) constituent un problème sanitaire et environnemental. Aussi, une étude a été menée pour élaborer un système de gestion des déchets biomédicaux dont la mise en œuvre permettra d'améliorer la santé publique, tout en respectant les préoccupations environnementales, techniques et socioculturelles. Il s'agit d'une étude transversale descriptive qui s'est déroulée du 16 au 31 Janvier 2016. Les déchets biomédicaux, au même titre que les déchets de type ménagers ou autres, connaissent une production sans cesse croissante dans tous les pays et leurs dangers augmentent proportionnellement à la quantité produite. Une gestion convenable de ce type de déchets, en vue d'une élimination qui minimise les risques pour la santé et l'environnement, représente un coût élevé, ce qui accentue les problèmes dans les pays en voie de développement. Cependant, le manque de moyens ne doit pas servir d'excuse pour l'inaction et la situation sanitaire relative aux déchets biomédicaux pourrait progresser positivement avec une meilleure prise de conscience des intervenants locaux et une amélioration de leur gestion.

Séverin Mbog Mbog a obtenu un master en sciences de l'environnement, qu'il poursuit dans le cadre d'une thèse en Santé et Environnement. Professionnel, ses principaux domaines de compétence sont la planification stratégique et opérationnelle, la gestion du développement dans les organisations, le traitement des déchets, la cartographie et autres.



978-3-639-62103-7



ÉDITIONS
UNIVERSITAIRES
EUROPÉENNES



Séverin Mbog Mbog
Pierre Djocgoué
martin Bell

Impact et risque sanitaire lié à la gestion des déchets biomédicaux

Gestion des déchets biomédicaux solides

Annexe 8: Demande de subvention pour le brevet invention d'un incinérateur artisanal amélioré pour la gestion des déchets biomédicaux par MINMIDT.

REPUBLIC OF CAMEROON
Peace-Work-Fatherland

MINISTRE DES MINES, DE L'INDUSTRIE
ET DU DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE

SECRETARIAT GENERAL

DIRECTION DU DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE
ET DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE

SOUS-DIRECTION DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE

SERVICE DES BREVETS ET DES SIGNES DISTINCTIFS

003648
L/MINMIDT/SG/DDTP/SDPI/SSD/11

REPUBLIC OF CAMEROON
Peace-Work-Fatherland

MINISTRY OF MINES, INDUSTRY AND
TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT

SECRETARIAT GENERAL

DEPARTMENT OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT
AND INDUSTRIAL PROPERTY

SUB DEPARTMENT OF INDUSTRIAL PROPERTY

PATENTS AND DISTINCTIVE SIGNS UNIT

Yaoundé, le OCT 31 2017

LE MINISTRE
MONSIEUR LE DIRECTEUR GENERAL DE L'ORGANISATION
AFRICAINNE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE (OAPI)
B.P : 887 YAOUNDE

Objet : Demande de subvention pour un dépôt de brevet d'invention

Monsieur le Directeur Général,


En application de la résolution N° 16 de la 40^{ème} Session Ordinaire du Conseil d'Administration de l'OAPI, relative à la révision du système des subventions des demandes de brevets en faveur des déposants économiquement faibles originaires des Etats membres,

J'ai l'honneur de vous transmettre, ci-joint, la demande de brevet introduite par MM. BOG BOG Séverin, EBHA Passalet Juliette, KANGUE Ferreri Julio, IMOMA Marthe, BIDIAS Jacob, MONTANG NKONO Joseph, qui ont mis au point un produit dénommé : «Incinérateur pour le traitement des déchets biomédicaux solides».

Les intéressés ont versé dans le compte de l'Organisation, la somme de vingt deux mille cinq cent (22 500) francs CFA, représentant 10% du taux en vigueur de la taxe de dépôt, comme condition d'acceptation de leur demande.

Je vous prie de croire, Monsieur le Directeur Général, à l'assurance de ma parfaite considération. /-

P.J : 01 dossier


Ernest GBWABOUBOU

Annexe 9. Fonctions de coût de traitement des déchets biomédicaux solides (Daoudi, 2008).

Procédé	Fonction (coût en Franc CFA)	Tonnages (m ³ /jour)
Tri	1.400	1,17
Collecte	768.000	0,49
Transport	5.300	1,04
Stockage intermédiaire	68.200	0,87
Stockage final	65.000	0,92
Traitement	72.800	0,84
Elimination	10.600	1,01