

Évaluation des Pratiques de Gestion des Déchets Biomédicaux à Bobo-Dioulasso, Burkina Faso : Une Approche Scientifique

Evaluation of Biomedical Waste Management Practices in Bobo-Dioulasso, Burkina Faso: A Scientific Approach



| Wendsom Osée OUEDRAOGO ^{1,2,5*} | Alain P.K. GOMGNIMBOU ^{2,5} | Hamadé SIGUE ³ | Michel GOMGNIMBOU ⁴ | Ibrahim SANGARE ⁴ | et | Hassan B. NACRO ⁵ |

¹ Ecole Nationale des Eaux et Forêt (ENEF), Bobo Dioulasso | Burkina Faso |

² Centre National de la recherche Scientifique et Technologique | Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) | Station de Farako-Bâ, Bobo-Dioulasso | Burkina Faso |

³ Centre National de la recherche Scientifique et Technologique | Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Station de Saria, Koudougou | Burkina Faso |

⁴ Institut Supérieur des Sciences de la Santé | Université Nazi, Bobo-Dioulasso | Burkina Faso |

⁵ Université Nazi BONI | Institut du Développement Rural (IDR) | Laboratoire LERF, Bobo Dioulasso | Burkina Faso |

| DOI: 10.5281/zenodo.10442910 | | Received November 24, 2024 | | Accepted November 28, 2023 | | Published January 02, 2024 | | ID Article | Osée-Ref2-6-17ajiras241223 |

RESUME

Introduction: L'adoption de bonnes pratiques de gestion des déchets biomédicaux (DBM) confère des avantages significatifs aux établissements qui les génèrent. **Objectifs:** Cette étude vise à analyser les pratiques de tri, de collecte, de stockage, de transport et d'élimination des DBM dans la ville de Bobo-Dioulasso. **Méthodes:** Un échantillon de cent quatre (104) établissements sanitaires publics et privés (ESPP) a été sélectionné pour cette étude. Une grille de collecte des données a été élaborée en croisant les recommandations des organismes internationaux avec le référentiel national guidant la gestion des DBM. **Résultats:** Les résultats révèlent que le tri systématique est adopté par plus de 40 % des établissements. Par ailleurs, 35 % pratiquent l'enlèvement par chariots non couverts, que ce soit à traction asine ou motorisée, et plus de 29 % effectuent l'enlèvement manuellement. La durée moyenne du délai d'enlèvement des poubelles est de 63 heures, soit environ 2 jours et demi. L'étude confirme également la corrélation entre la fraction des piquants/tranchants (fp) et la pratique du tri ($R^2=74$; coefficient=0,86), démontrant que plus les ESPP adoptent le tri, moins ils produisent de piquants et de tranchants, considérés comme les fractions les plus dangereuses des DBM. Enfin, les composants présents dans les cendres d'incinération dépendent de la technologie de combustion et/ou d'incinération adoptée. De plus, une incinération réalisée avec une technologie de chambre double de combustion entraîne une concentration des métaux dans les cendres plutôt que leur volatilisation dans l'air. **Conclusions:** Il est recommandé d'évaluer les niveaux de performance des systèmes, ce qui pourrait contribuer à enrichir le référentiel national des bonnes pratiques de gestion des DBM au Burkina Faso.

Mots clés : Déchets Biomédicaux, Pratiques, Tri, Collecte, Incinération.

ABSTRACT

Introduction: The adoption of good practices in the management of biomedical waste (BMW) provides significant benefits to the establishments that generate them. **Objectives:** This study aims to analyze the practices of sorting, collection, storage, transportation, and disposal of BMW in the city of Bobo-Dioulasso. **Methods:** A sample of one hundred and four (104) public and private health facilities (PPHF) was selected for this study. A data collection grid was developed by cross-referencing recommendations from international organizations with the national framework guiding BMW management. **Results:** The results reveal that systematic sorting is adopted by more than 40% of establishments. Additionally, 35% practice uncovered cart removal, whether by donkey or motorized traction, and over 29% perform manual removal. The average duration of the garbage collection delay is 63 hours, approximately 2 and a half days. The study also confirms the correlation between the fraction of sharps/pointed objects (fp) and sorting practices ($R^2=74$; coefficient=0.86), demonstrating that the more PPHFs adopt sorting, the less they produce sharps and pointed objects, considered the most dangerous fractions of BMW. Finally, the components present in incineration ashes depend on the combustion and/or incineration technology adopted. Moreover, incineration carried out with double combustion chamber technology results in a concentration of metals in the ashes rather than their volatilization into the air. **Conclusions:** It is recommended to assess the performance levels of systems, which could contribute to enriching the national framework for good BMW management practices in Burkina Faso. **Keywords:** Biomedical Waste, Practices, Sorting, Collection, Incineration.

Keywords: biomedical waste, practices, sorting, collection, incineration.

1. INTRODUCTION

Les pratiques de gestion des déchets biomédicaux (DBM), englobant l'ensemble des activités encadrant le tri, la collecte, le stockage, le transport et l'élimination, se heurtent à de nombreuses difficultés au sein des structures qui les génèrent [1,2,3,4,5]. Des recommandations sur les bonnes pratiques associées ont été formulées par des organismes

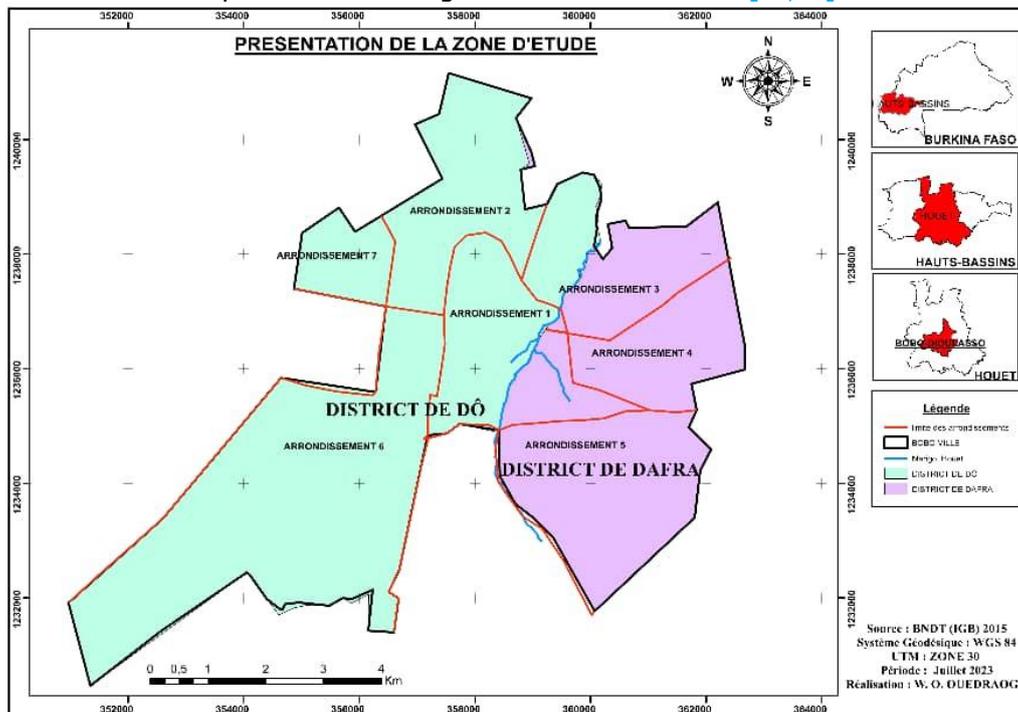
internationaux pour orienter la mise en œuvre de ces activités [6,7,8,9]. Malgré l'existence de ces recommandations dans ces guides, de nombreux systèmes de gestion des DBM peinent à les appliquer. En effet, plusieurs études ont souligné que les acteurs de la gestion adoptent rarement le tri des déchets, ne respectent pas la fréquence recommandée pour la collecte, utilisent un matériel de transport inadapté, et le processus de traitement et d'élimination ne tient pas compte de la sécurité des personnes et de l'environnement [10,11,12]. Les quantités de déchets à caractère dangereux produites posent un problème d'espace pour un stockage et une élimination sécurisés [13]. De plus, leur élimination par brûlage à ciel ouvert ou par incinération produit des cendres contenant des métaux lourds [14].

Au Burkina Faso, il est constaté de manière générale que les pratiques de gestion ne sont pas conformes aux recommandations édictées par les organisations internationales en la matière [15]. Les enquêtes menées auprès de 98 établissements à travers le territoire national, conformément au décret N°2008-009/PRES/PM/MS/MECV du 10 janvier 2008 portant organisation de la gestion des déchets biomédicaux (DBM) au Burkina Faso, ont révélé que seulement 31,63% respectent le système de tri recommandé. Plus de la moitié des établissements ne disposent pas de moyens de collecte sécurisée ; seulement 15,31% disposent d'un local de stockage sécurisé ; plus de 80% utilisent des moyens de transport à risque (mains nues et brouettes), et plus de 55% ne parviennent pas à incinérer les DBM en toute sécurité [16]. Des études ont mis en évidence que ces pratiques défectueuses compromettent le niveau d'implication des acteurs dans la gestion des DBM et génèrent des risques pour leur santé ainsi que pour l'environnement [17,18]. L'objet de la présente étude est d'analyser les pratiques des systèmes de gestion des DBM de la collecte à l'élimination dans la ville de Bobo-Dioulasso afin de déterminer les avantages d'une bonne application des recommandations.

2. METHODOLOGIE

2.1. Sites de l'étude

Les sites sont localisés dans la commune de Bobo-Dioulasso et l'étendue est l'ensemble des (07) arrondissements (carte 1) de la ville de Bobo-Dioulasso réparties dans deux grands districts sanitaires [19,20].



Carte 1 : Site de l'étude.

2.2. Structures cibles de l'étude

Les structures sont constituées des établissements sources de production des DBM de la ville de Bobo-Dioulasso. Ce sont : les Centres Hospitaliers Universitaires (CHU), les Centres Médicaux avec Antenne Chirurgicale (CMA), les Centres de Santé et de Promotion Sociale (CSPS), les Établissements de Soins Privés Hospitaliers (ESPH), les Établissements de Soins Privés Non hospitaliers (ESPNH), les Officines, les Établissements de Recherche et de Formation (ERF) et les Établissements de Soins de Santé Animale (ESSA). Au total cent quatre (104) établissements composés par catégories de sources de production des DBM ont été enquêtés. La taille des établissements de l'enquête a été déterminée en application de la formule empirique de Anderson et al. (2015) [21]

$$n = \frac{\left(\frac{Z\alpha}{2}\right)^2 P(1-P)}{e^2} \quad (1)$$

En substituant les valeurs suivantes :

P = Proportion (17,49%) ;
 e = marge d'erreur (6%) ;
 Intervalle de confiance = 95% ;
 $Z_{\alpha/2}$ = 1,96 ;

La taille de notre échantillon est de $N = 226$.

2.3. Collecte et traitement données

2.3.1. Etablissement des critères spécifiques des variables retenues

La grille de collecte des données a été conçue sur la base de l'analyse croisée des recommandations des organismes internationaux et avec le référentiel au niveau national en charge de guider la gestion des DBM [6,7,8,9-22]. L'évaluation a consisté à vérifier l'effectivité par « OUI » ou par « NON » la mise en œuvre de la recommandation. C'est une approche adaptée car utilisée par plusieurs auteurs dans l'évaluation des pratiques de gestion des DBM [1-5]. Les étapes et les critères spécifiques qui ont concerné la collecte des données sont répertoriés dans le tableau 1.

Tableau 1: étapes et critères spécifiques des variables retenues pour les pratiques de gestion des déchets biomédicaux.

Etapes	Action/Pratique évaluée	Réponse attendue
Tri et conditionnement	Tri systématique	Oui/Non
	Existence de système de codage	Oui/Non
	Disponibilité de boîte de sécurité	Oui/Non
Collecte	Nombre de poubelles	Oui/Non
	Fréquence d'enlèvement	Oui/Non
stockage et transport vers l'élimination	Existence de lieu de stockage sécurisé	Oui/Non
	Moyens de transport utilisés.	Oui/Non
Elimination	Prise en charge de l'élimination par un prestataire	Oui/Non
	Mode d'élimination	Oui/Non

Sources : construction adaptée de PNUJ (1989); PNUJ & WHO (2005); USAID (2014); OMS (2017) ; MS (2017) [6-9,22].

Dans la ville de Bobo-Dioulasso, les modes d'élimination des déchets biomédicaux (DBM) identifiés comprennent le brûlage à l'air libre (BA), l'enfouissement et l'incinération. L'étude s'est concentrée sur les modes et les technologies d'élimination présentés dans le tableau 2, lesquels sont fréquemment adoptés par les établissements.

Tableau 2 : Modes et technologies identifiés dans la ville de Bobo-Dioulasso pour l'élimination des déchets biomédicaux.

Mode d'élimination/Technologie retrouvée	Nombre de chambre de combustion	Température maximale approximative (°C)****
Brulage à l'air libre (BA)	Non applicable	180
Montfort 1 (MF)*	01	800
Gwaba (GB)**	01	850
Incinerateur à Four rotatif (SP)***	02	1025

(*): **MF** : MonFort, type d'incinérateur conçu avec un parois externe en briques cuites. (**): **GB** : GwaBa, type d'incinérateur conçu avec un parois externe en métallique. (***) : **SP** : Service Particulier, incinérateur complet avec post-combustion. (****) Données obtenues à partir des estimations retrouvées dans (OMS, 2019) sur l'aperçu des technologies pour le traitement de déchets infectieux et de déchets piquants/coupants/tranchants provenant des établissements de santé

2.3.1. Cendres issues de l'incinération

Des échantillons de cendres issues de l'incinération en provenance des trois technologies ainsi que celle issues du brûlage à l'air libre ont été collectées. Pour constituer les 03 échantillons, 07 prélèvements (prélèvement quotidien) ont été effectués et mélangés pour ensuite être divisés par trois (03) et constitués les trois (03) échantillons. Ce sont au total douze (12) échantillons soit trois (03) pour chaque mode ou technologie d'élimination qui ont été constitués pour des analyses au laboratoire. Les paramètres concernés par les analyses ont été les suivants :

- les métaux de transition : le cadmium (Cd) ; le Cobalt (Co), le Chrome (Cr) ; le cuivre (Cu) ; le Molybdène (Mo) ; le Nickel (Ni), le Mercure (Hg) et le Zinc (Zn).
- un métal post transition : le Plomb (Pb).
- un métalloïde : l'arsenic (As).

Les analyses ont été réalisées par les méthodes suivantes :

- Spectrométrie d'absorption atomique à flamme pour le Cu (limite de détection : 0,04 mg/L), le Ni (limite de détection : 0,07 mg/L) et le Zn (limite de détection : 0,02 mg/L). Dans cette méthode, la mesure est effectuée à partir d'un analyte (élément à doser) transformé à l'état d'atomes libres.
- Spectrométrie d'absorption atomique à four et à Fias pour le Hg (limite de détection : 0,03 µg/L), le Mo (limite de détection : 0,6 µg/L) et le Pb (limite de détection : 0,4 µg/L). Cette méthode repose sur le dosage mono-élémentaire des cations en traces de l'ordre du µg/L dans des échantillons liquides. Elle utilise un tube en graphite placé dans l'axe optique du spectromètre, chauffé suivant un programme électrothermique adéquat, et balayé par un gaz inerte.
- ICP-MS/ICP-OES (limite de détection : 0,01 ppb) pour l'As, le Cd, le Co et le Cr. Cette méthode implique d'abord la minéralisation ou la préparation de la cendre (échantillon solide) en échantillon soluté (liquide) à l'aide d'un acide fort. Ensuite, l'échantillon est introduit par vaporisation dans le plasma d'argon, puis porté à des températures très élevées.

2.3.3. Analyse statistique des données

Les données issues de l'enquête et d'analyse du laboratoire ont été saisies à l'aide du tableur Excel version 365. Les différentes analyses statistiques (descriptives, exploratoire et de modélisation) ont été faites à l'aide du logiciel XLSTAT [23].

3. Résultats

3.1. Etat des pratiques de gestion en fonction des critères spécifiques

3.1.1. Tri et conditionnement des DBM

Les résultats sur les pratiques de tri et de conditionnement sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Pratiques de tri et de conditionnements dans les établissements de production des déchets biomédicaux.

Pratique/action		CHU	CMA	CSPS	ERF	ESPH	ESPNH	ESSA	OFF	%
Adoption de code couleur des poubelles	Oui n=15	1	2	3	2	4	3			14,42
	Non n=89			17	3	3	21	9	36	85,58
Total		1	2	20	5	7	24	9	36	100
Pratique de tri systématique	Oui n=62	1	2	13	4	6	19	5	12	59,61
	Non n= 42			7	1	1	5	4	24	40,39
Total		1	2	20	5	7	24	9	36	100
Disponibilité de boîte de sécurité pour les piquants	D n=53	1	2	16	4	7	21	2	0	50,96
	ND n= 51	0	0	4	1	0	3	7	36	49,04
Total		1	2	20	5	7	24	9	36	100

CHU : Centres Hospitaliers Universitaires ; **CMA :** Centres Médicaux avec Antenne Chirurgicale ; **CSPS :** Centres de Santé et de Promotion Sociale ; **ERF :** Établissement de Recherche et de Formation ; **ESPH :** Établissements de Soins Privés Hospitaliers ; **ESPNH :** Établissements de Soins Privés Non hospitaliers ; **ESSA :** Établissements de Soins de Santé Animale ; **OFF :** Officines ; **D :** disponible ; **ND :** non disponibles.

Il ressort que la grande majorité des établissements (85,58 %) ne respecte pas la recommandation du code couleur préconisé dans le domaine de la gestion des déchets biomédicaux (DBM). Seulement 14,42 % parviennent à suivre les codes couleurs, à savoir le jaune pour les déchets infectieux et piquants, le marron pour les déchets pharmaceutiques, et le noir pour les déchets généraux assimilables aux ordures ménagères.

En outre, environ 60 % adoptent la pratique du tri systématique. Ces établissements parviennent à placer des poubelles ou des récipients de déchets appropriés tels que des sacs, des bacs et des boîtes à aiguilles dans les lieux de production des déchets au sein de l'établissement. La plupart des structures offrant des services de soins et de recherche en santé humaine et animale assurent le tri systématique. Cependant, une forte proportion des officines ne suit pas cette pratique de tri.

Concernant la vérification de la disponibilité des boîtes de sécurité adaptées et recommandées pour les objets tranchants et piquants (Photo 1b), il est apparu que dans la moitié des établissements (49,04 %), ces boîtes n'étaient pas disponibles. À la place, ils utilisent des bidons adaptés pour recueillir les objets piquants et tranchants (Photo 1a).



Photo 1 : pratiques de collecte des piquants avec des bidons en plastique (1a) et par l’usage de boîte de sécurité (1b).

Le Tableau 4 indique une corrélation négative entre DTri et fp (coefficient = -0,86). En revanche, la corrélation entre fp et DnTri reste toujours forte, mais elle est positive. Cela illustre que plus les établissements adoptent le tri, moins on retrouve de la fraction dangereuse dans les déchets biomédicaux (DBM).

Tableau 4: Matrice de corrélation entre la fraction des piquants fp et la pratique de tri.

	DTri	DnTri	fp
DTri	1		
DnTri	-1,000	1	
fp	-0,860	0,860	1

DTri : établissements adoptant le tri systématique en nombre ; *DnTri* : établissements n’adoptant pas le tri systématique en nombre ; *fp* : fraction des piquants de la quantité des déchets produits par les établissements

3.1.2. Collecte des DBM

Les résultats sur le nombre de poubelles opérationnelles et leurs fréquences d’enlèvement pour l’ensemble des 104 établissements considérés sont présentés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Situation globale du nombre de poubelles opérationnelles et leur fréquence d’enlèvement.

Variable	effectif	Minimum	Maximum	Moyenne	Écart-type
Nomb_Poub	104	1	88	7,548	11,57
Freq_Enlv (en heures)	104	24	120	63	36,20

Nomb_Poub : nombre de poubelles opérationnelles ; *Freq_Enlv* (en heures) : fréquences d’enlèvement des poubelles en nombre d’heures.

Le nombre de poubelles opérationnelles et la fréquence d’enlèvement en nombre d’heures montrent une forte dispersion pour la première variable et un faible niveau pour la deuxième. Cela montre que le nombre de poubelles opérationnelles varient en fonction de la catégorie d’établissement et que la fréquences moyenne d’enlèvement des poubelles pour l’ensembles des catégories d’établissement est de 63 heures (soit environ 2 jours et demi).

La figures 1 ci-dessous en donne l’illustration de la variation des deux paramètres.

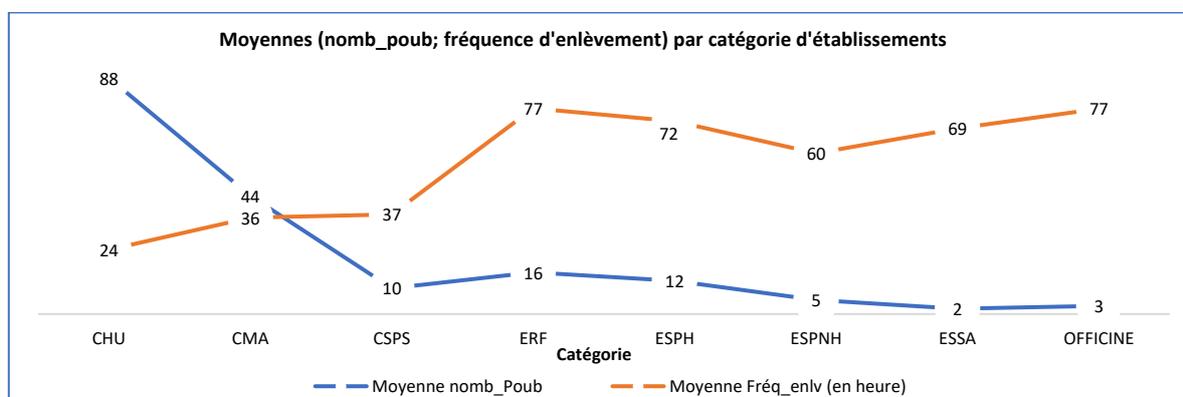


Figure 1 : tendance des variables nombre de poubelles opérationnelles et fréquences d’enlèvement par catégorie d’établissement. (*Nomb_Poub* : nombre de poubelles opérationnelles ; *Freq_Enlv* (en heures) : fréquence d’enlèvement des poubelles en nombre d’heures).

Il ressort qu’en terme de nombre de poubelles opérationnelles, le CHU détient le maximum de poubelles opérationnelles (88) et enregistre le plus court délai en termes d’enlèvement de ces poubelles (24 heures). On remarque également

que les structures comme les ESPNH, les ESSA et les OFFICINES possèdent peu de poubelles opérationnelles et sont très lentes dans l'enlèvement de ces poubelles.

3.1.3. Stockage et transport vers l'élimination des DBM

Les résultats sur les pratiques relatives au stockage et de transport vers les sites d'élimination sont présentés dans le tableau 6.

Tableau 6 : pratiques de stockage et de transport vers les sites d'élimination.

Pratique/action		CHU	CMA	CSPS	ERF	ESPH	ESPNH	ESSA	OFF	%
Locale de stockage sécurisé	Existant n= 68	1	2	15	3	7	20	0	20	65,3
	Non existant n= 36	0	0	5	2	0	4	9	16	34,4
Total		1	2	20	5	7	24	9	36	100
Moyen de transport vers l'élimination	Camion n= 27	1	2	2	0	2	3	0	17	25,9
	Chariot n= 37			9	1	1	7	4	15	35,5
	Manuel n= 31			8	3	3	10	5	2	29,8
	Tricycle n=9			1	1	1	4	0	2	8,6
Total		1	2	20	5	7	24	9	36	100

CHU : Centres Hospitaliers Universitaires ; **CMA :** Centres Médicaux avec Antenne Chirurgicale ; **CSPS :** Centres de Santé et de Promotion Sociale) ; **ERF :** Établissement de Recherche et de Formation ; **ESPH :** Établissements de Soins Privés Hospitaliers ; **ESPNH :** Établissements de Soins Privés Non hospitaliers ; **ESSA :** Établissements de Soins de Santé Animale ; **OFF :** Officines.

Les résultats montrent que 65,38% des établissements disposent d'un local de stockage sécurisé adapté (photo 2a) pour les DBM. Ce sont le CHU, les CMA les ESPH, les CSPS et des ESPNH qui s'illustrent dans cette pratique. Le reste (34,42%) des établissements constitués des officines et des ESSA ne sont pas dotés de local de stockage adapté. Les déchets sont stockés généralement en vrac sur un espace et quelconque non protégé (Photo 2b).



Photo 2 : exemple de stockage des déchets dans un local sécurisé (2a) et dans un espace non sécurisé (2b)

En ce qui concerne les moyens de transport des DBM, du lieu de stockage vers les sites d'élimination, l'adoption de la bonne pratique d'enlèvement par camion (photo 3b) ou par tricycle (photo 3a) couvert est effective respectivement à 25,96% et 8,66% par les établissements soit un cumule de 34,62%. La pratique la plus courante (35,58%) est celle de l'enlèvement par chariots non couvert soit à traction asine ou à traction motorisée. Cette pratique est assez fréquente dans les CSPS et les officines. Quant à la pratique d'enlèvement manuelle à risque et proscrite, elle est adoptée par 29,80% des établissements. C'est une pratique observée couramment au niveau des ESPNH, des ERF et des ESSA.

3.1.4. Elimination des DBM

Les résultats sur les pratiques d'élimination sont présentés dans le tableau 7.

Tableau 7 : pratiques d'élimination des DBM.

Pratique d'élimination		CHU	CMA	CSPS	ERF	ESPH	ESPNH	ESSA	OFFICINE	%
Prise en charge par le prestataire privé	Oui n=21	1	2	0	2	1				79,8
	Non n=83			20	3	6	9	9	36	20,2
Mode d'élimination	Brûlage n=76	0	0	13	2	2	17	8	34	73,0

Enfouis n=1	0	0	1	0	0	0	0	0	0,9
Incinérés n=27	1	2	6	3	5	7	1	2	25,9
Total	1	2	20	5	7	24	9	36	100

CHU : Centres Hospitaliers Universitaires ; **CMA** : Centres Médicaux avec Antenne Chirurgicale ; **CSPS** : Centres de Santé et de Promotion Sociale ; **ERF** : Établissement de Recherche et de Formation ; **ESPH** : Établissements de Soins Privés Hospitaliers ; **ESPNH** : Établissements de Soins Privés Non hospitaliers ; **ESSA** : Établissements de Soins de Santé Animale ; **OFF** : Officines.

Les structures adoptent soit pour le brûlage (73,08%) à l'air libre ou l'incinération (25,96%). La pratique de l'enfouissement est adoptée dans une moindre mesure (0,96%).



Photo 3 : Illustration de cas d'élimination des déchets par brûlage à l'air libre (3a), enfouissement (3b), par incinération avec une technologie d'une chambre à combustion (3c et 3d) et avec une technologie de 02 chambres à combustion (3e).

3.2. Teneur des cendres en métaux

Les résultats de l'analyse des cendres sont détaillés dans le tableau 8.

Tableau 8 : Analyse des paramètres chimiques des cendres.

Paramètres	n	Min ppm (mg/kg)	Max ppm (mg/kg)	Moy ppm (mg/kg)	Écart-type	Norme* ppm (mg/kg)
Métaux de transition						
Cd	12	0,0	3,5	1,5	1,2	6
Co	12	2,9	15,8	10,1	3,7	50
Cr	12	18	160,3	69,6	46,3	200
Cu	12	112,2	167,2	143,8	20,4	400
Mo	12	3,9	11,1	7,6	2,1	10
Ni	12	14,5	56,5	38,5	13,4	470
Zn	12	5763	13186	10631,5	2774,5	1000
Hg	12	0	0	0	0	15
Métaux post transition						
Pb	12	11,4	534,7	123,7	176	1000
Métalloïdes						
As	12	2,0	58	20,9	18,4	110

Cd : cadmium ; **Co** : Cobalt ; **Cr** : Chrome ; **Cu** : cuivre ; **Mo** : Molybdène ; **Ni** : Nickel ; le **Hg** : Mercure ; **Zn** : Zinc ; **Pb** : Plomb ; **As** l'arsenic ; (*) Norme nationale au Burkina Faso suivant le référentiel de l'article 14 du Décret 2001-185/PRES/PM/MEE portant fixation des normes de rejets de polluants dans l'air, l'eau et le sol du 19 avril 2021 sur les normes de qualité du sol au niveau des habitats et des parcs.

Le tableau 8 indique qu'à l'exception du zinc (Zn), tous les paramètres mesurés sont conformes à la norme nationale fixant les standards du sol pour les zones résidentielles et les parcs. Pour l'ensemble des mesures, les analyses n'ont détecté aucune trace de mercure (Hg) dans les cendres. Le plomb (Pb) est le seul paramètre pour lequel la valeur de l'écart-type, soit 176 ppm, est supérieure à la moyenne de 123,7 ppm, montrant ainsi une forte dispersion pour l'ensemble des 12 mesures. L'analyse de corrélation a révélé que plusieurs paramètres tels que le Co (R²= 76%), le Cr

($R^2 = 87\%$), le Cu ($R^2 = 75\%$), le Mo ($R^2 = 63\%$), le Ni ($R^2 = 80\%$), le Zn ($R^2 = 69\%$), et le Pb ($R^2 = 88\%$), sont corrélés avec le type de technologie utilisée pour l'incinération (Tableau 9).

Tableau 9 : régressions entre les paramètres chimiques en fonction du type d'incinération.

Paramètres et valeurs		BA	GB	MF	SP
Cd	Moy (Cd) (ppm (mg/kg))	1,3	0,8	1,4	2,4
	Norme (ppm (mg/kg))			6	
	R^2 (%)			25	
Co	Moy (Co) (ppm (mg/kg))	4,7	11,4	11,9	12,5
	Norme (ppm (mg/kg))			50	
	R^2 (%)			76	
Cr	Moy (Cr) (ppm (mg/kg))	30,7	45,5	64,4	138,06
	Norme (ppm (mg/kg))			200	
	R^2 (%)			87	
Cu	Moy (Cu) (ppm (mg/kg))	147,8	117,7	144,8	165,1
	Norme (ppm (mg/kg))			400	
	R^2 (%)			75	
Mo	Moy (Mo) (ppm (mg/kg))	7,4	9,8	8	5,4
	Norme (ppm (mg/kg))			10	
	R^2 (%)			63	
Ni	Moy (Ni) (ppm (mg/kg))	19,3	47,9	40,1	46,9
	Norme (ppm (mg/kg))			470	
	R^2 (%)			80	
Zn	Moy (Zn) (ppm (mg/kg))	7403,3	12313,6	13006,3	9802,6
	Norme (ppm (mg/kg))			1000	
	R^2 (%)			69	
Pb	Moy (Pb) (ppm (mg/kg))	12,3	23,8	63,8	394,8
	Norme (ppm (mg/kg))			1000	
	R^2 (%)			88	
As	Moy (As) (ppm (mg/kg))	21,26	17,8	31,8	12,9
	Norme (ppm (mg/kg))			110	
	R^2 (%)			15	

BA : brûlage à l'air libre ; GB : incinération type Gwaba ; MF : incinération type Monfort ; SP : incinération prestataire service privé ; Légende : Cd : cadmium ; Co : Cobalt ; Cr : Chrome ; Cu : cuivre ; Mo : Molybdène ; Ni : Nickel ; le Hg : Mercure ; Zn : Zinc ; Pb : Plomb ; As l'arsenic.

4. Discussion

L'étude a révélé que plus de 40 % des établissements ne pratiquent pas le tri systématique, un taux de non-conformité aux normes de protection qui concorde avec les conclusions de l'OMS. Cette organisation a mené une étude dans plus de 560 000 établissements répartis dans 125 pays, révélant que 40 % des établissements de santé ne trient pas leurs déchets [24]. Au niveau national, le département de la santé au Burkina Faso a signalé un taux d'environ 68 % [16]. Il est important de noter que le tri et le conditionnement des déchets biomédicaux (DBM) sont des pratiques de base que tous les établissements producteurs devraient adopter de manière systématique [7]. Bien que ce taux varie considérablement d'un pays à l'autre (allant de 20 à 60%), il est généralement considéré comme une mauvaise pratique dans la plupart des structures de soins, qu'elles soient privées ou publiques [1,4-12-25].

L'utilisation systématique de boîtes de sécurité a été constatée dans 50,96 % des établissements, un résultat similaire à celui relevé par Mbog et al. (2020), qui était de 51,1 % [3]. Le tri utilisant des boîtes de sécurité présente des avantages dans la gestion des déchets dangereux, et les résultats ont démontré que la pratique du tri est étroitement liée à la proportion de la fraction dangereuse des DBM. L'analyse de corrélation entre les deux variables a montré un R^2 de 74 % avec un coefficient de -0,86. Ceci suggère que plus les établissements adoptent le tri, moins ils produiront de déchets piquants, considérés comme la fraction la plus dangereuse des DBM. Ces résultats confirment les lignes directrices du PNUE et de l'OMS (2005), qui indiquent que « la proportion de déchets de soins médicaux nécessitant un traitement spécial pourrait être réduite à 2-5 % si, dès le départ, les DBM étaient séparés des autres déchets ». Cette affirmation a également été corroborée par d'autres auteurs, soutenant que les contraintes liées à la gestion de la fraction dangereuse seraient réduites si la pratique du tri était adoptée par les établissements producteurs de DBM [2,5-26].

D'autres pratiques intermédiaires sont également essentielles avant l'élimination des DBM, et devraient être respectées pour garantir une gestion sécurisée. Par exemple, il est recommandé d'utiliser un chariot couvert pour la collecte, avec

une durée de stockage de 48 heures dans des conditions climatiques chaudes, et dans un local fermé et isolé [9-15]. Cependant, les résultats de l'étude ont révélé d'autres réalités dans ce domaine. En effet, 35 % des établissements utilisent des chariots non couverts, soit à traction asine, soit à traction motorisée, pour l'enlèvement, et plus de 29 % pratiquent manuellement l'enlèvement des déchets. Cette pratique a également été observée par N'Guessan et al. (2021) dans les établissements sanitaires de Daloa, dans le centre-ouest de la Côte d'Ivoire. Les déchets sont collectés et transportés dans des brouettes par 83,33 % du personnel et à la main par 16,67 % du personnel de collecte, en direction du site de stockage pour l'élimination finale. Ces mêmes pratiques sont observées ailleurs et ont également été signalées par d'autres auteurs [17-25-27,28].

Concernant la fréquence d'enlèvement, les résultats indiquent une fréquence moyenne de 63 heures, soit environ 2 jours et demi. De plus, une relation a été établie entre le nombre de poubelles opérationnelles et possédées, la fréquence d'enlèvement et la catégorie de l'établissement ($R^2=78,6\%$). La durée de 63 heures est supérieure à celle prescrite dans la liste des bonnes pratiques [11-29], qui recommande un minimum de 48 heures dans nos conditions climatiques. Cette durée relativement longue d'enlèvement pourrait être attribuée au fait que les responsables de la collecte estiment que si les poubelles ne sont pas remplies, il est inutile de les enlever. Or, les poubelles ne devraient être remplies qu'au trois-quarts [9], et la raison fondamentale de l'enlèvement dans les 48 heures est étroitement liée au risque potentiel de contamination du personnel de nettoyage [11-29].

L'élimination des déchets demeure une préoccupation majeure pour les établissements qui les produisent ainsi que pour l'ensemble des acteurs impliqués dans la gestion de l'environnement. Les résultats de l'étude ont révélé que les modes d'élimination des déchets les plus couramment utilisés sont le brûlage à l'air libre (73,08%) et l'incinération (25,96%). En ce qui concerne l'élimination par incinération, nos résultats sont inférieurs à ceux trouvés par d'autres auteurs en Afrique de l'Ouest, qui étaient supérieurs à 80% [10]. Cela indique une tendance croissante à l'utilisation d'incinérateurs à une ou deux chambres de combustion dans les établissements producteurs de déchets biomédicaux (DBM) comme moyen d'élimination.

Nos résultats démontrent que l'incinération, quelle que soit la technologie utilisée, ne permet pas l'élimination des métaux (métaux de transition, métaux post-transition et métalloïdes), mais conduit à leur concentration dans les cendres. D'autres auteurs ont confirmé que les cendres d'incinération contiennent des métaux tels que le Cu (0,02-0,64 mg/L), le Cr (0-0,42 mg/L), le Zn (0,13-2,22 mg/L), le Pb (0,03-0,27 mg/L), le Cd (0-0,07 mg/L) et le Ni (0,01-0,13) (Singh & Sharma, 2016). Ces éléments proviennent principalement des activités de recherche thérapeutique et d'imagerie médicale (PNUE & WHO, 2005). L'analyse de régression a également révélé que des éléments tels que le Co ($R^2=76\%$), le Cr ($R^2=87\%$), le Cu ($R^2=75\%$), le Mo ($R^2=63\%$), le Ni ($R^2=80\%$), le Zn ($R^2=69\%$) et le Pb ($R^2=88\%$) sont concentrés dans les cendres d'incinération à deux chambres de combustion. L'analyse des cendres n'a pas détecté de traces de mercure (Hg), soulevant des questions sur la forte volatilité du mercure à température ambiante, exposant potentiellement le personnel en charge des déchets contenant du mercure [9].

Les enquêtes ont révélé que les cendres provenant du brûlage à l'air libre ou de l'incinération sont souvent répandues dans les quartiers d'habitation ou dans les champs. Cela représente un enjeu environnemental et un risque pour la santé de la population, car ces pratiques entraînent la libération de métaux tels que le cadmium, le plomb, le zinc, le mercure, etc., polluant l'air, l'eau et les sols [30,31,32,33]. Ces problématiques sont particulièrement préoccupantes dans nos réalités, surtout en milieu urbain africain, étant donné que plus de 90% de ces DBM sont brûlés à l'air libre ou incinérés dans des chambres de combustion uniques en raison de contraintes de ressources et de technologies limitées [34,35].

4. CONCLUSION

Les principales sources de déchets biomédicaux dangereux à Bobo-Dioulasso, au Burkina Faso, englobent les hôpitaux, les cliniques, les cabinets médicaux, les laboratoires, les pharmacies, les centres de vaccination, les soins à domicile, les morgues, les cabinets de dentistes et les établissements de recherche. L'étude se concentre sur l'évaluation des aspects liés au tri, à la collecte, au stockage, au transport et à l'élimination des déchets biomédicaux (DBM) au sein des établissements qui les génèrent. Les résultats révèlent que la majorité des établissements producteurs de DBM à Bobo-Dioulasso ne respectent que rarement les normes de bonnes pratiques prescrites aux niveaux international et national. Des lacunes ont été constatées à différents niveaux de gestion, telles que la non-utilisation des boîtes de sécurité, le retard considérable dans l'enlèvement des déchets des zones de stockage non sécurisé vers l'élimination, le transport manuel des déchets et le recours au brûlage à l'air libre. Un système de gestion approprié s'avère crucial pour minimiser les risques pour la santé publique et l'environnement. Il est donc essentiel d'établir un système de gestion des déchets biomédicaux adéquat, incluant la collecte, le tri, le stockage, le transport et l'élimination conformément aux normes de sécurité et de santé publique en vigueur. De plus, l'incinération réalisée avec une technologie de chambre double de combustion pourrait éviter la dispersion des métaux dans l'air, les concentrant plutôt dans les cendres d'incinération. Outre les avantages énumérés dans cette étude, il serait judicieux de déterminer les niveaux de performance des

systèmes, des éléments qui pourraient contribuer à enrichir le référentiel national des bonnes pratiques de gestion durable des DBM au Burkina Faso.

5. REFERENCES

- [1] Azzouzi, Y., Bakkali, M. E., Khadmaoui, A., Ahami, A. O. T., & Hamama, S. La gestion des déchets d'activités de soins à risque infectieux: Tri et conditionnement, dans la région de Gharb au Maroc. *International Journal of Innovation and Applied Studies*. 2014; 8(2), 515-528.
- [2] Meleko, A., Tesfaye, T., & Henok, A. Assessment of healthcare waste generation rate and its management system in health centers of Bench Maji Zone. *Ethiopian Journal of Health Sciences*. 2018; 28(2) : 125-134.
- [3] Mbog, S. M., Mayi, O. T. S., Bitondo, D., & Mbue, I. N. Etat des lieux sur la gestion des déchets biomédicaux solides dans les formations sanitaires au Cameroun (Nord, Adamaoua, Est et Nord-Ouest) : Impacts Environnementaux et Sociaux. *Journal of the Cameroon Academy of Sciences*. 2020; 16(1) : 19-28.
- [4] Ndiaye, M., Dieng, M., Ndiaye, N. A., Sambe, F. M., & Kane Toure, N. C. Évaluation du système de traitement des déchets biomédicaux solides dans la commune de Keur Massar, en banlieue dakaroise au Sénégal. *Journal of Applied Biosciences*. 2020; 148, 15252-15260.
- [5] Zikhathile, T., Atagana, H., Bwapwa, J., & Sawtell, D. A Review of the Impact That Healthcare Risk Waste Treatment Technologies Have on the Environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022; 19(19) : 1-18.
- [6] PNUE. Convention de Bâle sur le Contrôle des Mouvements Transfrontières de Déchets Dangereux et de leur élimination. Secretariat of the Basel Convention International Environment. 1989; House 15 chemin des Anémones 1219 Châtelaine, Switzerland.
- [7] PNUE, & WHO. Préparation des plans nationaux de gestion des déchets de soins médicaux en Afrique subsaharienne : Manuel d'aide à la décision. 2005; ISBN: 9789242546620. 0 Avenue Appia 1211- Genève 27 Suisse.
- [8] USAID. Guide de gestion des déchets de soins médicaux à l'attention des travailleurs de santé communautaires. 2014; John Snow, Inc. 1616 Fort Myer Drive, 16th Floor Arlington, VA 22209 États-Unis.
- [9] OMS. La gestion sécurisée des déchets médicaux (Déchets d'activités de soins). Résumé. 2017; 20 Avenue Appia 1211- Genève 27 Suisse.
- [10] Ndié, J., & Yongsri, H. B. N. Étude De La Gestion Des Déchets Hospitaliers Dans Les Structures Sanitaires De Référence De La Région Du Nord-Cameroun. *European Scientific Journal, ESJ*. 2016; 12(11) : 364-380.
- [11] N'Zi, K. C., Traoré, Y., Dindji, M. R., Acho, Y. B., & Bonny, J.-S. Management des déchets médicaux et risque biologique à l'hôpital universitaire de Cocody, Côte d'Ivoire. *Santé Publique*. 2018; 30(5) : 747-754.
- [12] N'Guessan, K., Yéo, K. A. J., Kouassi, K., & Barima, Y. S. S. Gestion des déchets solides du centre hospitalier régional de Daloa (centre-ouest de la cote d'ivoire) et des risques associés. *Environnement, Ingénierie & Développement*. 2021; 1 : 26-32.
- [13] Tietenberg, T., Lewis, L., Naccache, P., Gallo, J., & Mauléon, F. Economie de l'environnement et développement durable. Addison Wesley, Pearson Education Company, Upper Saddle River, NJ, États-Unis. 2013; édition 6. 31p.
- [14] Singh, P., & Sharma, V. P. Integrated Plastic Waste Management: Environmental and Improved Health Approaches. *Procedia Environmental Sciences*. 2016; 35 : 692-700.
- [15] MS. Plan National de Développement Sanitaire 2011-2020. Rapport du ministère de la Santé du Burkina Faso. 2011; Ouagadougou-Burkina Faso. 56p
- [16] MS. Étude de faisabilité sur la mise en place d'un système national mutualisé de gestion des déchets Biomédicaux au Burkina Faso. Rapport du ministère de la Santé du Burkina Faso. 2018; Ouagadougou-Burkina Faso. 116p.
- [17] Sanogo, M., Sokona, F. M., Guindo, S., Oumar, A. A., & Kanoute, G. Contribution à la mise en place d'un système de gestion durable des déchets biomédicaux à l'Hôpital Gabriel Touré (Mali). *Le Pharmacien Hospitalier*. 2007; 42(170): 143-147.
- [18] Pasqualini Blass, A., da Costa, S. E. G., de Lima, E. P., & Borges, L. A. Measuring environmental performance in hospitals : A practical approach. *Journal of Cleaner Production*. 2017; 142, 279-289.
- [19] MHU/BF. Schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme de la ville de Bobo-Dioulasso, Horizon 2030. Rapport final du Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisation, Burkina Faso. 2012; Volume 1. Ouagadougou-Burkina Faso. 185 p.
- [20] Meunier-Nikiema, A., Karama F., Kassie D., Fournet F. Ville et dynamique de l'offre de soins : Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). *Revue francophone sur la santé et les territoires*. 2015 ; 1-16.
- [21] Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A., Camm, J. D., & Cochran, J. J. Statistiques pour l'économie et la gestion. *Deboek Supérieur*. 2015; 5e édition. 944p.
- [22] MS. Référentiel national de quantification des déchets biomédicaux, de collecte de données et d'évaluation de la performance des établissements de santé en matière de gestion des déchets biomédicaux. Rapport du ministère de la Santé du Burkina Faso. 2017; Ouagadougou-Burkina Faso. 32p
- [23] Addinsoft. XLSTAT. Statistical and data analysis solution. 2021; Paris, France. <https://www.xlstat.com/fr>.
- [24] OMS. Aperçu des technologies pour le traitement de déchets infectieux et de déchets piquants/coupants/tranchants provenant des établissements de santé. 2019; 20 Avenue Appia 1211-Genève 27 Suisse.
- [25] Benhaddou, A. I., Bellifa, N., Mekki, H., & Achour, A. Gestion des déchets biomédicaux au niveau des secteurs sanitaires de Sidi Bel Abbés. *Algerian journal of pharmacy*. 2019; 1(2): 75-82.
- [26] Olaniyi, F.C., Ogola, J.S. and Tshitangano, T.G. Efficiency of Health Care Risk Waste Management in Rural Healthcare Facilities of South Africa: An Assessment of Selected Facilities in Vhembe District, Limpopo Province. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019; 16, 1-19. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph16122199>.
- [27] Awodele, O., Adewoye, A. A., & Oparah, A. C. Assessment of medical waste management in seven hospitals in Lagos, Nigeria. *BMC Public Health*. 2016; 16(1), 2-11.
- [28] Anicetus, H., Saria, J., & Mohamed, H. Estimation of Different Categories of Health care Waste Generated at Two Different Hospital Categories in Four Hospitals in Dar es Salaam City. *Journal of Environmental Protection*. 2020; 11(10): 872-888.
- [29] Ndiaye, M., El Metghari, L., Soumah, M. M., & Sow, M. L. Gestion des déchets biomédicaux au sein de cinq structures hospitalières de Dakar, Sénégal. *Bulletin de La Société de Pathologie Exotique*. 2012; 105(4), 296-304. doi: <https://doi.org/10.1007/s13149-012-0244-y>
- [30] Yirenya-Tawiah, D., R. E., B. F.-M., & Adama, D. Heavy Metal Contamination of Soils around a Hospital Waste Incinerator Bottom Ash Dumps Site. *Journal of Environmental and Public Health*. 2016; 1(6). doi: <https://doi.org/10.1155/2016/8926453>
- [31] Faragó, Spirov V, Petra, J, Vítkov, M., & Hiller, E. Environmental and health impacts assessment of long-term naturally-weathered municipal solid waste incineration ashes deposited in soil-old burden in Bratislava city, Slovakia. *Heliyon*. 2023; 9(3): 1-18.
- [32] Jk, D., & Map, D. Chemical characteristics of bottom ash from biomedical waste incinerators in Ghana. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2023; 195(5): 1-11.

- [33] Shiv, B., Lokesh, P., Kumar M., Antoniadis, V., Sridharan, S., Yuanyuan Tang, Y., Singh, N., Hewawasam, C., Vithanage, M., Singh, L., Rinklebe, J., Hocheol, C., Kadambot H., Siddique, H.M., Kirkham, M.B., Wang, H., Bolan, N. Review on distribution, fate, and management of potentially toxic elements in incinerated medical wastes. *Environmental Pollution*. 2023; 321.
- [34] Adjagodo, A., Tchibozo, M. A. D., Kelome, N. C., & Lawani, R. Flux des polluants liés aux activités anthropiques, risques sur les ressources en eau de surface et la chaîne trophique à travers le monde : Synthèse bibliographique. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 2016; 10(3).
- [35] Chisholm, J. M., R, Z., Am, N., N, S., Mm, A. D., M, D., & M, A. Sustainable waste management of medical waste in African developing countries: a narrative review. Waste Management & Research. *The Journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA*. 2021; 39(9): 1149-1163.



How to cite this article: **Wendsom Osée OUEDRAOGO, Alain P.K. GOMGNIMBOU, Hamadé SIGUE, Michel GOMGNIMBOU, Ibrahim SANGARE, et Hassan B. NACRO. ÉVALUATION DES PROTOCOLES DE GESTION DES DECHETS BIOMEDICAUX A BOBO-DIOULASSO, BURKINA FASO : UNE APPROCHE SCIENTIFIQUE. *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2024;18(1):01-11. DOI : 10.5281/zenodo.10442910**

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>