

## Quantification and identification des bactéries potentiellement pathogènes dans les dépotoirs sauvages

### [ Quantification and identification of potentially pathogenic bacteria in wild dumps ]

*Balumisa Mubolwa Jules<sup>1</sup>, Gabriel Baguma Balagizi<sup>2</sup>, Rwabika Mushengezi Anicet<sup>3</sup>, Munundu Mwangaza Aline<sup>4</sup>, Aksanti Lwango<sup>5</sup>, Safari Cizungu Dieu-donné<sup>6</sup>, and Cubaka Kabagale Alfred<sup>7</sup>*

<sup>1</sup>Master en gestion de l'environnement, Politique-socio- économie de l'environnement, Assistant de premier mandat à l'Institut Supérieur d'Agroforesterie et de Gestion de l'Environnement (ISAGE) de Kahuzi -Biega, RD Congo

<sup>2</sup>Assistant à l'Université Officielle de Bukavu, BP: 570 Bukavu, RD Congo

<sup>3</sup>ISP, Goma, RD Congo

<sup>4</sup>Centre Hydrobiologique d'Uvira, RD Congo

<sup>5</sup>Institut Supérieur des Techniques Médicales de Bukavu, RD Congo

<sup>6</sup>Master en gestion de l'environnement, Politique-socio-économie de l'environnement, RD Congo

<sup>7</sup>Laboratoire de Physiologie Végétale et de Microbiologie Appliquée, Université Officielle de Bukavu, BP: 570 Bukavu, RD Congo

---

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** This part of our study focuses on the quantification and identification of potentially pathogenic bacteria from wild dumps in the municipality of Ibanda. The random sampling in the wild dumps was taken according to the standard of the Quebec expertise Center of environmental analysis (CEAEQ), which makes it possible to evaluate the average contamination of the environment. Hand and equipment disinfection was carried out using ethanol (70%). The bottles were placed in an isothermal bag ( $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ) and then immediately transported to the LPVMA/UOB laboratory for further treatment. We made decimal dilutions, from  $10^0$  to a  $10^{-3}$  dilution. For each dilution and culture medium, Pétri dishes were inoculated in triplicate and incubation was carried out at  $37^{\circ}\text{C}$  in a Memert incubator for 24 hours. Microsoft Excel and Past softwares were used to calculate the means of each CFUs collection and to perform the nonparametric Kruskal-Wallis test that compare the median of the data between columns. The results showed that FMAT germs were generally more frequent at all sites than Enterococci that were absent at more than half (60%) of the sites. *Pseudomonas* averaged  $300 \text{ CFU/g}10^{-6}$  at 5 out of 8 sites including DSELA, DSCA, DSMUSH, DSKM, and DSRGK. *Salmonella* and *Shigella* were present in all wild dumps with a maximum average value of  $160 \text{ CFU/g}10^{-6}$ . Nonetheless they were poorly represented in the DSGB and DSCS sites. The DSELA site had more fecal and total coliforms than the DSKR site where they were absent. Enterococci were the most represented with 38.8% and 36.79% respectively in the DSCS and DSMUSH sites and coliforms are represented with 24.75% in the DSELA site. Yet Enterococci were absent in the DSELA, DSISP, DSRGK, DSPC, and DSKM sites where the absence of CFT was also reported. Concerning the prevalence of potentially pathogenic bacteria, Nyalukemba district was in the lead with 61.4% of Enterococci, followed by Ndendere district with 57.18% of fecal and total coliforms. The Ndendere district seems to be the most exposed to diseases potentially related to wild dumps, followed by the Panzi district depending on the prevalence of bacterial groups. On 10 sites explored, 8 genera were identified on the selective medium, namely *Aeromonas*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Sphingomonas* and *Vibrio*. The implementation of the 3Rs strategy (Reduce, Recycle, and Reuse) as well as the installation of a biomethanisation plant could reduce the consequences of waste on the population and the environment.

**KEYWORDS:** quantification, identification, potentially pathogens bacteria, wild dumps.

**RESUME:** Cette partie de notre étude porte sur la quantification et identification des bactéries pathogènes des dépotoirs sauvages dans la commune d'Ibanda. Le choix d'échantillonnage aléatoire simple consistant à prélever des échantillons à des endroits dans les dépotoirs sauvages a été pris en compte suivant la norme du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) qui permet d'évaluer la contamination moyenne du milieu. La désinfection des mains et du matériel a été faite à l'éthanol (70%). Les bouteilles ont été placées dans un sac isotherme ( $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ) puis transportées immédiatement au LPVMA/UOB pour différents traitements, le jour même du terrain. Nous avons réalisé des dilutions décimales de  $10^0$  jusqu' à  $10^{-3}$ . L'ensemencement s'est réalisé dans des boîtes de Pétri en triplicat sur différents milieux de culture et l'incubation a été effectuée à  $37^{\circ}\text{C}$  dans un incubateur Memert pendant 24 heures. Microsoft Excel et Past ont été utilisés respectivement pour calculer les moyennes et pour effectuer le test non-paramétrique de Kruskal-Wallis qui compare la médiane des données entre colonnes. Les résultats ont montré que les germes de la FMAT sont généralement plus fréquents sur tous les sites que les Entérocoques sont absents sur plus de la moitié (60%) des sites. Les *Pseudomonas* ont été en moyenne de 300 UFC/g $10^{-6}$  sur 5 sur 8 sites dont DSELA, DSCA, DSMUSH, DSKM et DSRGK. Les *Salmonella* et *Shigella* étaient présents dans tous les dépotoirs sauvages avec une valeur moyenne maximale de 160 UFCg $10^{-6}$ . Le site DSELA a présenté plus de coliformes fécaux et totaux, catégories absentes sur le site DSKR. Les entérocoques ont été les plus représentés, notamment sur les sites DSCS (38,8%) et DSMUSH (36,79%) puis les coliformes sur le site DSELA (24,75%). Les *Salmonella-Shigella* ont été faiblement représentés sur les sites DSGB et DSCS tandis que les entérocoques ont été absents sur les sites DSELA, DSISP, DSRGK, DSPC et DSKM comme aussi les CFT sur DSKM. En ce qui concerne la prévalence de ces bactéries dans les 3 quartiers de la commune d'Ibanda, Nyalukemba a été en tête pour les Entérocoques et Ndendere pour les coliformes fécaux et totaux. Le quartier Ndendere serait le plus potentiellement exposé aux maladies liées aux dépotoirs sauvages puis Panzi, suivant la prévalence des groupes des bactéries. Sur les 10 sites explorés, 8 genres bactériens ont été identifiés sur les milieux de culture sélectifs utilisés, à savoir *Aeromonas*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Sphingomonas* et *Vibrio*. La mise en application de la stratégie des 3R (Réduire, Recycler et Réutiliser) ainsi que l'installation d'une centrale de biométhanisation pourraient réduire les conséquences des déchets sur la population et sur l'environnement.

**MOTS-CLEFS:** quantification, identification, bactéries potentiellement pathogènes, dépotoirs sauvages.

## 1 INTRODUCTION

Les déchets sont souvent associés à la détérioration de l'environnement et à de multiples risques pour la santé humaine (Bisimwa et al., 2013). La production mondiale de déchets solides municipaux a pratiquement doublé au cours des dix dernières années (Hoorweg, 2012) surtout dans le pays en développement lié à l'effet conjugué de la forte croissance urbaine et du développement économique. Les déchets abandonnés dans toutes les rues de la ville constituent donc un lieu idéal pour la prolifération de toutes sortes d'organismes vecteurs et pathogènes (Bisimwa et al., 2013), d'autant plus qu'aux détritres se mêlent souvent des déjections humaines et animales. Glandier (2002) a montré que le stockage de déchets ménagers et assimilés est un milieu riche en microorganismes, tant en nombre qu'en espèce, mais une faible part d'entre eux peut s'avérer pathogène à l'homme.

Sur les 20 dernières années, les recherches entreprises sur les bactéries pathogènes des déchets ont mis en évidence différents modes de contamination soit par ingestion, soit par inhalation, soit par digestion (Fervers, 2010; DCM1, 2003). La quantité des déchets entrant, leur composition et les conditions de combustion influencent les acteurs de ce secteur (Fervers, 2010; DCM1, 2003). IIA (2016) a classé les déchets en deux catégories pour les pays en développement entre autres les déchets ménagers et assimilés, et les déchets dangereux. Certains sont à composter si les normes de la Plateforme Re-Sources (IIA, 2016), sont respectées, d'autres sont dangereux comme les déchets hospitaliers, des piles, des équipements électriques et électroniques, des bombes aérosols, des pots de peinture et des cadavres animaux dont les lixiviats sont une source de maladies infectieuses (Glandier, 2002).

La Directive n°90/679/CEE (1980) a élaboré une directive concernant les risques liés à des agents biologiques au travail. Notre travail s'intéresse aux agents microbiologiques dont les bactéries pathogènes des dépotoirs sauvages de la commune d'Ibanda. La littérature relève deux types des contaminants: les entéro-pathogènes déjà présents dans le matériel brut à composter et susceptibles de disparaître au cours du compostage (Gebra, 2003) en outre les bactéries mésophiles et thermophiles (Anonyme, 1991). INREST (2014) a évalué la contribution des déchets vis-à-vis de la présence des coliformes totaux et fécaux dont les papiers contiennent eux-mêmes un seuil de 13 à 65% UFC. Bisimwa et al. (2013) et Bahri et al., (2009) spécifient que la gestion d'ordures ménagères est un problème dans les centres urbains et prolifèrent des microbes et parasites de toutes sortes ainsi que des insectes vecteurs Bahri et al. (2009).

En RD Congo, les mécanismes des traitements des déchets ne sont pas mis en application malgré la croissance démographique, la création des nouvelles provinces, des villes, des communes et nouveaux sites dans le pays durant les dernières décennies, les villes ont connu une croissance démographique liée à l'exode rural suite aux guerres multiples. Ceci provoque des difficultés de gestion de déchets d'origines diverses et une prolifération des épidémies à la population environnante. La commune d'Ibanda est le grand centre des institutions étatiques, des ONGs, des établissements privés de grande envergure dans la ville de Bukavu, mais la gestion de déchets ne semble être en rapport avec les normes de gestion environnementale. Les ASBL ne cessent d'augmenter pour le ramassage des déchets ménagers et biomédicaux surtout chez les abonnés moyennant les frais d'adhésion vers les dépotoirs sélectionnés.

Ces dépotoirs accueillent des déchets industriels, ménagers et assimilés, biomédicaux, électriques et électroniques... dont leurs produits chimiques migrent hors du site et polluent les milieux environnementaux (eau, sol, air). La population de la commune d'Ibanda peut se contaminer par l'air qu'elle respire, l'eau qu'elle boit, les végétaux qui poussent sur le sol pollué ou par ramassage de la nourriture dégradée. A ce jour, peu d'études ont été réalisées pour évaluer ce risque (Dolk, 1998).

Cette partie du travail vise à dénombrer et à identifier les bactéries pathogènes des dix dépotoirs sauvages en vue d'approfondir le secteur de la santé publique qu'environnemental sur la présence des certaines bactéries en milieu urbain.

## 2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Durant cette période de prélèvement des échantillons des déchets pour analyse bactériologique, l'échantillonnage n'a pas été sélectif du fait que les dépotoirs sauvages de la ville de Bukavu reçoivent toutes catégories de déchets. C'est pour ces raisons que le plan d'échantillonnage a été choisi selon la norme du Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec (2008-2015); un échantillonnage aléatoire simple consistant à prélever des échantillons à des endroits dans les dépotoirs sauvages. Cette méthode permet d'évaluer la contamination moyenne du milieu. A 20 cm de profondeur, un échantillon de 50g de sol a été prélevé et placé dans une bouteille en polyéthylène stérile à l'aide d'un couteau et une truelle préalablement stérilisés et les mains étant protégées par des gants médicaux aussi stériles.

La désinfection des mains et du matériel a été faite à l'éthanol (70%). Les bouteilles ont été placées dans une glacière ( $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ) puis transportées immédiatement au laboratoire pour les analyses au Laboratoire de Physiologie Végétale et de Microbiologie Appliquée (LPVMA/UOB). Le traitement de l'échantillon prélevé sur chaque site était fait le même jour du terrain. Chaque groupe des bactéries était cherché en fonction du milieu de culture adapté. Pour la recherche de la flore mésophile aérobie totale (FMAT), a été réalisée à l'aide d'une spatule stérile, en prélevant aseptiquement 1 g de déchet en le mélangeant avec 9 ml d'eau distillée préalablement stérile pour aboutir à une dilution  $10^{-1}$ . Au moment de la réalisation des dilutions décimales, les pipettes ont été changées jusqu'à une dilution  $10^{-3}$ . L'ensemencement des germes s'est réalisé dans la série de 3 boîtes de pétri, chacun à 1 ml de dilution, puis ajouter 20 ml de gélose PCA et agiter constamment. L'incubation s'est effectuée à  $37^{\circ}\text{C}$  dans un incubateur Memert pendant 24 heures.

Pour la recherche des Streptocoques fécaux à l'aide de mêmes dilutions, 20 ml de KF Streptocoque Agar ont été utilisés. Les *Pseudomonas sp* ont été cultivés sur le milieu Pseudomonas Agar, les *Salmonella sp* et *Shigella sp* sur le SS Agar. Le milieu McConkey Agar a été utilisé pour la recherche de coliformes fécaux et totaux. Après incubation, les colonies se trouvant sur la surface de chaque boîte de Pétri ont été comptées en les multipliant par le facteur de dilution  $10^6$  et en les exprimant en unités formatrices de colonies par g (UFCg $^{-1}$ ). Pour sélectionner les colonies de bactéries potentiellement pathogènes, les milieux Kligler Iron Agar (KIA), Citrate de Simons, Urée et sulfure-indole-motilité (SIM) ont été inoculés puis incubés à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24h. Le test d'oxydase a été effectué pour certaines colonies. L'identification des bactéries potentiellement pathogènes a été effectuée grâce au *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Holt et al., 1994).

Après analyse des bactéries pathogènes, les données ont été saisies dans le tableur de Microsoft Excel pour des analyses statistiques. Le dénombrement des bactéries pathogènes est représenté en tant que moyenne de chaque période de récolte des données. Grâce au logiciel Past (Hammer et al., 2001), nous avons effectué le test non-paramétrique de Kruskal-Wallis pour comparer la médiane des données entre colonnes. Une ANOVA à un facteur a été effectuée par les données moyennes entre les UFC des bactéries.

## 3 RÉSULTATS

### 3.1 DENSITÉ DES BACTÉRIES POTENTIELLEMENT PATHOGÈNES DANS LES DÉPOTOIRS SAUVAGES

La figure 15 (page suivante) montre que les germes de la FMAT sont généralement plus fréquents sur tous les sites que les Entérocoques, absents sur plus de la moitié (60%) des sites. Les *Pseudomonas* sont en moyenne de 300 UFC/g $10^{-6}$  sur 5 sites dont DSELA, DSCA, DSMUSH, DSKM et DSRGK, mais ils sont en moyenne de 150 UFC/g $10^{-6}$  dans le DSKR. Les *Salmonella* et *Shigella* sont présents dans tous les dépotoirs sauvages avec une valeur moyenne maximale de 160 UFCg $10^{-6}$ . Le site DSELA présente plus de Coliformes fécaux et totaux que le site DSKR où ils sont absents.

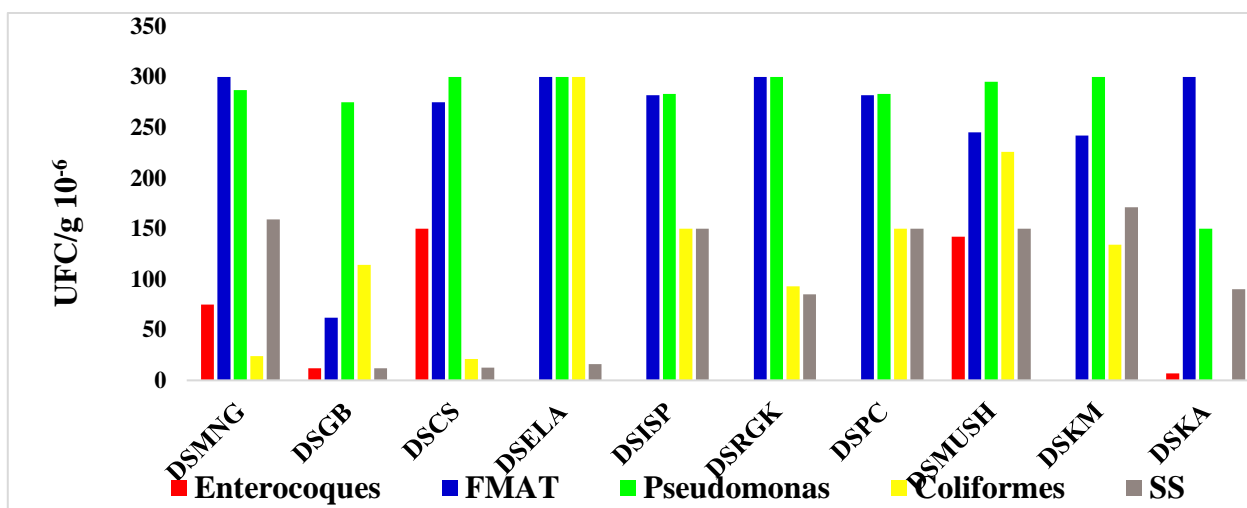


Fig. 1. Densité des bactéries potentiellement pathogènes dans les dépotoirs sauvages

Légende: DSMNG = Dépotoir Marché Nguba, DSGB = Dépotoir Galerie Bugugu, DSCS = Dépotoir Camp Saio, DSELA = Dépotoir ELAKAT, DSISP= Dépotoir ISP/Bukavu, DSRGK= Dépotoir REGIDESO Kasongo, DSPC = Dépotoir Prison Centrale, DSMUSH = Dépotoir de Mushununu, DSKM =Dépotoir Kasoko Maendeleo, DSKR=Dépotoir de Kaza Roho.

### 3.2 FRÉQUENCE DES BACTÉRIES POTENTIELLEMENT PATHOGÈNES DANS LES SITES SÉLECTIONNÉS

Le tableau 1 ci-dessous, montre que les Entérocoques sont les plus représentés avec 38,8% et 36,79% respectivement dans les sites DSCS et DSMUSH.

Tableau 1. Fréquence (en %) des UFC/g10<sup>6</sup> selon les sites d'échantillonnage

Sites	Entérocoques	FMAT	Pseudomonas	Coliformes	SS
DSKR	1,81	11,59	5,41	Nd	9,04
DSMNG	19,43	11,59	10,35	1,98	15,97
DSGB	3,11	2,40	9,92	9,41	1,21
DSELA	Nd	11,59	10,82	24,75	1,61
DSISP	Nd	10,90	10,21	12,38	15,07
DSCS	38,86	10,63	10,82	1,73	1,26
DSPC	Nd	10,90	10,21	12,38	15,07
DSMUSH	36,79	9,47	10,64	18,65	15,07
DSKM	Nd	9,35	10,82	11,06	17,18
DSRGK	Nd	11,59	10,82	7,67	8,54
%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Légende: DSKR=Dépotoir de Kaza Roho, DSMNG = Dépotoir Marché Nguba, DSGB = Dépotoir Galerie Bugugu, DSELA = Dépotoir ELAKAT, DSISP= Dépotoir ISP/Bukavu, DSCS = Dépotoir Camp Saio, DSPC = Dépotoir Prison Centrale, DSMUSH = Dépotoir de Mushununu, DSKM =Dépotoir Kasoko Maendeleo, DSRGK= Dépotoir REGIDESO Kasongo, nd = non détectés

Les coliformes sont représentés avec 24,75% dans le site DSELA. Les *Salmonella-Shigella* sont faiblement représentés dans les sites DSGB et DSCS, avec 1,21% et 1,26%. Les entérocoques sont absents dans les sites DSELA, DSISP, DSRGK, DSPC et DSKM où l'absence des CFT est signalée.

### 3.3 PRÉVALENCE DES BACTÉRIES POTENTIELLEMENT PATHOGÈNES PAR QUARTIER EN COMMUNE D'IBANDA

Concernant les 3 quartiers de la commune d'Ibanda, le quartier Nyalukemba est en tête avec 61,4% des Entérocoques, ensuite le quartier Ndendere avec 57,18% des coliformes fécaux et totaux. Un faible pourcentage en coliformes fécaux et totaux est observé dans le quartier Nyalukemba respectivement avec 13,12 et 18,43%. Malgré l'absence d'entérocoques, le quartier Ndendere semble le plus exposé aux maladies potentiellement liées aux dépotoirs sauvages puis le quartier Panzi qui présente un pourcentage de ~27 à 41% suivant les groupes des bactéries.

Tableau 2. Fréquence (en %) des UFC/g10<sup>6</sup> selon les quartiers de la commune d'Ibanda

Quartier	Entérocoques	FMAT	Pseudomonas	Coliformes	SS
Nyalukemba	61,40	24,61	31,09	13,12	18,43
Ndendere	Nd	44,98	42,05	57,18	40,28
Panzi	38,60	30,41	26,87	29,70	41,29
Total	100	100	100	100	100

nd = non détectées, en-dessous du seuil de détection

### 3.4 VARIABILITÉ DES BACTÉRIES POTENTIELLEMENT PATHOGÈNES PAR QUARTIER EN COMMUNE D'IBANDA.

Au cours de nos recherches, 4 groupes des bactéries ont été répertoriés sur les dépotoirs sauvages de la commune d'Ibanda (Figure 16).

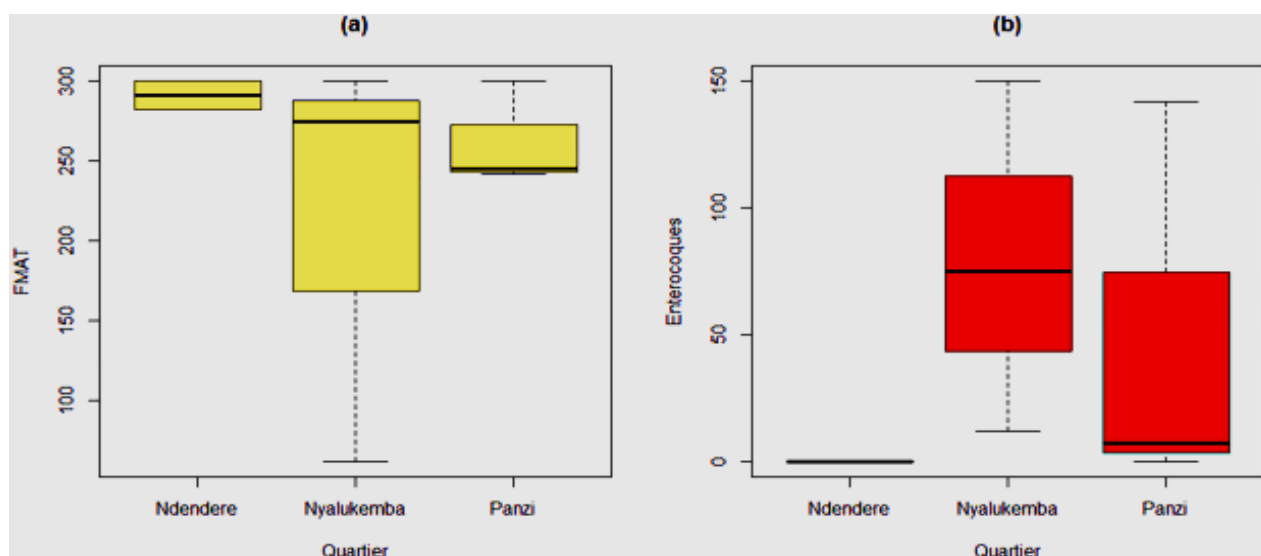


Fig. 2. Variabilité des FMAT et Entérocoques sur les dépotoirs sauvages dans les quartiers de la commune d'Ibanda

Il s'agit des germes de la FMAT, abondantes au quartier Nyalukemba; avec des valeurs comprises entre 50 et 300 x10<sup>6</sup>UFCg<sup>-1</sup> (figure 2a) alors que dans le quartier Ndendere, elles varient entre 275 et 300 x10<sup>6</sup>UFCg<sup>-1</sup> et que dans le quartier Panzi, elles se situent entre 250 et 300 x10<sup>6</sup>UFCg<sup>-1</sup>. Les UFC des Entérocoques (figure 2b) varient entre un maximum de 150.10<sup>6</sup>UFCg<sup>-1</sup> (quartier Nyalukemba) et un minimum de 5.10<sup>6</sup>UFCg<sup>-1</sup> (quartier Ndendere). La variabilité la plus importante a été observée dans le quartier Panzi où la valeur maximale est de plus de 300.10<sup>6</sup> UFCg<sup>-1</sup>.

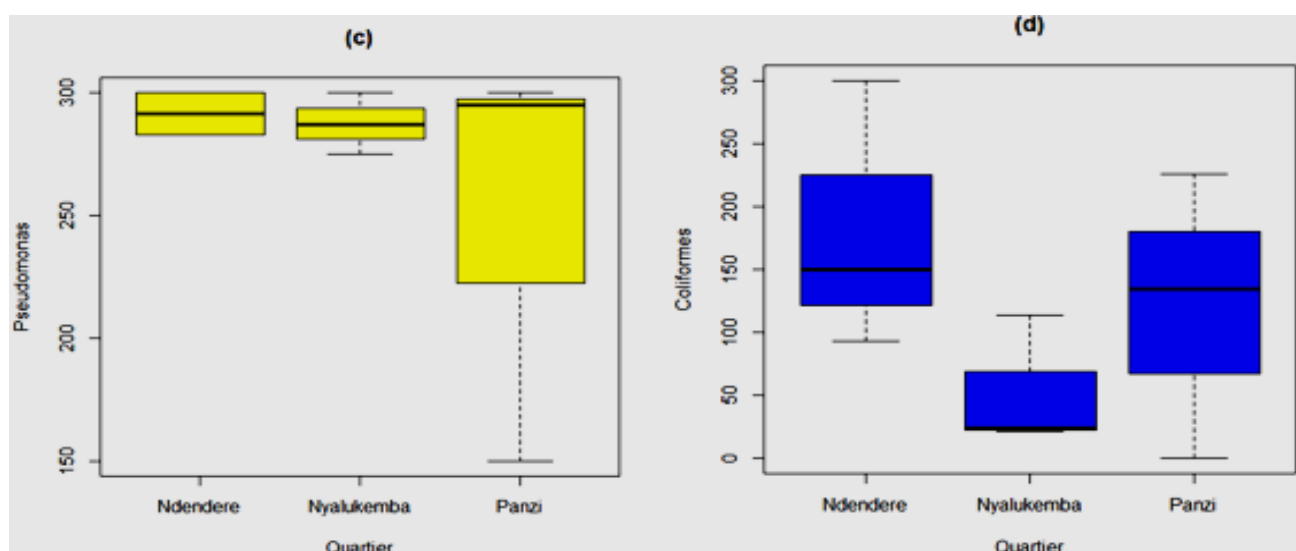


Fig. 3. Variabilité de *Pseudomonas* sp et Coliformes sur les dépotoirs sauvages dans les quartiers de la commune d'Ibanda.

La figure 3 ci-dessous montre que le quartier Panzi a une variabilité moyennement élevée pour les *Pseudomonas* (de 150 à 230  $\times 10^6$  UFC $g^{-1}$ ) alors que les valeurs des coliformes fécaux et totaux sont hautement plus élevées dans le quartier Ndendere qu'à Nyalukemba. Aucune variabilité importante de *Pseudomonas* à Ndendere n'a été signalée. La présence de chaque groupe des bactéries pathogènes a été fonction de la densité des UFC $g^{-1}$  dans différents dépotoirs sauvages.

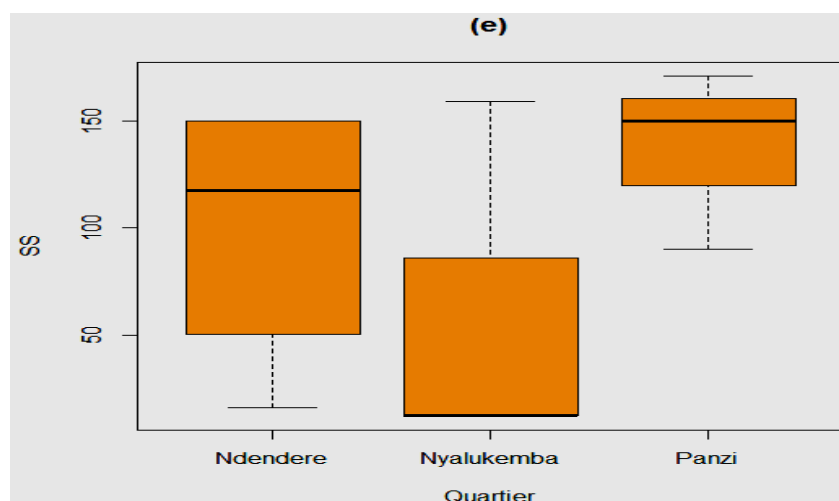


Fig. 4. Variabilité de *Salmonella/Shigella* sur les dépotoirs sauvages en commune d'Ibanda.

Pour *Salmonella* et *Shigella*, la fluctuation des UFC exprimée par la figure 4 montre que le quartier Nyalukemba a un pic élevé d'au moins 150  $\times 10^6$  UFC  $g^{-1}$  tandis que le quartier Ndendere présente la valeur moyenne la plus basse se situant entre 10 et 50  $\times 10^6$  UFC $g^{-1}$ .

Une ANOVA entre les divers groupes des bactéries potentiellement pathogènes détectées sur les différents quartiers de la Commune d'Ibanda révèle que les données ne suivent pas de distribution normale ( $p > 5\%$ ). Pour cela, nous avons réalisé un test Shapiro pour l'analyse des résidus, sans prendre en compte les sites ayant des valeurs nulles. Ce test montre une différence significative entre les entérocoques et les *Pseudomonas* entre les 3 quartiers de la commune d'Ibanda ( $W = 0.81$ ;  $p\text{-val} = 0.01DS$ ). Toutefois, un test Tukey HSD a révélé qu'il n'y a pas de différence significative entre ces différents quartiers.

### 3.5 PRÉSENCE/ABSENCE DES BACTÉRIES DES DÉPOTOIRS SAUVAGES SUR LE MILIEU SÉLECTIF

Dans les 10 sites explorés, huit genres ont été identifiés sur les milieux sélectifs. Le tableau 3 montre la présence (1) ou absence (0) des genres dans les sites d'échantillonnage. Le genre *Pseudomonas* (*P. putrefasciens*) est le plus représenté car détecté sur 4 sites. Le genre *Vibrio* est présent sur 3 sites tandis que les autres genres n'ont été détectés que sur 1 ou 2 sites. Trois genres de bactéries ont été

détectés sur le site DSKR, entre autres *Escherichia*, *Enterobacter* et *Aeromonas*. Le genre *Citrobacter* n'a été détecté que sur le site DSKM et *Aeromonas* sur le site DSGB.

Tableau 3. Occurrence des bactéries potentiellement pathogènes sur les dépotoirs sauvages

Genres	DSKR	DSMNG	DSGB	DSELA	DSISP	DSCS	DSPC	DSMUSH	DSKM	DSRGK
<i>Aeromonas</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Citrobacter</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Enterobacter</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Escherichia</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Pseudomonas</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0
<i>Serratia</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Sphingomonas</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vibrio</i>	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0

Légende: DSKR=Dépotoir de Kaza Roho, DSMNG = Dépotoir Marché Nguba, DSGB = Dépotoir Galerie Bugugu, DSELA = Dépotoir ELAKAT, DSISP= Dépotoir Dépotoir ISP/Bukavu, DSCS = Dépotoir Camp Saio, DSPC = Dépotoir Prison Centrale, DSMUSH = Dépotoir de Mushununu, DSKM =Dépotoir Kasoko Maendeleo, DSRGK= Dépotoir REGIDESO Kasongo

#### 4 DISCUSSION

Dans la commune d'Ibanda, les hommes sont en contact direct avec les déchets entreposés au sol tout comme dans les eaux. Lorsque les enfants ou les adultes jouent dans les dépotoirs ou lorsqu'ils mangent des feuilles ou des racines de légumes, couvertes de poussière les risques de contamination due aux bactéries pathogènes augmentent. Au cours d'échantillonnage, cinq groupes des bactéries ont été recherchés dans les dépotoirs sauvages de la commune; les Entérocoques, la Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT), les *Shigella* et *Salmonella* (SS), ainsi que les Coliformes (totaux et fécaux). Un des facteurs majeurs expliquant le taux élevé des FMAT et des *Pseudomonas* serait l'augmentation de la température dans les dépotoirs sauvages (Prescott et al., 2007). La présence de ce type des bactéries pathogènes dans les dépotoirs sauvages est du pouvoir infectieux chez l'homme. Les Entérocoques sont responsables d'infections urinaires et d'endocardites, les *Salmonella* sont des parasites de l'homme, des Mammifères (rongeurs), des Oiseaux et des animaux à sang froid comme les Reptiles. Elles sont responsables après pénétration par voie orale, de nombreuses infections dont les fièvres typhoïdes.

Les végétaux poussant sur les dépotoirs sauvages sélectionnent aussi, de façon directe ou indirecte, la communauté microbienne. Prescott et al. (2007) soulignent que ces micro-organismes se développent dans la phyllosphère, dans la rhizosphère ou à l'intérieur de la plante comme bactéries endophytes. Ces auteurs ont montré, par exemple, que des bactéries du genre *Sphingomonas* sont présentes sur les feuilles et les tiges de certaines plantes. La population riveraine consommatrice des végétaux poussant dans les dépotoirs sauvages peuvent être atteints des maladies infectieuses dues à ce type des bactéries. Par ailleurs, Dommergues et Mangenot (1990) spécifient que les *Pseudomonas*, rhizobactéries promotrices de la croissance végétale, peuvent être des parasites opportunistes. Comme les mécanismes d'invasion des plantes ne sont pas éloignés de ceux impliqués dans la pathogénicité de certaines bactéries, il est donc question de comprendre que des bactéries vivant en association avec les plantes des dépotoirs sauvages peuvent être pathogènes à l'homme.

Fedorak et al. (1981) ont trouvé 66,4% de coliformes totaux et 29,5% de coliformes fécaux dans un centre de stockage des déchets ménagers et assimilés. Cette gamme n'est pas loin de celle détectée sur le site DSELA où nous avons trouvé un taux de coliformes de 24%. En effet, le dépôt de déchets sur le sol peut modifier sa qualité par l'action des microorganismes.

A la suite des recherches de Bertrand et al. (2011), nous affirmons que dans les dépotoirs de la commune d'Ibanda, il y a deux catégories des bactéries pathogènes: strictes ou spécifiques, responsables de maladie bien caractérisées comme c'est le cas des salmonelles, des entérocoques, des coliformes... et opportunistes, qui ne provoquent pas habituellement de maladie mais pathogènes chez des sujets à défenses immunitaires faibles ou altérées comme c'est le cas de *Pseudomonas*.

#### 5 CONCLUSION

Cet objectif visait à dénombrer et à identifier les bactéries pathogènes des 10 dépotoirs sauvages à travers diverses méthodes en vue d'approfondir le secteur de la santé publique qu'environnemental sur la présence des certaines bactéries en milieu urbain. La culture bactérienne sur différents milieux de culture universels et spécifiques a montré la prévalence de huit genres de bactéries potentiellement pathogènes dont *Aeromonas*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Serratia*, *Pseudomonas*, *Sphingomonas* et *Vibrio* atteignant par endroits les  $300.10^6$  UFCg<sup>-1</sup> de sol. Les bactéries de ces genres sont les principales responsables de différentes maladies d'origine

hydrique. La population de la ville de Bukavu doit donc faire face à la contamination par ces bactéries soit par inhalation, soit par digestion, soit par contact direct. La mise en application de la stratégie des 3R (Réduire, Recycler et Réutiliser) ainsi que l'installation d'une centrale de bio méthanisation pourraient réduire les conséquences des déchets sur la population et sur l'environnement. Les travaux de recherche à venir pourront tenir compte d'études sur la résistance de ces bactéries pathogènes face aux antibiotiques.

## REFERENCES

- [1] Bahri B, Leconte M, Ouffroukh A, de Vallavieille-Pope C, Enjalbert J., 2009b. Geographic limits of a clonal population of wheat yellow rust in the Mediterranean region. *Molecular Ecology*. (18): 4165-4179.
- [2] Bertrand J-C, Caumette P, Lebaron P, Matheron R & Normand P., 2011. *Ecologie microbienne: Microbiologie des milieux naturels et anthropiques*. Presses universitaires de Pau et des Pays de l'Adour (France). pp1002.
- [3] Bisimwa KD, Jung CG. et A. Cubaka-Kabagale, 2013. Essai de compostage comme voie de valorisation des déchets ménagers solides dans la ville de Bukavu au Sud-Kivu. *Déchets Sciences et Techniques*, 85: 31-38.
- [4] DCM1, 2003. Cours de Bactériologie, Service de Bactériologie, Université P-M Curie.
- [5] Dolk, H., 1998. Rise in prevalence of hypospadias, *Lancet*: 770-771.
- [6] Dommergues Y, Mangenot F., 1990. *Écologie microbienne du sol*. Masson, Paris, 796 p.
- [7] Fedorak, P.M., and Westlake, W.S., 1981. Microbial degradation of aromatics and saturates in Prudhoe Bay crude oil as determined by glass capillary gas chromatography, *Can J Microbiol*, 27, 432-443.
- [8] Gebra, S., 2003. A submarine slide on the Trinity Peninsula Margin, Antarctica. *Marine Geology* 193 (2003) 235-252.
- [9] Glandier, S., 2002. Risques sanitaire liés aux fuites de lixiats des autres de stockage de de déchets ménagers et assimilés, Ecole Nationale de la Santé Publique de la France, 92p.
- [10] Hammer, O., Harper, D.A.T. et Ryan, P.D., 2001. Paleontological Statistics Software package for education and data analysis, *Paleontologia Electronica* 4 (1), 9pp, Version 2.16.
- [11] Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Staley, J.T., Williams, S.T., 1994. Genus *Acetobacter* and *Gluconobacter*; *Bergey's Manual of Determinative Bacter.*, 19th ed. MD, USA, 200pp.
- [12] Hoornweg, D., Bahda, T., et Perinaz, 2012. *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*, Urban Development Series; <https://openknowledge.worldbank.org>.
- [13] Prescott L.M., Harley, J.P., and Klein, D.A., 2007. *Microbiologie*, Edition De Boeck et Larcier.