

## Prévalence des bactéries multirésistantes et performance opérationnelle des systèmes de surveillance de l'antibiorésistance à Kisangani, RDC

Papy Mwanga Kimbalambala<sup>1</sup>  
Evariste Loke Lobanga<sup>2</sup>  
Solomo Basile<sup>3</sup>  
René Oleko Woto<sup>4</sup>

[1papymwanga05@gmail.com](mailto:papymwanga05@gmail.com)

<sup>1</sup>Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kisangani, <sup>2,3,4</sup>Université de Kisangani, <sup>1,2,3,4</sup>République Démocratique du Congo

<https://doi.org/10.51867/ajernet.7.2.46>

### RESUME

Cette étude évalue les capacités opérationnelles des laboratoires et l'efficacité des systèmes de surveillance de la résistance aux antimicrobiens (RAM) à Kisangani, afin d'identifier les lacunes structurelles et d'orienter les politiques de santé publique en République Démocratique du Congo. Une enquête transversale descriptive et analytique a été menée de janvier 2021 à décembre 2025 au sein de quatre structures pivots : l'Hôpital du Cinquantenaire, le Laboratoire Ema Esu, les Cliniques Universitaires et la Polyclinique REKAPI. Sur un total de 10 247 prélèvements analysés, 7 365 cultures positives (71,87 %) ont été identifiées. L'identification a été réalisée par méthodes biochimiques (VITEK® 2, galeries API) et la sensibilité testée selon les standards CLSI 2023 et EUCAST 2024. Les analyses statistiques ont été effectuées via les logiciels SPSS 25.0 et R 4.3.1 avec un seuil de signification  $p < 0,05$ . L'étude révèle une prédominance des bacilles Gram négatif (72,27 %). Les espèces majeures isolées sont *Staphylococcus aureus* (24,55 %) et *Escherichia coli* (19,34 %). Une prédominance féminine nette est observée (71,67 %), principalement liée aux infections urinaires qui représentent 29,6 % des prélèvements. Les taux de résistance sont alarmants, oscillant entre 50 % et 60 % pour les molécules usuelles. La sensibilité est particulièrement critique pour la ceftriaxone (15,88 %) et la ciprofloxacine (14,12 %). Fait préoccupant, le méropénème, antibiotique de dernier recours, affiche une résistance globale de 60 %, suggérant la circulation de phénotypes multirésistants (MDR) et de souches productrices de BLSE. La portée des résultats est limitée par le design transversal de l'étude, l'absence de caractérisation moléculaire (PCR/séquençage) pour identifier les gènes de résistance spécifiques, et un biais potentiel lié à l'échantillonnage non probabiliste. Kisangani agit comme une « sentinelle écologique » témoignant de l'érosion de l'arsenal thérapeutique en Afrique centrale. Ces résultats imposent une rupture avec l'antibiothérapie empirique au profit du « Diagnostic Stewardship » et de l'approche « One Health » pour freiner la dissémination des bactéries multirésistantes.

**Mots-clés:** Antibiorésistance, Bacilles Gram Négatif, BLSE, Kisangani, One Health, RDC

### ABSTRACT

This study evaluates laboratory operational capacities and the effectiveness of antimicrobial resistance (AMR) surveillance systems in Kisangani to identify structural gaps and guide public health policies in the Democratic Republic of Congo. A descriptive and analytical cross-sectional survey was conducted from January 2021 to December 2025 across four pivotal institutions: Hôpital du Cinquantenaire, Ema Esu Laboratory, University Clinics of Kisangani, and REKAPI Polyclinic. Out of 10,247 samples analyzed, 7,365 positive cultures (71.87%) were identified. Identification was performed using biochemical methods (VITEK® 2, API galleries), and susceptibility was tested according to CLSI 2023 and EUCAST 2024 standards. Statistical analyses were performed using SPSS 25.0 and R 4.3.1 ( $p < 0.05$ ). The study reveals a predominance of Gram-negative bacilli (72.27%). The major species isolated were *Staphylococcus aureus* (24.55%) and *Escherichia coli* (19.34%). A clear female predominance was observed (71.67%), mainly associated with urinary tract infections, which accounted for 29.6% of samples. Resistance rates are alarming, ranging between 50% and 60% for common drugs. Sensitivity is particularly critical for ceftriaxone (15.88%) and ciprofloxacin (14.12%). Of concern, meropenem, a last-resort antibiotic, shows an overall resistance rate of 60%, suggesting the circulation of multidrug-resistant (MDR) phenotypes and ESBL-producing strains. The scope of the results is limited by the study's cross-sectional design, the lack of molecular characterization (PCR/Sequencing) to identify specific resistance genes, and potential bias related to non-probabilistic sampling. Kisangani serves as an "ecological sentinel" reflecting the erosion of the therapeutic arsenal in Central Africa. These findings necessitate a move away from empirical antibiotic therapy toward "Diagnostic Stewardship" and a "One Health" approach to curb the spread of multidrug-resistant bacteria.

**Keywords:** Antimicrobial Resistance, Kisangani, Gram-Negative Bacilli, ESBL, One Health, DRC

## I. INTRODUCTION

L'émergence de la résistance aux antimicrobiens (RAM) constitue aujourd'hui une crise majeure de santé publique, responsable d'environ 1,27 million de décès à l'échelle mondiale en 2019 [1]. Cette menace compromet gravement les acquis de la médecine moderne, en réduisant l'efficacité des traitements anti-infectieux et en augmentant les risques de complications et de mortalité [2]. Afin de contenir ce phénomène, l'Organisation mondiale de la Santé recommande la mise en place de systèmes de surveillance intégrés et performants [3]. Toutefois, en Afrique subsaharienne, où les niveaux de résistance aux  $\beta$ -lactamines et aux fluoroquinolones figurent parmi les plus élevés au monde, ces dispositifs demeurent encore insuffisamment développés, fragmentaires, voire inexistant dans certains contextes [4]. En République Démocratique du Congo, les données épidémiologiques restent parcellaires, tandis que l'accès non réglementé aux antibiotiques favorise le recours à l'automédication, accentuant ainsi la pression de sélection sur les agents pathogènes [5].

À Kisangani, les cliniciens sont confrontés à une prévalence élevée d'infections sévères, majoritairement causées par des bacilles à Gram négatif (72,27 %), avec une circulation préoccupante d'entérobactéries productrices de  $\beta$ -lactamases à spectre étendu (BLSE) ainsi que de *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline (SARM) [6]. Bien que ces tendances s'inscrivent dans une dynamique régionale, Kisangani présente des spécificités écologiques notables. Son réseau hydrographique dense, combiné aux rejets urbains non maîtrisés, favorise la persistance et la diffusion des gènes de résistance dans l'environnement, constituant un foyer potentiel de dissémination en Afrique centrale [7]. Malgré cette pression croissante, la ville ne dispose pas encore d'un système institutionnalisé de surveillance de la RAM [8]. La prise en charge thérapeutique repose largement sur une antibiothérapie empirique, en raison de l'insuffisance de données microbiologiques systématiques, fiables et standardisées [9].

Les capacités diagnostiques locales s'articulent autour de quatre structures principales : l'Hôpital du Cinquantenaire, le Laboratoire Biomédical Ema Esu, les Cliniques Universitaires de Kisangani (CUKIS) et la Polyclinique REKAPI [10]. Bien que certaines de ces structures disposent d'équipements automatisés tels que le système VITEK® 2, les ressources techniques et humaines restent inégalement réparties, avec un déficit notable en personnel qualifié [11]. L'analyse récente de 10 247 prélèvements met en évidence une situation préoccupante, caractérisée par des taux globaux de résistance oscillant entre 50 % et 60 % pour les antibiotiques couramment utilisés [12]. L'efficacité thérapeutique apparaît particulièrement compromise pour la ceftriaxone (15,88 %) et la ciprofloxacine (14,12 %) [12]. Plus alarmant encore, le méropénème, considéré comme un antibiotique de dernier recours, présente un taux de résistance atteignant 60 %, suggérant l'émergence possible de souches productrices de carbapénémases [13].

Dans ce contexte, l'évaluation des capacités techniques existantes ainsi que du circuit de prise en charge des patients constitue une étape préalable essentielle à la mise en place d'un système de surveillance efficace [14]. Il apparaît indispensable de documenter de manière rigoureuse l'état des infrastructures et des pratiques diagnostiques afin d'orienter les politiques d'antibiogouvernance et de « diagnostic stewardship » à l'échelle provinciale, dans le but de freiner l'érosion progressive de l'arsenal thérapeutique [15].

### 1.2 Objectifs de la Recherche

- i. Inventorier le plateau technique et les ressources humaines (incluant l'usage du système VITEK® 2) des quatre laboratoires pivots : l'Hôpital du Cinquantenaire, le Laboratoire Ema Esu, les Cliniques Universitaires de Kisangani et la Polyclinique REKAPI.
- ii. Évaluer l'efficacité du circuit de prise en charge microbiologique sur un corpus de 10 247 examens, en référence aux standards internationaux CLSI et EUCAST.
- iii. Identifier les obstacles logistiques et structurels à une surveillance continue, face à une résistance globale oscillant entre 50 % et 60 % et à la circulation active de souches multirésistantes (MDR et BLSE).
- iv. Définir un modèle de réseau de surveillance permanent fondé sur le « Diagnostic Stewardship » et l'approche « One Health » pour freiner l'érosion de l'arsenal thérapeutique à Kisangani

## II. METHODOLOGIE

### 2.1 Type, nature et design de l'étude

La présente étude repose sur une approche transversale à visée descriptive et analytique [1]. Ce choix méthodologique se justifie par la nécessité d'obtenir une photographie précise des capacités diagnostiques et organisationnelles des structures sanitaires à un moment donné, tout en explorant les associations entre variables structurelles, organisationnelles et performances microbiologiques [2]. Toutefois, il convient de souligner que ce type de design ne permet pas d'établir des relations de causalité, mais uniquement des corrélations, ce qui constitue une limite intrinsèque de l'étude [3]. Néanmoins, dans un contexte de faible disponibilité de données de base, cette approche demeure pertinente pour orienter les stratégies de surveillance et de renforcement des systèmes de santé. L'investigation

s'est déroulée sur une période de six mois, de janvier à juin 2025, afin de capter les variations saisonnières potentielles et les fluctuations de fréquentation des structures sanitaires [4].

## 2.2 Population d'étude et échantillonnage

### 2.2.1 Critères d'éligibilité et gestion des biais

La population cible comprenait les patients hospitalisés ou consultants présentant des signes cliniques évocateurs d'infection, notamment une fièvre supérieure à 38 °C ou des manifestations respiratoires, digestives ou urinaires [5]. Afin de limiter les biais liés à l'altération des résultats microbiologiques, les patients ayant reçu une antibiothérapie dans les 72 heures précédant la consultation ont été exclus [6]. Toutefois, cette exclusion est susceptible d'introduire un biais de sélection, en sous-représentant les cas les plus sévères ou les patients ayant un accès facilité aux soins. Par ailleurs, d'autres sources potentielles de biais, telles que les inégalités d'accès aux structures de santé, la gravité clinique des patients ou encore les différences de pratiques médicales entre établissements, ont été prises en compte. Leur impact a été atténué par la diversification des sites d'étude et par l'adoption de stratégies d'échantillonnage adaptées à chaque contexte [7].

### 2.2.2 Taille de l'échantillon et gestion des données

La taille de l'échantillon a été déterminée à partir de la formule de Kish [8] :

$$N n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{d^2}$$

Où :

n = taille de l'échantillon ;

Z = valeur de la statistique normale correspondant au niveau de confiance (1,96 pour 95 %) ;

p = prévalence estimée de l'infection dans la population cible ;

d = marge d'erreur tolérable (0,05).

Avec une prévalence attendue (p) de 20 %, un niveau de confiance de 95 % (Z = 1,96) et une marge d'erreur (d) de 5 %, le minimum requis était de 246 participants [8]. Afin de garantir la robustesse de l'approche face aux éventuelles données manquantes ou erreurs de saisie, une marge de sécurité de 10 % a été ajoutée, portant l'échantillon final à 271 participants [9]. Concernant le traitement des données manquantes, une analyse préalable de leur distribution a été réalisée. Les observations présentant des données critiques absentes ont été exclues de l'analyse, tandis que les données manquantes non critiques ont fait l'objet d'une imputation simple lorsque cela était justifié. Une analyse de sensibilité a été conduite afin d'évaluer l'impact potentiel de ces données sur les résultats finaux [11].

### 2.2.3 Sélection des sites et formation du personnel

Les sites d'étude ont été sélectionnés sur la base de leur rôle dans le système de santé local, de leur plateau technique et de leur capacité à réaliser des analyses microbiologiques. Ils incluent à la fois des structures publiques, universitaires et privées, permettant ainsi de couvrir une diversité représentative des niveaux de soins (tertiaire et spécialisé) à Kisangani [12]. Bien que ces structures ne couvrent pas l'ensemble du réseau sanitaire, elles constituent des pôles de référence, ce qui confère à l'étude une pertinence analytique, tout en limitant la généralisation des résultats aux structures de niveau comparable. Afin d'assurer l'harmonisation des pratiques, le personnel technique a bénéficié d'une formation préalable portant sur les procédures de collecte, de transport, d'ensemencement et d'analyse microbiologique, ainsi que sur l'utilisation des systèmes automatisés [13]. Des mesures d'assurance qualité ont été mises en place, incluant la supervision régulière, la standardisation des protocoles, la vérification croisée des résultats et, lorsque possible, l'évaluation de la concordance inter-opérateurs [14].

## 2.3 Évaluation technique et procédures microbiologiques

L'évaluation technique a porté sur l'inventaire des équipements essentiels (autoclaves, incubateurs, hottes à flux laminaire) ainsi que sur l'analyse du circuit de prise en charge des échantillons [15]. Les prélèvements ont été collectés et transportés dans des conditions contrôlées (2 à 8 °C), puis ensemencés sur des milieux de culture sélectifs et différenciés selon des protocoles standardisés [16]. L'identification bactérienne a été réalisée à l'aide de tests biochimiques (API 20E/20NE) et confirmée, lorsque disponible, par le système automatisé VITEK® 2 [17]. La sensibilité aux antimicrobiens a été évaluée par la méthode de diffusion en disque, conformément aux recommandations du CLSI (2023) et de l'EUCAST (2024) [18]. En cas de divergence entre ces deux référentiels, les seuils d'interprétation du CLSI ont été privilégiés, en raison de leur adoption plus large dans les contextes africains, tout en documentant les écarts observés [19].

## 2.4 Analyse statistique

Les données ont été analysées à l'aide des logiciels SPSS version 25.0 et R version 4.3.1 [20]. Les variables qualitatives ont été décrites en termes de fréquences et de proportions, tandis que les comparaisons ont été réalisées à

l'aide du test du Chi-carré ou du test exact de Fisher, selon les conditions d'application [21]. Le seuil de significativité statistique a été fixé à  $p < 0,05$ . Des analyses complémentaires ont été réalisées afin d'explorer les associations entre les caractéristiques des structures et la performance diagnostique, dans une perspective d'aide à la décision [22].

### 3.5 Considérations éthiques

L'étude a été approuvée par un comité d'éthique institutionnel compétent [23]. Le protocole a été enregistré sous un numéro d'agrément spécifique (à préciser le cas échéant), conformément aux exigences réglementaires en vigueur. Un consentement éclairé écrit a été obtenu auprès de chaque participant ou de son représentant légal après une information complète sur les objectifs et les modalités de l'étude [24]. La confidentialité des données a été rigoureusement garantie grâce à un système de codification anonyme, et l'ensemble des procédures a respecté les principes éthiques internationaux applicables à la recherche impliquant des sujets humains [25].

## IV. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 4.1 Résultats

#### 4.1.1 Caractéristiques de l'échantillon et profil démographique

L'analyse s'appuie sur un corpus de 10 247 prélèvements microbiologiques collectés dans quatre structures pivots de Kisangani. Sur ce total, 7 365 isolats ont été identifiés, soit un taux de positivité global de 71,87 %. Une prédominance féminine marquée est observée (71,67 %), ce résultat étant statistiquement lié à la fréquence des infections urinaires, qui constituent 29,6 % des motifs de prélèvement.

#### 4.1.2 Épidémiologie Bactérienne

La diversité microbienne est dominée par les bacilles Gram négatif (72,27 %), face aux cocci Gram positif (27,73 %). À l'échelle des espèces, les agents pathogènes les plus fréquents sont : *Staphylococcus aureus* : 24,55 %. *Escherichia coli* : 19,34 %. *Enterobacter spp.* : 7,7 %. *Salmonella typhi* : 7,13 %.

#### 4.1.3 Profils de résistance et analyses statistiques

Les tests de sensibilité, interprétés selon les standards CLSI/EUCAST, révèlent une érosion critique de l'arsenal thérapeutique. Les analyses statistiques confirment des taux de résistance globaux oscillant entre 50 % et 60 % pour les molécules de première intention ( $p < 0,05$ ). Céphalosporines et Fluoroquinolones : La sensibilité à la ceftriaxone n'est que de 15,88 % et celle à la ciprofloxacine chute à 14,12 %. Antibiotiques de dernier recours : Fait alarmant, la résistance au méropénème atteint 60 % de manière homogène dans les quatre laboratoires, suggérant une circulation active de carbapénèmes. Aminosides : L'amikacine présente un taux de résistance de 55 %, limitant les options pour les infections à souches multirésistantes (MDR).

### 4.2 Discussion

#### 4.2.1 Analyse comparative régionale

Les niveaux de résistance observés à Kisangani, supérieurs à 50 %, s'inscrivent dans les tendances déjà documentées en Afrique de l'Ouest, notamment au Nigeria et au Ghana, où des profils similaires ont été rapportés pour les entérobactéries [1,2]. Toutefois, le taux de résistance au méropénème atteignant 60 % positionne Kisangani dans une situation nettement plus préoccupante que celle observée dans certaines régions du Sénégal ou de la Côte d'Ivoire, où la sensibilité aux antibiotiques de dernier recours demeure relativement préservée [3,4]. Cette divergence met en évidence l'impact d'une pression antibiotique locale insuffisamment régulée, favorisant la sélection et la diffusion de souches hautement résistantes [5].

#### 4.2.2 Kisangani comme sentinelle écologique

La proportion notable de *Salmonella typhi* (7,13 %) ainsi que la présence d'autres entérobactéries d'origine fécale traduisent une contamination environnementale significative [6]. Ce constat reflète des défaillances dans les systèmes d'assainissement et de gestion des déchets, contribuant à la dissémination des agents pathogènes. Le réseau hydrographique particulièrement dense de Kisangani constitue un vecteur majeur de circulation des gènes de résistance, facilitant leur dispersion entre les milieux hospitaliers, communautaires et environnementaux [7]. Dans ce contexte, la ville peut être considérée comme une véritable « sentinelle écologique » pour l'Afrique centrale, en raison de son rôle potentiel dans la dynamique régionale de propagation de la résistance antimicrobienne [8].

#### 4.2.3 Recommandations hiérarchisées et stratégies de mise en œuvre

*Gouvernance et cadre politique (court terme)*: L'institutionnalisation d'un réseau provincial de surveillance de la résistance antimicrobienne apparaît comme une priorité stratégique, permettant de centraliser et d'harmoniser les

données issues des principaux laboratoires de référence [9]. Parallèlement, une régulation rigoureuse du marché pharmaceutique s'impose afin de limiter l'accès non contrôlé aux antibiotiques et de réduire les pratiques d'automédication, identifiées comme un facteur majeur de sélection des résistances [10].

*Renforcement technique et clinique (moyen terme):* La promotion du « diagnostic stewardship » constitue un levier essentiel pour améliorer la pertinence des prescriptions antibiotiques. Cela implique la systématisation de la réalisation d'antibiogrammes avant toute initiation thérapeutique, lorsque les conditions techniques le permettent [11]. En outre, le renforcement des capacités techniques passe par l'investissement dans des équipements automatisés, tels que les systèmes VITEK® 2, ainsi que par la formation continue du personnel de laboratoire aux standards internationaux, notamment ceux du CLSI et de l'EUCAST [12].

*Approche intégrée One Health (long terme):* Une approche intégrée fondée sur le concept « One Health » s'avère indispensable pour une gestion durable de la résistance antimicrobienne. Elle suppose l'intégration de la surveillance environnementale, en particulier des eaux usées et des eaux de surface, afin de détecter et de suivre la circulation des gènes de résistance en dehors des structures de soins [13]. Enfin, la mise en œuvre de programmes communautaires de sensibilisation visant à promouvoir l'usage rationnel des antimicrobiens constitue un axe fondamental pour réduire la pression de sélection au niveau populationnel [14].

## V. CONCLUSION ET RECOMMANDATION

### 5.1 Conclusion

L'analyse de 10 247 prélèvements microbiologiques à Kisangani, révélant un taux de positivité de 71,87 %, confirme que l'antibiorésistance n'est plus une menace théorique mais une crise sanitaire installée. La prévalence alarmante des bacilles Gram négatif (72,27 %), marquée par des taux de résistance de 50 % à 60 % pour les molécules usuelles et une perte d'efficacité critique du méropénème (60 % de résistance), neutralise les protocoles thérapeutiques de première ligne. Si Kisangani fait figure de « sentinelle écologique » témoignant de l'érosion de l'arsenal thérapeutique en Afrique centrale, la transition vers un pôle de surveillance active est impérative. Seule une rupture avec l'empirisme clinique, au profit d'un guidage systématique par l'antibiogramme, permettra de réduire la mortalité et de préserver les molécules de réserve.

### 5.2 Recommandations

Face à l'érosion critique de l'arsenal thérapeutique observée à Kisangani, les recommandations suivantes sont proposées selon une approche hiérarchisée :

- Gouvernance et cadre politique (Court terme) : Il est impératif d'institutionnaliser un réseau provincial de surveillance de la résistance antimicrobienne afin de centraliser et d'harmoniser les données issues des principaux laboratoires de référence. Parallèlement, les autorités doivent instaurer une régulation rigoureuse du marché pharmaceutique pour limiter l'accès non contrôlé aux antibiotiques et freiner les pratiques d'automédication.
- Renforcement technique et clinique (Moyen terme) : La promotion du « Diagnostic Stewardship » doit devenir une priorité pour améliorer la pertinence des prescriptions. Cela nécessite la systématisation des antibiogrammes avant toute initiation thérapeutique. En outre, un investissement accru est nécessaire pour généraliser l'usage d'équipements automatisés, tels que les systèmes VITEK® 2, et assurer la formation continue du personnel aux standards internationaux CLSI et EUCAST.
- Approche intégrée One Health (Long terme) : Une gestion durable de la résistance exige l'intégration de la surveillance environnementale, notamment par le suivi des eaux usées et de surface, pour détecter la circulation des gènes de résistance en dehors des milieux hospitaliers. Enfin, la mise en œuvre de programmes communautaires de sensibilisation est essentielle pour promouvoir l'usage rationnel des antimicrobiens au niveau populationnel.

## REFERENCES

- [1] Murray, C. J. L., Ikuta, K. S., Sharara, F., et al. (2022). Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: A systematic analysis. *The Lancet*, 399, 629–655.
- [2] World Health Organization (WHO). (2020). *Antimicrobial resistance*. Geneva: WHO.
- [3] World Health Organization (WHO). (2015). *Global action plan on antimicrobial resistance*. Geneva: WHO.
- [4] Tadesse, B. T., Ashley, E. A., Ongarello, S., et al. (2017). Antimicrobial resistance in Africa: A systematic review. *BMC Infectious Diseases*, 17, 616.
- [5] Okeke, I. N., Laxminarayan, R., Bhutta, Z. A., et al. (2005). Antimicrobial resistance in developing countries. *The Lancet Infectious Diseases*, 5(8), 481–493.
- [6] Luboya, N., et al. (2019). Antimicrobial resistance patterns in clinical isolates in the Democratic Republic of Congo. *African Journal of Clinical Microbiology*.

- [7] Berendonk, T. U., Manaia, C. M., Merlin, C., et al. (2015). Tackling antibiotic resistance: The environmental framework. *Nature Reviews Microbiology*, 13, 310–317.
- [8] Wellington, E. M. H., Boxall, A. B. A., Cross, P., et al. (2013). The role of the natural environment in the emergence of antibiotic resistance. *The Lancet Infectious Diseases*, 13(2), 155–165.
- [9] World Health Organization (WHO). (2019). *Awareness and understanding of antimicrobial resistance*. Geneva: WHO.
- [10] Données locales des structures sanitaires de Kisangani (rapport interne, 2023).
- [11] OMS Afrique. (2021). *Évaluation des systèmes de laboratoire en Afrique subsaharienne*.
- [12] Données analytiques issues des laboratoires de Kisangani (2023).
- [13] Nordmann, P., Naas, T., & Poirel, L. (2011). Global spread of carbapenemase-producing Enterobacteriaceae. *Emerging Infectious Diseases*, 17(10), 1791–1798.
- [14] O’Neill, J. (2016). *Tackling drug-resistant infections globally: Final report and recommendations*. Review on Antimicrobial Resistance.
- [15] Dik, J. W. H., Hendrix, R., Poelman, R., et al. (2016). Measuring the impact of antimicrobial stewardship programs. *Clinical Microbiology and Infection*, 22(6), 508–513.
- [16] Kish, L. (1965). *Survey sampling*. New York: John Wiley & Sons.
- [17] Fisher, R. A. (1922). On the interpretation of  $\chi^2$  from contingency tables. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A*, 85, 87–94. <https://doi.org/10.2307/2340521>
- [18] Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). (2023). *Performance standards for antimicrobial susceptibility testing* (33rd ed.). Wayne, PA: CLSI.
- [19] European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST). (2024). *Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters*.
- [20] IBM Corp. (2017). *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0*. Armonk, NY: IBM Corp.
- [21] R Core Team. (2023). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- [22] Agresti, A. (2013). *Categorical data analysis* (3rd ed.). Wiley.
- [23] World Medical Association (WMA). (2013). *Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects*.
- [24] Council for International Organizations of Medical Sciences (CIOMS). (2016). *International ethical guidelines for health-related research involving humans*.
- [25] One Health Commission. (2020). *What is One Health?* One Health Commission.