



Bacilles à Gram négatif résistants aux carbapénèmes dans les hôpitaux de niveau tertiaire de Niamey, Niger.

Carbapenem-resistant Gram-negative bacilli in tertiary hospitals of Niamey, Niger.

Yacouba A^{1,2,*}, Tapha O², Abdou Hima H¹, Moussa Saley S^{1,3}, Abdou Natali B³, Abdoulaye O⁴, Amatagas S⁵, Doutchi M⁵, Brah S^{1,2}, Mamadou S^{1,2}.

Reçu le 22-juin-2025

Accepté le 15-10-2025

Publié le 30-12-2025

Mots-clés

Bacille à Gram négatif, résistance aux carbapénèmes, Niger.

Résumé

Introduction : Les carbapénèmes sont des antibiotiques à large spectre utilisés en dernier recours pour le traitement des infections dues aux bactéries multirésistantes. L'objectif de cette étude était de déterminer la prévalence et les facteurs associés à la résistance des bacilles à Gram négatif aux carbapénèmes dans les laboratoires des trois hôpitaux tertiaires de Niamey.

Méthodologie : Il s'agissait d'une étude transversale allant du décembre 2022 à juillet 2023. Tous les bacilles à Gram négatif (BGN) isolés dans les laboratoires des trois hôpitaux tertiaires de Niamey ont été inclus dans ce travail. Les antibiogrammes ont été réalisés et interprétés suivant les recommandations de EUCAST 2023. Une analyse logistique univariée et multivariée a été réalisée pour déterminer les facteurs de risque associés à la résistance des BGN aux carbapénèmes. Une valeur p inférieure à 0,05 était considérée comme significative.

Résultats : Au total 502 souches de BGN ont été isolées de différents échantillons cliniques. Ces souches provenaient majoritairement des patients de sexe masculin (62,7%, sex-ratio =1,69). L'âge médian des patients était de 38 ans (Intervalle interquartile : 7 - 62 ans). Les échantillons à partir desquels les BGN avaient été isolés étaient majoritairement constitués des prélèvements urinaires (67,7%). Les entérobactéries représentaient 92,8% (n=466) des BGN isolés. La fréquence de la résistance des BGN aux carbapénèmes était de 5,8% (n= 29). A l'analyse logistique multivariée, les facteurs de risque significativement associés à la résistance des BGN aux carbapénèmes étaient constitués des prélèvements non urinaires (Odds Ratio ajusté = 24,9; IC95% = 5,92 – 122,67 ; p value < 0,001) et la résistance aux nitrofuranes (Odds Ratio ajusté = 11,99 ; IC 95% : 1,80 – 83,46 ; p value < 0,010).

Conclusion : Il ressort de cette étude que la résistance des BGN aux carbapénèmes est élevée au Niger. Des études ultérieures sur les gènes de résistance aux carbapénèmes circulants au Niger seront nécessaires afin de renforcer la connaissance sur l'antibiorésistance, problème majeur de santé publique.

Keywords

Gram-negative bacillus, carbapenem resistance, Niger.

Abstract

Background: Carbapenems are broad-spectrum antibiotics used as a last resort for the treatment of infections caused by multidrug-resistant bacteria.

This study aimed to determine the prevalence and factors associated with carbapenem resistance in Gram-negative bacilli.

Methods: This was a cross-sectional study conducted from December 2022 to July 2023. All Gram-negative bacilli (GNB) isolated in the laboratories of the three tertiary hospitals in Niamey were included in this study. Antibiotic susceptibility testing (AST) was performed and interpreted according to EUCAST 2023 recommendations. Univariate and multivariate logistic analyses were performed to determine risk factors associated with carbapenem resistance in GNB. A p-value less than 0.05 was considered significant.

Results: A total of 502 GNB strains were isolated from different clinical samples. These strains were predominantly from male patients (62,7%, sex ratio = 1.69). The median age of patients was 38 years (interquartile range: 7 - 62 years). The samples from which GNB were isolated were predominantly urine samples (67.7%). *Enterobacteriaceae* represented 92.8% (n=466) of the isolated BGN. The frequency of GNB resistance to carbapenems was 5.8% (n = 29). In multivariate logistic analysis, risk factors significantly associated with resistance of BGN to carbapenems were non-urinary samples (adjusted odds ratio = 24.9; 95% CI = 5.92 – 122.67; p value < 0.001) and resistance to nitrofurans (adjusted odds ratio = 11.99; 95% CI: 1.80 – 83.46; p value < 0.010).

Conclusion: This study shows that carbapenem resistance among GNBs was relatively high in Niger. Further studies on circulating carbapenem resistance genes in Niger will be necessary to complete this study.

Introduction

Les carbapénèmes constituent une classe d'antibiotiques de la famille des bêta-lactamines, caractérisés par leur large spectre d'action et leur grande stabilité sur certaines bêta-lactamases. Elles font partie de traitement de première ligne pour les infections graves, en particulier les infections nosocomiales dues aux bactéries multirésistantes telles que *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, et les *Enterobacteriaceae* [1]. L'émergence de la résistance aux carbapénèmes est l'un des problèmes les plus importants posés par la résistance aux antibiotiques, car il existe peu d'alternatives thérapeutiques possibles [2–4]. La résistance aux carbapénèmes a été rapportée pour la première fois au début des années 1990 [5]. Elle était alors extrêmement limitée géographiquement, essentiellement au Japon, et est due à un type particulier de carbapénémases: les métallo-β-lactamases de type IMP [6]. Progressivement, l'impact clinique et la diversité des carbapénémases se sont accrus pour devenir significatifs au milieu des années 2000, en particulier chez les entérobactéries [7]. Elles constituent désormais une préoccupation majeure de santé publique [8]. Dans le monde, on estime que 391 800 décès causés par le sepsis en 2019 dont 26,3 % associés à la résistance aux carbapénèmes [9]. Selon l'OMS, les BGN résistants aux carbapénèmes sont classés comme une priorité critique de santé publique suscitant les efforts de recherche et de prévention de la résistance aux

antimicrobiens [10]. En Afrique, les prévalences de *Pseudomonas aeruginosa* et *Acinetobacter baumannii* résistantes aux carbapénèmes étaient respectivement de 8 % et 20 % [11]. A notre connaissance, très peu d'études avaient porté sur la résistance des BGN aux carbapénèmes au Niger. Dans une étude réalisée en 2021, les prévalences de la résistance des entérobactéries et *Pseudomonas aeruginosa* aux carbapénèmes à l'hôpital National de Zinder étaient respectivement de 8 % et 33,3 % [12]. L'objectif de cette étude était de déterminer la prévalence et les facteurs associés à la résistance des bacilles à Gram négatif aux carbapénèmes dans les principaux hôpitaux de la ville de Niamey.

Affiliations :

- 1 Faculté des Sciences de la Santé, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger
- 2 Laboratoire National de Référence sur la Résistance aux Antimicrobiens, Hôpital National Amirou Boubacar Diallo, Niamey, Niger
- 3 Service des Maladies Infectieuses, Hôpital National de Niamey, Niger
- 4 Faculté des Sciences de la Santé, Université Dan Dicko DanKoulodo, Maradi, Niger
- 5 Faculté des Sciences de la Santé, Université André Salifou, Zinder, Niger

***Auteur correspondant :** Dr Yacouba Abdourahamane, Email: abdourahamaneyacouba@yahoo.fr ; Tel +227 88302985; BP : 10146, Route de l'Université, Niamey, Niger

Matériels et méthodes

Type, durée et cadre d'étude

Il s'est agi d'une étude multicentrique transversale descriptive et analytique, réalisée sur une période de huit (8) mois, allant de décembre 2022 à juillet 2023. L'étude a été effectuée dans trois hôpitaux de niveau tertiaire de la ville de Niamey. Il s'agit de l'Hôpital National Amirou Boubacar Diallo (HNABD), Hôpital National de Niamey (HNN) et Hôpital Général de Référence (HGN).

Population d'étude

Tous les patients adressés au laboratoire pour une analyse cytotbactériologique des selles, des urines, des pus, hémoculture et des prélèvements cervicaux vaginaux, avaient constitué la population de cette étude.

L'échantillonnage était de type exhaustif. Tous les patients chez qui 1 BGN a été isolé dans les laboratoires retenus ont été inclus dans cette étude. La taille de l'échantillon de cette étude a été calculée en utilisant le logiciel GPower version 3.1.9.7. En considérant une probabilité d'erreur alpha et bêta à 5%, la taille de l'échantillon minimum pour obtenir une puissance de tests d'hypothèse satisfaisante, était de 493 patients à partir desquels des BGN ont été isolés. Tous les patients ayant réalisé une analyse cytotbactériologique (urine, pus, selle, sperme, prélèvement vaginal) chez qui des bacilles à Gram négatif ont été isolés avaient été inclus dans cette étude. Les examens bactériologiques en doublon provenant du même patient et de la même source étaient exclus de l'étude. Étaient également exclus de cette étude, les examens bactériologiques dont les données n'étaient pas exploitables.

Identification des souches et antibiogrammes

Les souches de bactéries à Gram négatif résistantes aux carbapénèmes étaient isolées à partir des échantillons cliniques adressés au laboratoire. Pour chaque souche, l'identification a été réalisée à l'aide de la galerie API 20E. L'antibiogramme a été réalisé en utilisant la technique de Kirby Bauer (diffusion

des disques sur milieu gélosé) conformément aux recommandations de EUCAST 2023. Les disques des carbapénèmes testés étaient imipénème (10µg), méropénème (10µg) et ertapénème (10µg). D'autres antibiotiques ont été également testés afin d'étudier les résistances associées ainsi que les différents phénotypes de résistance. Il s'agit de : amoxicilline (25µg), ticarcilline (75µg), pipéracilline + tazobactam (75µg), ticarcilline acide clavulanique (85µg), amoxicilline + acide clavulanique (20µg + 10µg), céfalotine (30µg), céfoxitine (30 µg), céfotaxime (30µg), ceftriaxone (30µg), ceftazidime (30µg), ceftazidime-avibactam (14µg), cefepime (30µg), gentamicine (10µg), amikacine (30µg), acide nalidixique (30µg), ciprofloxacine (5µg), levofloxacine (5µg), pefloxacine (5µg), fosfomycine (100µg); nitrofurantoïne (100µg), sulfamethoxazole – trimethoprim (25µg).

Collecte et analyse des données

La collecte des données a été réalisée à partir d'une fiche d'enquête préétablie sur laquelle toutes les informations nécessaires y sont portées. La saisie des données a été faite à l'aide du logiciel EXCEL 2013 et l'analyse des données a été réalisée avec les logiciels Epi info 7.2 et RStudio version 4. Le test de comparaison de Khi-deux (ou à défaut le test de Fisher Exact) était utilisé pour la comparaison des variables qualitatives et une valeur p inférieure à 0,05 était considérée comme significative. Une analyse en régression logistique multivariée a été réalisée pour déterminer les facteurs de risque associés à la résistance des BGN aux carbapénèmes. La variable dépendante était la présence ou l'absence de résistance des BGN aux carbapénèmes. Les variables indépendantes étaient constituées des caractéristiques socio-démographiques, la provenance, la nature du prélèvement, le groupe des bactéries isolées (entérobactéries, non fermentaires), le germe isolé et le profil de sensibilité aux antibiotiques. Le modèle de la

régression logistique été construit à partir des variables dont les p-values étaient $\leq 0,2$ en analyse univariée. Les données étaient présentées sous forme des tableaux et figures.

Considérations éthiques

Pour mener cette étude, une autorisation de recherche (N°0066/UAM/FSS/DOY/SP) a été délivrée par le Doyen de la faculté des sciences de la santé (FSS) de l'Université Abdou Moumouni de Niamey. L'anonymat et la confidentialité ont été respectés.

Résultats

Au total 502 souches des bacilles à Gram négatif ont été isolées chez 502 patients différents durant la période de cette d'étude. Parmi les 502 souches, 5,8% (n=29) présentaient une résistance aux carbapénèmes. Les patients de sexe masculin étaient les plus représentés avec un effectif de 315, soit 62,7%. L'âge médian des patients était de 38 ans (Intervalle interquartile : 7 - 62 ans) avec des extrêmes de 23 jours et 92 ans. La majorité des BGN étaient isolés dans les urines (n=340 ; 67,7%) (Tableau I).

Tableau I : Caractéristiques de base des patients inclus (n=502).

Caractéristiques	Effectif	%
Sexe		
Masculin	315	62,7
Féminin	187	37,3
Age (année)		
≤ 40	268	53,4
> 40	234	46,6
Structure		
LNR RAM*	265	52,8%
Non LNR RAM	237	47,2%
Nature du prélèvement		
Urine	340	67,7%
Non Urines	162	32,3%

* Laboratoire National de Reference sur la résistance aux antimicrobiens.

Bacilles à Gram négatif isolés

Parmi les 502 bacilles à Gram négatif isolés dans cette étude, *Escherichia coli* était majoritaire avec 44,8% (n=225), suivie de *Klebsiella* spp. avec 11,4% (n=57) (Tableau II). La figure 1 présente l'antibiogramme d'une souche de *Klebsiella pneumoniae* résistante aux carbapénèmes, isolée d'un prélèvement urinaire.

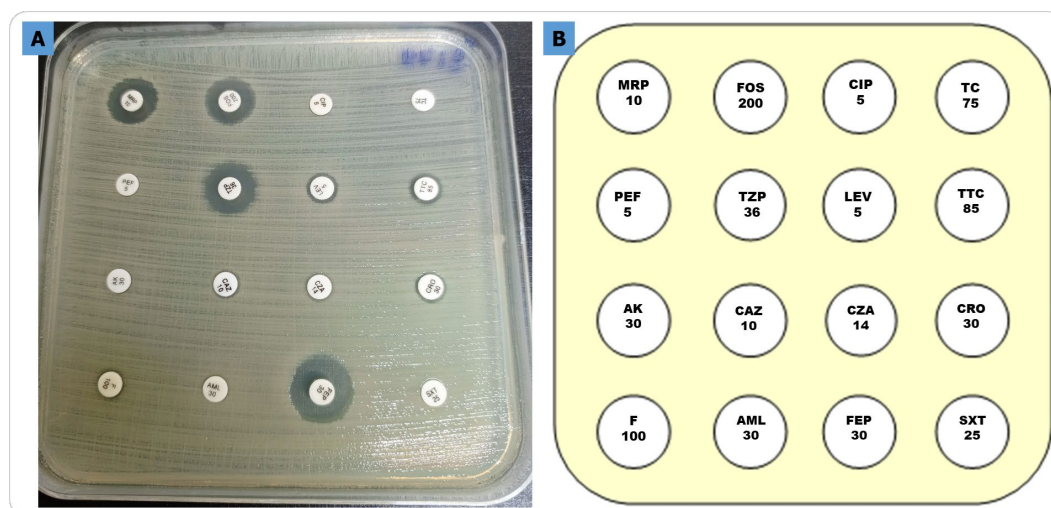


Figure 1 : Antibiogramme de *Klebsiella pneumoniae* résistante aux carbapénèmes avec une résistance associée aux fluoroquinolones, aminoglycosides, acides phosphoniques, nitrofuranes, et l'association sulfamide-diaminopyrimidine. **A :** Photographie de l'antibiogramme prise de recto. **B :** vue schématique de recto. Chaque cercle représente un antibiotique ; les sigles en lettres indiquent les noms des antibiotiques et les chiffres indiquent la charge de l'antibiotique. MRP : meropeneme ; FOS : fosfomycine ; CIP : ciprofloxacine ; TC : ticarcilline ; PEF : pefloxacine ; TZP : piperacilline tazobactam ; LEV : Levofloxacine ; TTC : Ticarcilline acide clavulanique ; AK : amikacine ; CAZ : cefazidime ; CZA : cefazidime-avibactam ; CRO : ceftriaxone ; F : nitrofurantoïne ; AML : amoxicilline ; FEP : cefepime ; SXT : sulfamethoxazole – trimethoprim.

Tableau II : répartition des bacilles à Gram négatif isolés (n=502)

	Germe isolé	Effectifs	Pourcentage (%)
Entérobactéries (n=466 ; 92,8%)	<i>Citrobacter farmeri</i>	6	1,2
	<i>Citrobacter freundii</i>	1	0,2
	<i>Citrobacter koseri</i>	3	0,6
	<i>Citrobacter spp.</i>	1	0,2
	<i>Enterobacter aerogenes</i>	43	8,6
	<i>Enterobacter cloacae</i>	5	1,0
	<i>Enterobacter spp.</i>	3	0,6
	<i>Escherichia coli</i>	225	44,8
	<i>Escherichia vulneris</i>	4	0,8
	<i>Hafnia alvei</i>	1	0,2
	<i>Klebsiella oxytoca</i>	16	3,2
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	35	7,0
	<i>Klebsiella spp.</i>	57	11,4
	<i>Morganella morganii</i>	2	0,4
	<i>Pantoea spp.</i>	4	0,8
	<i>Proteus mirabilis</i>	22	4,4
	<i>Proteus vulgaris</i>	1	0,2
	<i>Salmonella spp.</i>	8	1,6
	<i>Serratia liquefaciens</i>	2	0,4
	<i>Serratia marcescens</i>	4	0,8
	<i>Serratia odorifera</i>	17	3,4
	<i>Serratia spp.</i>	1	0,2
	<i>Shigella spp.</i>	3	0,6
	<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	2	0,4
BGN non fermentaire (n=36 ; 7,2%)	<i>Acinetobacter baumannii</i>	16	3,2
	<i>Acinetobacter spp.</i>	2	0,4
	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	1	0,2
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	6	1,2
	<i>Pseudomonas spp.</i>	11	2,2
TOTAL		502	100

Facteurs de risque associés à la résistance aux carbapénèmes

A l'analyse logistique univariée, la résistance aux carbapénèmes était significativement associée à une infection due aux BGN non fermentaires (odds ratio brut = 5,06; IC95% = 1,87-12,38; p value =0,001), et à la résistance des BGN aux nitrofuranes (odds ratio brut = 2,72; IC95% = 0,96-7,24; p value =0,048) (Tableau III). A l'analyse en régression logistique multivariée, les prélèvements non urinaires et la résistance aux nitrofuranes étaient

significativement associés au risque de développer une résistance aux carbapénèmes (Figure 2). En d'autres termes, les patients présentant un prélèvement non urinaire avaient 24,9 fois plus de risque de développer une résistance aux carbapénèmes (IC 95% : 5,92 – 122,67 ; p value < 0,001). Les patients chez qui 1 BGN résistante aux nitrofuranes étaient observé avaient 11,99 fois plus de développer une résistance aux carbapénèmes (IC 95% : 1,80 – 83,46 ; p value < 0,010).

Tableau III: Facteurs associés à la résistance des BGN aux carbapénèmes à l'analyse univariée.

Caractéristiques	Résistance aux carbapénèmes		OR _{brut}	IC 95%	p value
	Non	Oui			
Sexe					
Féminin	177 (37,4)	10 (34,5)	-		
Masculin	296 (62,6)	19 (65,5)	1,14	0,53-2,60	0,751
Age					
≤ 40	251 (53,1)	17 (58,6)	-		
> 40	222 (46,9)	12 (41,4)	0,80	0,36-1,70	0,561
Provenance					
Externe	194 (41,0)	10 (34,5)	-		
Interne	279 (59,0)	19 (65,5)	1,32	0,61-3,02	0,488
Structure					
LNR RAM*	252 (53,3)	13 (44,8)	1,40	0,66-3,03	0,378
Non LNR RAM	221 (46,7)	16 (55,2)	-		
Nature du prélèvement					
Urines	325 (68,7)	15 (51,7)	-		
Non Urines	148 (31,3)	14 (48,3)	2,05	0,95-4,38	0,062
Bactéries					
Entérobactéries	445 (94,1)	22 (75,9)	-		
Non fermentaires	28 (5,9)	7 (24,1)	5,06	1,87-12,38	0,001
Aminosides					
Résistant	152 (47,8)	8 (32,0)	1,82	0,84-4,15	0,138
Sensible	166 (52,2)	17 (68,0)	-		
Fluoroquinolones					
Résistant	290 (65,2)	22 (75,9)	1,68	0,74-4,33	0,244
Sensible	155 (34,8)	7 (24,1)	-		
Acides phosphoniques					
Résistant	62 (26,1)	6 (42,9)	2,13	0,68-6,36	0,177
Sensible	176 (73,9)	8 (57,1)	-		
Nitrofuranes					
Résistant	54 (18,9)	7 (38,9)	2,72	0,96-7,24	0,048
Sensible	231 (81,1)	11 (61,1)	-		

LNR-RAM : Laboratoire national de référence sur la résistance aux antimicrobiens du Niger ; OR : Odds ratio ; IC 95% : intervalle de confiance à 95%.

Discussion

Les carbapénèmes sont des antibiotiques de la famille de bêta-lactamines souvent utilisées en dernier recours dans le traitement des infections dues aux bactéries multirésistantes. Dans cette étude, parmi les 502 souches isolées, 5,8% étaient résistantes aux carbapénèmes. Ces résultats sont proches de ceux obtenus dans une revue systématique portant sur la résistance des BGN aux carbapénèmes en Afrique de l'Ouest dans laquelle, les auteurs avaient rapporté une prévalence moyenne de 4,6% avec des

disparités selon les pays : Nigeria (17,9%), Gambie (14,5%), Côte d'Ivoire (9,9%), Benin (8,1%), Sénégal (5,3%), Burkina Faso (3,7%), et Mali (2%) [13]. Cette variation de la prévalence de la résistance des BGN aux carbapénèmes était également observée en fonction du type d'échantillon et de la bactérie. Dans cette étude, la prévalence de la résistance des BGN aux carbapénèmes était plus représentée (14/148 ; 9,4 %) dans les échantillons non urinaires (pus, liquide de ponction, selles). Dans une étude réalisée au Gabon, les auteurs avaient rapporté

une prévalence de 1,61% des échantillons cliniques et de 5,26% des échantillons de selles [14]. Somda et al. (2024) avaient rapporté une prévalence élevée chez *A. baumannii* (18,6 %), suivie de *P. aeruginosa* (6,5 %), et *K. pneumoniae* (5,8 %) [15]. La raison de la variation significative de la prévalence de la résistance des BGN aux carbapénèmes entre les pays

d'Afrique de l'Ouest reste à déterminer. Des études à plus grande échelle, en particulier dans les pays où aucune étude sur les BGN résistantes aux carbapénèmes n'a pas encore été menée, pourraient aider à estimer plus précisément la prévalence moyenne des BGN résistantes aux carbapénèmes en Afrique de l'Ouest

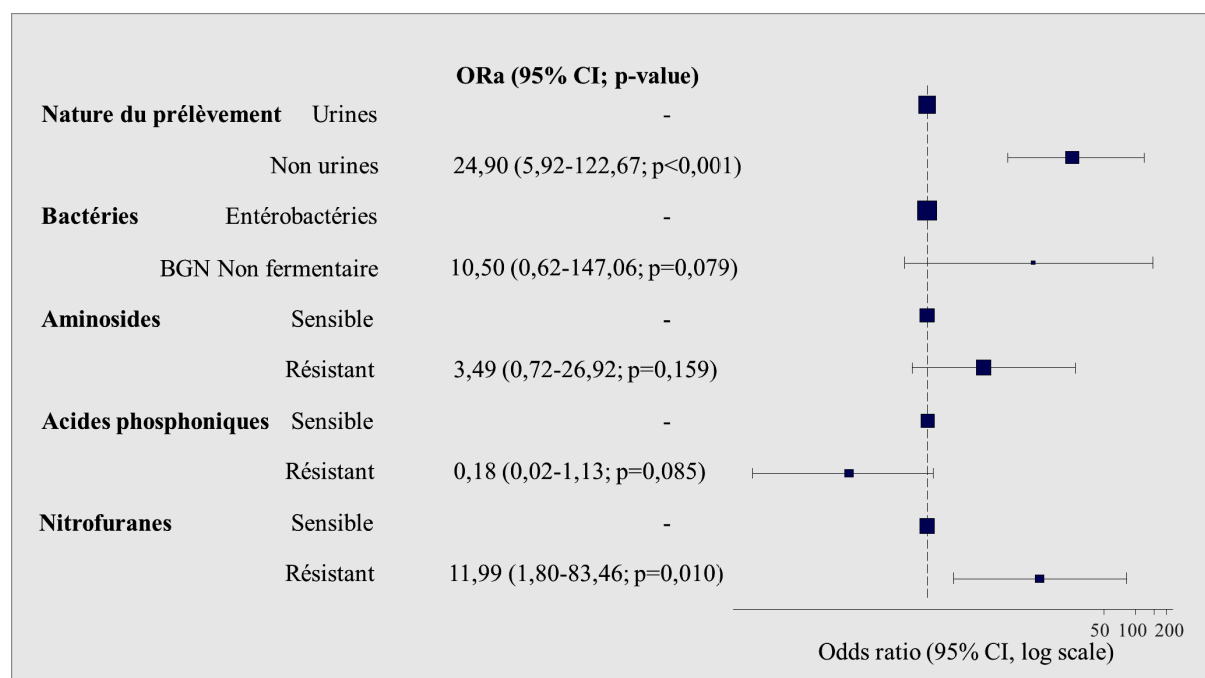


Figure 2 : Facteurs de risque associés à la résistance des BGN aux carbapénèmes à l'analyse logistique multivariée.

Globalement, la résistance aux carbapénèmes des bacilles à Gram négatif s'explique par deux grands mécanismes: (i) l'expression de carbapénémases, et (ii) l'association de déficits quantitatifs et qualitatifs de porines qui permettent le passage transmembranaire de carbapénème voire la surexpression de systèmes d'efflux- et d'une surexpression de β -lactamases qui ont une très faible activité intrinsèque des carbapénèmes [16,17].

Dans cette étude, les entérobactéries représentaient 92,8% (n=466) des BGN isolés. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait qu'elles représentent plus de 80% des bactéries isolées des prélèvements urinaires [12]; ces derniers étaient les échantillons de loin le plus fréquents dans cette étude.

Afin de déterminer les facteurs de risque associés à la résistance des BGN aux carbapénèmes, une l'analyse en régression logistique a été faite et a montré que les prélèvements non urinaires et la résistance aux nitrofuranes étaient significativement associés à la présence d'une résistance des BGN aux carbapénèmes. La nitrofurantoïne, antibiotique de la famille des nitrofuranes est l'un des antibiotiques de première intention pour le traitement des cystites non compliquées dues aux entérobactéries productrices de bêta-lactamase à spectre élargies (BLSE) [1]. Cet antibiotique est également connu pour présenter peu de résistance des bactéries [18]. La résistance des BGN, en particulier des entérobactéries à la nitrofurantoïne, est donc

considérée pour certains auteurs comme un indicateur d'ultrarésistante (XDR) aux antibiotiques [19]. Cela souligne la nécessité de mettre en œuvre et de maintenir des normes élevées de gestion des nitrofuranes afin de réduire la sollicitation excessive de certaines classes d'antibiotiques, en particulier les carbapénèmes.

Dans une revue systématique, les auteurs avaient rapporté que les facteurs de risque significativement associés à la résistance des BGN aux carbapénèmes étaient l'utilisation antérieure d'antibiotiques, l'utilisation antérieure de carbapénèmes, la colonisation antérieure, la ventilation mécanique, séjour antérieur en unité de soins intensifs, la dialyse, le port de cathéter, la durée du séjour à l'hôpital, la présence des comorbidités, et l'intubation [20]. Dans la même logique, dans une étude réalisée au Kenya, Maina et al. [21], avaient rapporté que la durée du séjour avant le prélèvement et le fait d'avoir une intervention chirurgicale augmente le risque de la résistance aux carbapénèmes, respectivement de 0,93 et 9,28 fois [36]. Les patients ayant des antécédents d'utilisation d'antibiotiques étaient trois (3) fois plus susceptibles d'avoir un isolat de BGN résistante aux carbapénèmes par rapport à ceux sans antécédents, tandis que ceux utilisant une sonde naso-gastrique étaient environ six (6) fois plus susceptibles d'être diagnostiqués avec une infection à BGN résistante aux carbapénèmes [21]. L'utilisation et l'abus d'antibiotiques en médecine humaine sont un facteur bien connu à l'origine de la sélection de la résistance aux antimicrobiens. Dans une étude réalisée dans les hôpitaux de niveau tertiaire de Niamey au Niger, les auteurs avaient rapportaient que 96,1% des antibiotiques étaient prescrits de manière empirique [22]. Ceci souligne l'importance de mettre en œuvre et de maintenir des pratiques rigoureuses de gestion des antimicrobiens afin de réduire le mésusage des antibiotiques et la dépendance à l'égard de

classes d'antibiotiques spécifiques, en particulier les carbapénèmes.

Cette étude présente néanmoins quelques limites : (i) l'absence de certaines données cliniques telles que la notion d'antibiothérapie antérieure, l'origine de l'infection (nosocomiale ou communautaire), terrain des patients (malnutrition, diabète, VIH, cancer, ...), notion de port d'une prothèse, de plaque ou de sonde urinaire à demeure. (ii) Le manque de données sur les génotypes de gènes de résistances des BGN aux carbapénèmes afin de mieux caractériser les isolats. Le séquençage du génome entier des isolats constitue la meilleure approche actuellement pour les études d'épidémiologie moléculaire de la résistance aux antimicrobiens et de caractériser les bases génétiques des mécanismes de résistance [23,24]. En raison de son coût élevé, de sa complexité et de son manque de disponibilité dans les établissements de santé publique, cette technologie n'est pas utilisée systématiquement dans les pays à faible revenu comme le Niger [25].

Conclusion

Il ressort de cette étude que la prévalence de la résistance des BGN aux carbapénèmes était relativement élevée au Niger. Les prélèvements non urinaires (pus, selles, sang) et la résistance aux nitrofuranes étaient significativement associés à la présence d'une résistance des BGN aux carbapénèmes. Face au risque de diffusion de la résistance, le laboratoire de bactériologie à un grand rôle à jouer dans le cadre de la surveillance de ces bactéries. Cette surveillance doit être systématique afin de détecter l'émergence des nouvelles souches résistantes aux carbapénèmes et de guider les futures interventions dans le cadre de la prise en charge des patients. Des études ultérieures sur les gènes de résistance aux carbapénèmes circulant au Niger seront nécessaires pour compléter cette étude.

Conflit d'intérêt : Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

Remerciements : aux techniciens du laboratoire national de référence sur la résistance aux antibiotiques pour leur assistance technique.

Références

1. Tamma PD, Heil EL, Justo JA, Mathers AJ, Satlin MJ, Bonomo RA. Infectious Diseases Society of America 2024 Guidance on the Treatment of Antimicrobial-Resistant Gram-Negative Infections. Clin Infect Dis. 7 août 2024;ciae403.
2. Mancuso G, De Gaetano S, Midiri A, Zummo S, Biondo C. The Challenge of Overcoming Antibiotic Resistance in Carbapenem-Resistant Gram-Negative Bacteria: "Attack on Titan". Microorganisms. août 2023;11(8):1912.
3. Garcia-Bustos V, Cabañero-Navalón MD, Lletí MS. Resistance to beta-lactams in Gram-negative bacilli: relevance and potential therapeutic alternatives. Rev Esp Quimioter. 2022;35(Suppl 2):1-15.
4. Bologna E, Licari LC, Manfredi C, Ditunno F, Cirillo L, Fusco GM, et al. Carbapenem-Resistant Enterobacteriaceae in Urinary Tract Infections: From Biological Insights to Emerging Therapeutic Alternatives. Medicina (Mex). févr 2024;60(2):214.
5. Lutgring JD. Carbapenem-resistant Enterobacteriaceae: An emerging bacterial threat. Semin Diagn Pathol. 1 mai 2019;36(3):182-6.
6. Walsh T, Tolman M, Porrel L, Nordmann P. Metallo- β -lactamases: the quiet before the storm? Clin Microbiol Rev. 2005;18:306-25.
7. Hansen GT. Continuous Evolution: Perspective on the Epidemiology of Carbapenemase Resistance Among Enterobacterales and Other Gram-Negative Bacteria. Infect Dis Ther. 1 mars 2021;10(1):75-92.
8. Wise MG, Karlowsky JA, Mohamed N, Hermesen ED, Kamat S, Townsend A, et al. Global trends in carbapenem- and difficult-to-treat-resistance among World Health Organization priority bacterial pathogens: ATLAS surveillance program 2018–2022. J Glob Antimicrob Resist. 1 juin 2024;37:168-75.
9. Zha L, Li S, Guo J, Hu Y, Pan L, Wang H, et al. Global and regional burden of bloodstream infections caused by carbapenem-resistant Gram-negative bacteria in 2019: A systematic analysis from the MICROBE database. Int J Infect Dis. 1 avr 2025;153:107769.
10. WHO Bacterial Priority Pathogens List 2024: Bacterial Pathogens of Public Health Importance, to Guide Research, Development, and Strategies to Prevent and Control Antimicrobial Resistance. 1st ed. Geneva: World Health Organization; 2024. 1 p.
11. Arowolo MT, Orababa OQ, Olaitan MO, Osibeluwu BV, Essiet UU, Batholomew OH, et al. Prevalence of carbapenem resistance in Acinetobacter baumannii and Pseudomonas aeruginosa in sub-Saharan Africa: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE. 28 nov 2023;18(11):e0287762.
12. Abdoulaye O, Bacha BSM, Aghali NH, Abdoulaye I, Abdoulaye MB, Lo G, et al. Profil des souches bactériennes multirésistantes isolées à l'Hôpital National de Zinder (HNZ), République du Niger en 2021. Afr J Clin Exp Microbiol. 24 oct 2022;23(4):369-77.
13. Dossouvi KM, Bakpatina-Batako KD. Carbapenem resistance in West Africa: a systematic review. Microbiol Indep Res J MIR J. 20 mars 2024;11:25-56.
14. Dikoumba AC, Onanga R, Jean-Pierre H, Didelot MN, Dumont Y, Ouedraogo AS, et al. Prevalence and Phenotypic and Molecular Characterization of Carbapenemase-Producing Gram-Negative Bacteria in Gabon. Am J Trop Med Hyg. févr 2023;108(2):268-74.
15. Somda NS, Nyarkoh R, Kotey FCN, Tetteh-Quarcoo PB, Donkor ES. A systematic review and meta-analysis of carbapenem-resistant Enterobacteriaceae in West Africa. BMC Med Genomics. 12 nov 2024;17(1):267.
16. Aurilio C, Sansone P, Barbarisi M, Pota V, Giaccari LG, Coppolino F, et al. Mechanisms of Action of Carbapenem Resistance. Antibiotics. mars 2022;11(3):421.
17. Ma J, Song X, Li M, Yu Z, Cheng W, Yu Z, et al. Global spread of carbapenem-resistant

- Enterobacteriaceae*: Epidemiological features, resistance mechanisms, detection and therapy. *Microbiol Res.* 1 janv 2023;266:127249.
18. Khamari B, Bulagonda EP. Unlocking Nitrofurantoin: Understanding Molecular Mechanisms of Action and Resistance in Enterobacterales. *Med Princ Pract.* 29 oct 2024;34(2):121-37.
 19. Khamari B, Kumar P, Pradeep BE. Resistance to nitrofurantoin is an indicator of extensive drug-resistant (XDR) Enterobacteriaceae. *J Med Microbiol.* 2021;70(4):001347.
 20. Palacios-Baena Z, Giannella M, Manissero D, Rodríguez-Baño J, Viale P, Lopes S. Risk factors for carbapenem-resistant Gram-negative bacterial infections: a systematic review. *Clin Microbiol Infect.* 1 févr 2021;27(2):228-35.
 21. Maina JW, Mutua JM, Musyoki AM. Carbapenem-resistant gram-negative bacterial infections and risk factors for acquisition in a Kenyan intensive care unit. *BMC Infect Dis.* 23 mai 2024;24(1):522.
 22. Tapha O, Degbey CC, Yacouba A, Mahouna Tchioundjro E, Nadakou NT, Alkassoum Salifou I, et al. Antimicrobial use in hospitalized patients: a point prevalence survey across four tertiary hospitals in Niger. *JAC-Antimicrob Resist.* 1 oct 2024;6(5):dlae175.
 23. Baker KS, Jauneikaite E, Nunn JG, Midega JT, Atun R, Holt KE, et al. Evidence review and recommendations for the implementation of genomics for antimicrobial resistance surveillance: reports from an international expert group. *Lancet Microbe.* 1 déc 2023;4(12):e1035-9.
 24. Djordjevic SP, Jarocki VM, Seemann T, Cummins ML, Watt AE, Drigo B, et al. Genomic surveillance for antimicrobial resistance — a One Health perspective. *Nat Rev Genet.* févr 2024;25(2):142-57.
 25. Inzaule SC, Tessema SK, Kebede Y, Ouma AEO, Nkengasong JN. Genomic-informed pathogen surveillance in Africa: opportunities and challenges. *Lancet Infect Dis.* 1 sept 2021;21(9):e281-9.