



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique Et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche
Scientifique



Université Constantine 1 Frères Mentouri
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة قسنطينة 1 الإخوة منتوري
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Microbiologie

قسم: ميكروبيولوجيا

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie appliquée

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

Infections à Entérocoques : Caractéristiques Epidémiologiques
et Résistances aux Antibiotiques

Présenté par : Tlili Ines

Le : 13/06/2024

Zatout Amani

Jury d'évaluation :

Présidente: Abdelaziz Wided (MCA- UFM Constantine1).

Encadrante : Hecini-Hannachi Abla (MCA- UConstantine 3 Salah Boubnider).

Examinatrice : Boultifat Linda (MCA- UFM Constantine1).

Année universitaire
2023 – 2024

Remerciements

En ce moment crucial de notre parcours académique, nous souhaitons exprimer notre sincère gratitude envers ceux qui ont rendu possible la réalisation de ce mémoire de fin d'études.

Tout d'abord, nous sommes profondément reconnaissants envers notre encadrante, Mme.

HECINI Abla, pour sa guidance précieuse, sa patience inébranlable, sa rigueur exemplaire et sa disponibilité sans faille. Son soutien inestimable a été la lumière qui a éclairé notre chemin tout au long de cette aventure. Sa passion et son dévouement à l'excellence nous ont inspirés et motivés à donner le meilleur de nous-mêmes.

Nous vous témoignons notre gratitude la plus profonde pour le temps que vous avez consacré pour nous deux

Nous tenons également à remercier chaleureusement Mme. ABDELAZIZ Wided et Mme.

Boultifat Linda pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'évaluer notre travail.

Leurs critiques constructives et leur expertise ont été des piliers fondamentaux dans l'élaboration de ce mémoire.

Merci à Mr Benlabeled, pour le stage que nous avons effectué, qui a été une expérience inestimable et qui nous a permis d'acquérir de nouvelles compétences, de mettre en pratique nos connaissances théoriques et de découvrir de nouvelles perspectives dans notre domaine d'études.

Nous adressons également nos plus sincères remerciements À nos enseignants et professionnels qui ont partagé avec nous leur savoir et leur expérience,. Leurs enseignements ont façonné notre parcours académique et nous ont permis d'acquérir les compétences nécessaires pour mener à bien cette recherche.

Avec toute notre reconnaissance

Dédicaces

Le chemin parcouru n'a pas toujours été facile, mais jamais impossible. Merci à toi INES et merci au dieu tout puissant, de m'avoir donné la force et la détermination intérieure à persévérer et avancer.

Merci à toi Amani, je suis reconnaissante pour ta capacité à travailler en équipe, Notre collaboration a été marquée par une communication ouverte et une confiance mutuelle, des éléments essentiels qui ont contribué à notre succès.

Mes chers parents ; TLILI Fayçal un héros des temps moderne, un héros au grand cœur de la trempe des plus grands personnages de roman, merci d'être mon papa et merci d'être toujours présent pour moi et pour ta famille.

À ma merveilleuse mère SIHOUMA, douce et bienveillante, dont ta présence est un doux réconfort et ta tendresse un baume pour nos cœurs. Ta dévotion sans limites et ta compassion infinie font de notre foyer un havre de paix et d'amour. Merci d'être la force tranquille qui guide nos pas et la source intarissable de réconfort dans les moments de doute.

À mes chères sœurs Kawtoura et Safia, compagnes de vie et gardiennes de nos plus précieux souvenirs. Merci d'être mes confidentes, mes complices et mes amies les plus proches. Un petit merci à Hamoudi aussi mon petit frère et mon ami pour toujours. Je vous aime infiniment

À mes merveilleuses amies Hadoul et wivivous êtes bien plus que des compagnes de route, vous êtes ma deuxième famille. Dans les hauts et les bas de la vie, vous avez été mes piliers solides, mes confidents et mes partenaires de joie. Que Dieu vous bénisse.

Mes chers cousines ayouya et milouka, bien plus que de simples membres de la famille, vous êtes mes petites sœurs par choix et par cœur, merci d'être toujours là pour partager les rires, les larmes et les précieux moments de la vie. Je vous aime comme mes propres sœurs.

À mon amie Karouma, Tes sacrifices désintéressés et ton amour infini ont laissé une empreinte indélébile dans mon cœur, Le simple mot 'merci' semble bien pâle en comparaison de tout ce que tu as donné. Je veux que tu saches à quel point je suis reconnaissante pour tout ce que tu as fait pour moi.

Enfin, je tiens à exprimer ma gratitude à toutes les personnes qui ont croisé mon chemin et ont contribué, chacune à leur manière, à enrichir ma vie. MIMI, Ma3ziza, Maya, Sehloul ; sources inépuisables d'amour et de bienveillance, je vous adresse un sincère merci.

À ma tante soumia, que ton âme repose en paix. Ta présence aimante et tes conseils bienveillants resteront gravés dans nos cœurs pour toujours. Merci pour les souvenirs précieux que nous avons partagés. Tu seras toujours dans nos pensées et nos prières

INES ❤️

Dédicaces

Le chemin qui m'a conduit à la réalisation de ce mémoire a été parsemé de défis, de découvertes et de précieux apprentissages. Ce modeste travail est avant tout un hommage à tous ceux qui me sont chers, à ceux dont la présence et l'appui ont été essentiels à mon succès.

*À ma merveilleuse **mère Boufennara Malika,***

Aucun mot ne saurait capturer la profondeur de l'amour et l'affection que je ressens pour toi, À toi qui as été bien plus qu'une mère tu es mon phare de générosité et mon exemple de dévouement Chaque jour, tu m'as montré ce que signifient la résilience et le courage. Ta foi en moi m'a donné des ailes, et c'est avec une profonde reconnaissance que je te dis merci.

*À mes chères **tantes Boufennara Fadila et Khadidja,***

Vous avez été des guides et des exemples à suivre. Vos mots de sagesse et vos gestes de bonté ont façonné mon parcours et m'ont souvent redonné espoir quand j'en avais le plus besoin. Merci pour votre présence constante et votre soutien indéfectible.

À mes belles cousines,

***Hadil et Madjdouline,** mes confidents et mes soutiens inébranlables. Ensemble, nous avons partagé des rires, des larmes, et des souvenirs inoubliables. Votre amitié et votre complicité ont été des lumières dans ma vie, et c'est avec une profonde affection que je vous dédie cette réussite.*

*À ma meilleure amie **Amira,***

À toi qui as toujours été là, dans les moments de doute comme dans les instants de bonheur, je te remercie du fond du cœur.. Ta confiance en moi et ton enthousiasme ont été des moteurs puissants dans ce voyage.

*À **mikou,***

Même si la distance-nous sépare, tu restes une présence constante dans mon cœur. Notre amitié, est une source de réconfort et de force. Tes encouragements et ton soutien, même à distance, ont été essentiels pour moi. Ce travail, je te le dédie avec toute ma gratitude.

*À mon binôme **INES,***

Ton partenariat a été essentiel à la réalisation de ce projet. Ensemble, nous avons navigué à travers les défis, en apprenant et en grandissant à chaque étape. Ta patience, ton sens de l'humour et ta détermination ont rendu cette expérience non seulement productive mais aussi agréable

Amani

Table des matières

Liste des figures	I
Liste des tableaux	I
Liste des abréviations	I
Résumé	I
Introduction	01
PARTIE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	
I. Généralité sur les Entérocoques	04
1.1. Historique	04
1.2. Classification (Taxonomie)	05
1.3. Habitat	06
1.4. Caractères bactériologiques	07
1.4.1. Caractères morphologiques et cultureux	07
1.4.2. Caractères biochimiques	08
II. Physiopathologie et pouvoir pathogène	11
2.1. Introduction	11
2.2. Facteurs de virulence	11
2.2.1. La substance d'agrégation	11
2.2.2. La cytosine	12
2.2.3. Autres facteurs de virulence	12
2.3. Caractéristiques physiopathologiques	12
2.4. Pouvoir pathogène	13
III. Résistances aux antibiotiques	15
3.1. Introduction	15
3.2. Résistance naturelle	16
3.2.1. Résistance aux B-lactamines	16
3.2.2. Résistance aux aminosides	16
3.2.3. Résistance aux autres antibiotiques	16
3.3. Mécanismes de résistances	17

3.3.1. Résistance naturelle aux B-lactamines	17
3.3.2. Résistances aux aminosides	17
3.3.3. Résistances aux macrolides	18
3.3.4. Résistances aux glycopeptides	18

Partie II : MATERIEL ET METHODES

1. Type et durée d'étude	22
2. lieu de l'étude	22
3. Prélèvements	22
4. Taille de l'échantillon	23
5. Culture et isolement	23
6. Identification	24
6.1. Examen microscopique	24
6.1.1. Examen a l'état frais.....	24
6.1.2. Examen après coloration de Gram.....	24
6.2. Tests biochimiques	25
6.2.1. Test de la catalase	25
6.2.2. Test d'hémolyse	26
6.2.3. Test au Tellurite de potassium.....	26
6.3. Détermination de la sensibilité aux antibiotiques.....	26

Partie III : RESULTATS

1. Caractéristiques épidémiologiques	31
1.1. Répartition des infections à Entérocoques	31
1.1.1. Répartition en fonction du sexe	31
1.1.2. Répartition en fonction de l'âge	32

1.1.3. Répartition en fonction de l'espèce bactérienne	33
1.1.4. Répartition en fonction du type de prélèvement	34
1.1.5. Répartition selon le service d'hospitalisation	36
1.2. Répartition de l'espèce en fonction des autres paramètres.....	37
1.2.1. Répartition en fonction de l'espèce et le sexe.....	37
1.2.2. Répartition en fonction de l'espèce et de l'âge.....	39
1.2.3. Répartition en fonction de l'espèce et du type de prélèvement.....	40
1.2.4. Répartition en fonction de l'espèce et du service d'hospitalisation.....	42
2. Profil de résistance aux antibiotiques.....	44
2.1. Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et le sexe.....	45
2.2. Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et l'âge	46
2.3. Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et le type de prélèvement	47
2.4. Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et le service d'hospitalisation.....	49
DISCUSSION.....	52
1. Caractéristiques épidémiologiques.....	52
2. Profil de résistance aux antibiotiques.....	53
CONCLUSION.....	57
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	59
ANNEXES	68

Liste des figures

Figure 1 : Classification des Entérocoques	6
Figure 2 : Aspect d'E. faecium après coloration de Gram Microscopie optique Gx40	7
Figure 3 : Aspect macroscopique d'E. Faecalis sur gélose au sang	8
Figure 4 : Mécanismes de résistance aux antibiotiques des Entérocoque	21
Figure 5 : Entérocoques sous microscope après coloration de Gram.....	25
Figure 7 : résultats catalase négatif.....	26
Figure 6 : résultats catalase positif.....	26
Figure 8 : Dispositif VITEK.....	30
Figure 9 : Répartition des infections à Entérocoques en fonction du sexe.....	32
Figure 10 : Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'âge.....	33
Figure 11 : Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce.....	34
Figure 12 : Répartition des infections Entérocoques en fonction du type de prélèvement	35
Figure 13 : Répartition des infections à Entérocoques en fonction du service d'hospitalisation	37
Figure 14 : Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce et du sexe.	39
Figure 15 : Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce et l'âge	40
Figure 16 : Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce et du type de prélèvement	41
Figure 17 : Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce et du service d'hospitalisation	43
Figure 18 : Profil de résistance des espèces d'Entérocoques aux antibiotiques.....	45
Figure 19 : La répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et le sexe	46
Figure 20 : Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et l'âge	47
Figure 21 : Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et le type de prélèvement.....	48
Figure 22 : Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et le service d'hospitalisation.....	50

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractères biochimiques des Entérocoques les plus couramment observés dans les infections humaines	10
Tableau 2 : Résistance aux glycopeptides chez les entérocoques	21
Tableau 3 : Liste des antibiotiques à tester pour les <i>Enterococcus spp</i>	29
Tableau 4 : Résistances naturelles chez les Enterocoques	29
Tableau 6. Répartition des infections à Entérocoques en fonction du sexe	72
Tableau 7 . Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'âge	72
Tableau 8 . Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce	73
Tableau 9 . Répartition des infections à Entérocoques en fonction du type de prélèvement	73
Tableau 10 . Répartition des infections à Entérocoques en fonction du service d'hospitalisation	74
Tableau 11 . Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce et du sexe	76
Tableau 12 . Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce et l'âge	76
Tableau 13 . Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce et du type de prélèvement.....	77
Tableau 14 . Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce et du service d'hospitalisation	78
Tableau 15 . Résistance des espèces d'Entérocoques aux antibiotiques	79
Tableau 16 . Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et le sexe	80
Tableau 17 . Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et l'âge	80
Tableau 18 . Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et le type de prélèvement.....	81
Tableau 19 . Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et le service d'hospitalisation	81

Liste des abréviations

ADN	Acide désoxyribonucléique
AGL	Antigène de groupe D de Lancefield
AMX	Amoxicilline
API 20 Strep	Système d'identification biochimique pour les streptocoques
ARNm	Acide ribonucléique messenger (ARNm)
ARNr	Acide ribonucléique ribosomal
ARNr 16S	ARN ribosomique 16S
AS-ARNr 16S	Analyse des séquences de l'ARNr 16S
B	Bactériémies
BEA	Bile Esculine Agar
BH	β -hémolysine
BL	Bêta-lactamines
C	Celsius
CB	Cytolysine (bactériocine)
CHL	Chloramphénicol
CIP	Ciprofloxacine
CL	Cytolysine
CMI	Concentration minimale inhibitrice
DM	Dispositifs médicaux
E	Erythromycine
<i>E. faecalis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
<i>E. faecium</i>	<i>Enterococcus faecium</i>
EC	Entérocoques
EGM	Éléments génétiques mobiles
EH	Environnement hospitalier
EP	Épidémiologiques
ER	Épithélium rénal
ERY	Erythromycine
ESP	Enterococcal Surface Protein
FI	Flore intestinale
FOS	Fosfomycine
FQ	Fluoroquinolones

FV	Facteurs de virulence
GC%	Guanine-Cytosine pourcentage
GP	Gram-Positive
GP	Glycopeptides
GP	Gram positif
HE	Hydrolyse de l'esculine
HG	Hydrolyse de la gélatine
HL	Hydrolyse du lactose
HU	Hydrolyse de l'urée
IB	Infection bactérienne
IN	Infections nosocomiales
IU	Infection urinaire
LVX	Lévofloxacine
MNO	Minocycline
NaCl	Chlorure de sodium
P	Plasmides
PEF	Pefloxacin
PEN	Pénicilline
PG	Production de gaz
PH	Phénotypiques
PM	Poly microbiens
PM	Polymicrobiennes
POI	Produits d'origine intestinale
PTN	Pristinamycine
RA	Résistance antimicrobienne
SE	Substances enzymatiques
SMZ	Cotrimoxazole
SPI	Spiramycine
SV2	Système Vitek 2
TO	Température optimale
TS	Trypticase-Soja
VAN	Vancomycine
Vitek 2	Système automatisé d'identification microbienne
VRE	Vancomycine résistants Entérocoques

Résumé

Bien que les Entérocoques soient des bactéries opportunistes présentes naturellement dans la flore intestinale humaine, *Enterococcus faecalis* et *Enterococcus faecium* provoquent toute une gamme d'infections, dont des bactériémies, des infections urinaires, des endocardites et diverses infections difficiles à traiter. Cette étude prospective, menée sur une période de 4 mois allant du 1^{er} janvier au 31 mai 2024, vise à analyser la répartition des infections à *E. Faecium* et *E. Faecalis* en fonction de plusieurs caractéristiques épidémiologiques et leur résistance aux antibiotiques dans différents services du CHU Ibnbadis de Constantine. Sur les 121 souches d'Entérocoques toutes espèces confondues, isolées en cette période, 45% provenaient d'hémocultures, suivis de 22.31% provenant des voies urinaires et 13.22% retrouvées dans les pus. Les résultats ont montré une prédominance significative des infections à Entérocoques chez les adultes (72.72%) avec une prédominance masculine (52%). La plupart des cas ont été observés chez des patients hospitalisés en nurserie (23.14%), en réanimation (18.18%) et en chirurgie (11.57%). Les résultats du comportement vis à vis des antibiotiques a révélé des différences entre les deux espèces. Les souches d'*E. faecium* présentaient généralement des taux de résistance plus élevés, notamment à la pénicilline (90.47% vs 79.06%), à l'érythromycine (93,75% vs 66.66%), à la Minocycline (72.54% vs 64.10%) et à la vancomycine (50% vs 29.41%). Concernant la résistance à la vancomycine, 86.66% des souches de *E. Faecalis* et 48% des souches de *E. Faecium* provenaient d'hémocultures, alors que 60% des souches de *E. Faecalis* étaient isolées en nurserie et 28% des souches de *E. Faecium* en réanimation. Ces résultats illustrent bien le rôle pathogène des deux espèces d'Entérocoques soulignant l'importance d'une surveillance continue de la résistance aux antibiotiques, en particulier dans les milieux hospitaliers, afin de guider les stratégies de gestion appropriées et de limiter la propagation des infections nosocomiales causées par ces bactéries résistantes.

Mots Clés : Entérocoques, Infections nosocomiales, Résistance aux antibiotiques, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*.

Abstract

Although Enterococci are opportunistic bacteria naturally present in the human intestinal flora, *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium* cause a wide range of infections, including bacteremia, urinary tract infections, endocarditic, and various difficult-to-treat infections. This prospective study, conducted over a 4-month period from January 1 to May 31, 2024, aims to analyze the distribution of *E. faecium* and *E. faecalis* infections based on several epidemiological characteristics and their antibiotic resistance in different departments of the CHU Ibenbadis of Constantine. Of the 121 *Enterococcus* strains of all species isolated during this period, 45% came from blood cultures, followed by 22.31% from urinary tracts, and 13.22% found in pus. The results showed a significant predominance of *Enterococcus* infections in adults (72.72%) with a male predominance (52%). Most cases were observed in patients hospitalized in the nursery (23.14%), in intensive care (18.18%), and in surgery (11.57%). The antibiotic resistance behavior results revealed differences between the two species. *E. faecium* strains generally exhibited higher resistance rates, particularly to penicillin (90.47% vs. 79.06%), erythromycin (93.75% vs. 66.66%), minocycline (72.54% vs. 64.10%), and vancomycin (50% vs. 29.41%). Regarding vancomycin resistance, 86.66% of *E. faecalis* strains and 48% of *E. faecium* strains came from blood cultures, while 60% of *E. faecalis* strains were isolated in the nursery and 28% of *E. faecium* strains in intensive care. These results clearly illustrate the pathogenic role of the two *Enterococcus* species, highlighting the importance of continuous monitoring of antibiotic resistance, especially in hospital settings, to guide appropriate management strategies and limit the spread of nosocomial infections caused by these resistant bacteria.

Keywords : Enterococci, Nosocomial infections, Antibioticresistance, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*.

ملخص

على الرغم من أن البكتيريا المعوية هي بكتيريا انتهازية توجد بشكل طبيعي في الجراثيم المعوية البشرية، إلا يسببان مجموعة واسعة من العدوى، بما في ذلك تجرثم *Enterococcus faecium* و *Enterococcus faecalis* أن الدم، والتهابات المسالك البولية، والتهاب الشغاف، والعديد من العدوى التي يصعب علاجها. تهدف هذه الدراسة و *E. faecium* الاستباقية، التي أجريت على مدى 4 أشهر من 1 يناير إلى 31 مايو 2024، إلى تحليل توزيع عدوى بناءً على العديد من الخصائص الوبائية ومقاومتها للمضادات الحيوية في أقسام مختلفة من مستشفى بن *E. faecalis* باديس في قسنطينة. من بين 121 سلالة من البكتيريا المعوية من جميع الأنواع المعزولة خلال هذه الفترة، جاء 45% منها من مزارع الدم، تليها 22.31% من المسالك البولية و 13.22% وجدت في القيح. أظهرت النتائج سيطرة كبيرة لعدوى البكتيريا المعوية بين البالغين (72.72%) مع سيطرة الذكور (52%). لوحظت معظم الحالات في المرضى الذين تم إدخالهم إلى الحضانات (23.14%)، في العناية المركزة (18.18%)، والجراحة (11.57%). كشفت نتائج بشكل عام معدلات *E. faecium* سلوك المقاومة تجاه المضادات الحيوية عن اختلافات بين النوعين. أظهرت سلالات مقاومة أعلى، خاصةً ضد البنسلين (90.47% مقابل 79.06%)، والإريثروميسين (93.75% مقابل 66.66%)، والمينوسيكليين (72.54% مقابل 64.10%) والفانكوميسين (50% مقابل 29.41%). فيما يتعلق بمقاومة من مزارع الدم، في حين *E. faecium* و 48% من سلالات *E. faecalis* الفانكوميسين، جاءت 86.66% من سلالات في العناية المركزة. توضح *E. faecium* في الحضانات و 28% من سلالات *E. faecalis* تم عزل 60% من سلالات هذه النتائج الدور الممرض للنوعين من البكتيريا المعوية، مما يبرز أهمية المراقبة المستمرة لمقاومة المضادات الحيوية، لا سيما في البيئات الاستشفائية، لتوجيه استراتيجيات الإدارة المناسبة والحد من انتشار العدوى المكتسبة في المستشفيات الناجمة عن هذه البكتيريا المقاومة.

الكلمات المفتاحية: البكتيريا المعوية، العدوى المكتسبة في المستشفيات، مقاومة المضادات الحيوية،

Enterococcus faecium، *Enterococcus faecalis*.

Introduction

Les Entérocoques font partie de la flore commensale du tractus gastro-intestinal de l'homme et des animaux (**Hayes et al., 2003**) et ne sont pas connus pour être particulièrement pathogènes. Cependant, leur rôle dans les infections opportunistes et nosocomiales a considérablement augmenté ces dernières années. Les deux principales espèces responsables d'infections chez l'homme sont *Enterococcus faecalis* et *Enterococcus faecium* (**Kuhn et al., 2005**). Ces bactéries ont développé des mécanismes de virulence qui leur permettent de coloniser et d'infecter divers tissus et organes chez les individus vulnérables, notamment les immunodéprimés, les nourrissons, et les personnes âgées.

La plasticité génétique (transfert d'éléments génétiques) de ces bactéries leur permet, d'une part, de s'adapter à de nombreux écosystèmes et, d'autre part, d'être vecteurs de virulence bactérienne et d'antibiorésistance (**Aguilar-Galvez, 2012**). Une caractéristique remarquable des Entérocoques est leur capacité à développer des résistances aux antibiotiques, ce qui rend leur traitement difficile (**Mohanty et Behera, 2022**). Le traitement des infections causées par les Entérocoques est problématique en raison de leur sensibilité réduite intrinsèque à plusieurs antibiotiques fréquemment utilisés tels que la clindamycine, les céphalosporines et le triméthoprime/Sulfaméthoxazole. De plus, une résistance acquise par transfert latéral de gènes (β -lactamines, macrolides et glycopeptides) avec l'émergence ultérieure de multi-résistants de haut niveau de résistance aux aminoglycosides et aux glycopeptides (ERG), dont la vancomycine (ERV), considérée comme un antibiotique de dernier recours pour le traitement des infections causées par des bactéries Gram-positif multi-résistantes (**Yousfi, 2020**), rendent le traitement plus difficile (**Mohanty et Behera, 2022**).

La capacité des Entérocoques à transférer des gènes de résistance aux antibiotiques à d'autres bactéries pathogènes, comme *Staphylococcus aureus*, aggrave encore la menace qu'ils représentent pour la santé publique (**Yousfi, 2020**).

En Algérie, comme dans de nombreux autres pays, les infections à Entérocoques sont en constante augmentation, entraînant une morbidité et une mortalité exponentielles (**Rahmoun, 2021**). Ce phénomène est alimenté par divers facteurs, notamment la pression de sélection exercée par l'utilisation abusive d'antibiotiques, les pratiques thérapeutiques inadéquates et les défauts dans les mesures d'hygiène hospitalière. Dans ce contexte, la surveillance et la recherche sur les Entérocoques revêtent une importance cruciale pour

comprendre l'évolution de ces pathogènes et pour développer des stratégies de prévention et de traitement efficaces (**Aguilar-Galvez, 2012**)

Notre étude a pour objectif d'évaluer le niveau et le profil de résistance des deux espèces d'*E. Faecalis* et *E Faecium* isolées au centre hospitalo-universitaire de Constantine. Le choix de ce modèle d'étude est conforté par le fait qu'actuellement, la prévention des maladies nosocomiales et la résistance aux antibiotiques deviennent des problèmes majeurs de santé publique. Le principal objectif de ce travail est d'étudier la répartition des souches selon quelques caractéristiques épidémiologiques comme le sexe, l'âge, le type de prélèvement et les différents services, ainsi que leur profil de résistance aux antibiotiques.

La synthèse bibliographique présentée dans ce manuscrit est divisée en trois parties : la première résume les connaissances actuelles sur le genre *Enterococcus*, sa classification, son habitat et ses caractères bactériologiques. La seconde partie se concentre sur la physiopathologie et le pouvoir pathogène. Dans la dernière partie, le comportement des Entérocoques vis à vis des antibiotiques couplés aux mécanismes de résistance sont décrits en détail.

Synthèse
Bibliographique

I. Généralités sur les Entérocoques

1.1. Historique

Les Entérocoques sont des bactéries à Gram positif omniprésentes qui font partie de la flore intestinale de nombreux organismes, y compris les humains. Leur histoire remonte au début du XXe siècle, lorsque le microbiologiste français Théodore Thiercelin a découvert *Enterococcus faecalis* en 1899 (**Thiercelin, 1899**). Pendant des décennies, les entérocoques ont été considérés comme des agents pathogènes opportunistes capables de provoquer de graves infections y compris les infections des voies urinaires, les infections du sang (bactériémies) et les infections intra-abdominales.

Leur importance clinique a été soulignée dans les années 1970 et 1980, lorsque la résistance aux antibiotiques est devenue un problème croissant. Les Entérocoques ont acquis une notoriété particulière en raison de leur capacité à développer une résistance à de nombreux antibiotiques, y compris aux glycopeptides, tels que la vancomycine, médicament considéré comme un dernier recours contre les infections bactériennes résistantes. Cette résistance, souvent médiée par des gènes situés sur des éléments génétiques mobiles tels que les plasmides et les transposons, a conduit à l'émergence de souches d'Entérocoques résistantes à la vancomycine, représentant un défi majeur pour le traitement des infections nosocomiales (**Miller et al., 2014**).

De nombreuses études épidémiologiques ont été menées pour comprendre la propagation et l'évolution de la résistance aux antibiotiques Entérocoques, en particulier sur les souches nosocomiales hautement résistantes. Cette recherche pourrait contribuer au développement de stratégies de prévention et de contrôle des infections visant à limiter la propagation de souches pharmaco résistantes dans les établissements de soins (**Lebreton et al., 2014**).

1.2. Classification (taxonomie)

La découverte et la taxonomie des Entérocoques ont parcouru un chemin fascinant depuis leur première description par Thiercelin en 1899 (**Thiercelin, 1899**), Initialement classés comme des streptocoques fécaux en 1906 (**Garvie et al., 1981**), il a fallu attendre les travaux de Schleifer en 1984 (**Schleifer et al., 1984**), basés sur des techniques d'hybridation ADN-ADN et l'analyse des séquences de l'ARNr 16S, pour réaliser que les espèces *S. faecium* et *S. faecalis* étaient distinctes des autres streptocoques, justifiant ainsi la création du genre Entérocoque. Cette clarification taxonomique a ouvert la voie à une compréhension plus précise de ces bactéries (**Ludwing et al., 1985**).

La phylogénie du genre *Enterococcus* a évolué au fil du temps, en grande partie grâce aux progrès des techniques de caractérisation microbienne. Le genre *Enterococcus* ne comprenait à l'origine que deux espèces, mais a connu une expansion significative. En 2011, on y comptait 37 espèces, un nombre qui n'a cessé de croître pour atteindre 48 en 2013 et 55 en 2017. Cette dynamique démontre la complexité et la richesse de ce genre bactérien (**Aguilar-Galvez, 2012**).

Le nom "Entérocoque", proposé pour la première fois par Thiercelin en 1899, soulignait déjà son origine intestinale. Ce nom, qui a persisté à travers les révisions taxonomiques, a contribué à maintenir le lien avec l'environnement d'origine de ces bactéries. Aujourd'hui, le genre *Enterococcus* est solidement ancré dans la famille des *Enterococcaceae*, représentant une lignée distincte de bactéries à Gram positif avec des caractéristiques biologiques uniques (**Schleifer et al., 1984**).

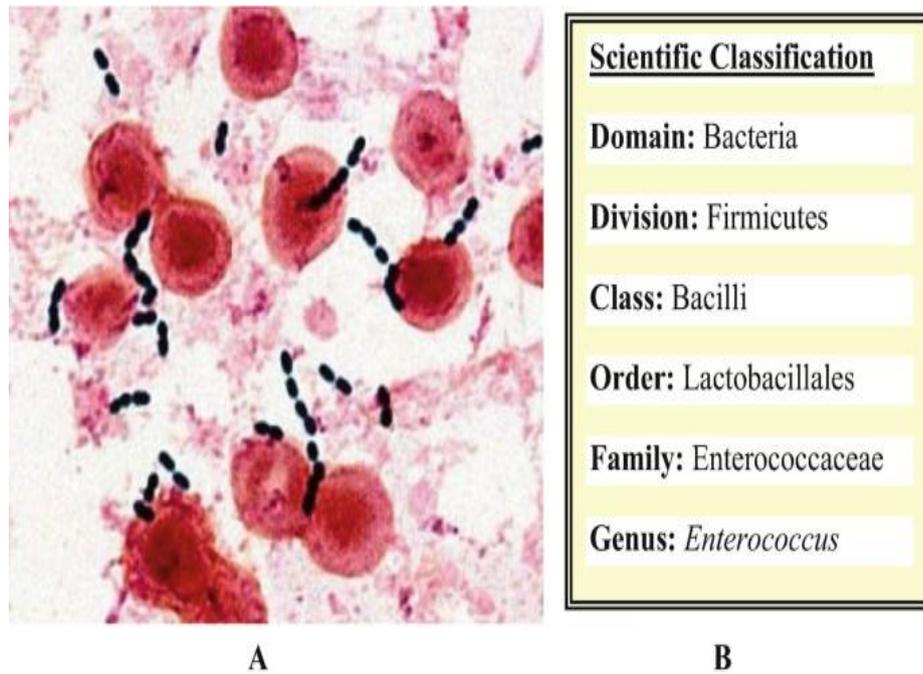


Figure 1 : Classification des Entérocoques (Sharma & Kaur, 2018)

1.3. Habitat

Les Entérocoques sont des micro-organismes ubiquitaires. Leur réservoir principal est le tube digestif de l'homme et de nombreux animaux. Relativement résistants, ils peuvent survivre dans le sol, l'eau et les aliments contaminés par les fèces. On peut également les trouver dans l'environnement hospitalier.

Chez l'homme, s'ils colonisent essentiellement le tube digestif, on peut également les trouver au niveau du périnée, du vagin, et de l'oropharynx (Chauffrey, 2012)

La plupart des infections à entérocoque sont d'origine endogène, à partir de la flore digestive des patients, que ce soit directement par perforation digestive, ou par mécanisme ascendant lors des infections urinaires. Cependant, l'apparition des techniques de biologie moléculaire, a permis de caractériser précisément les souches d'entérocoques lors d'épidémies nosocomiales, et ainsi de démontrer l'existence d'acquisitions exogènes, à partir de l'environnement(Liu et al., 2012).

1.4. Caractères bactériologiques

1.4.1. Caractères morphologiques et cultureux

La plupart des Entérocoques appartiennent au groupe sérologique D, se présentant comme des cocci ovoïdes à Gram positif disposés en courtes chaînettes. Ils se distinguent par leur catalase négative, non capsulés, de 0,6 à 1µm de diamètre en moyenne avec un faible taux de GC% (Gillespie et Hawkey, 2006).

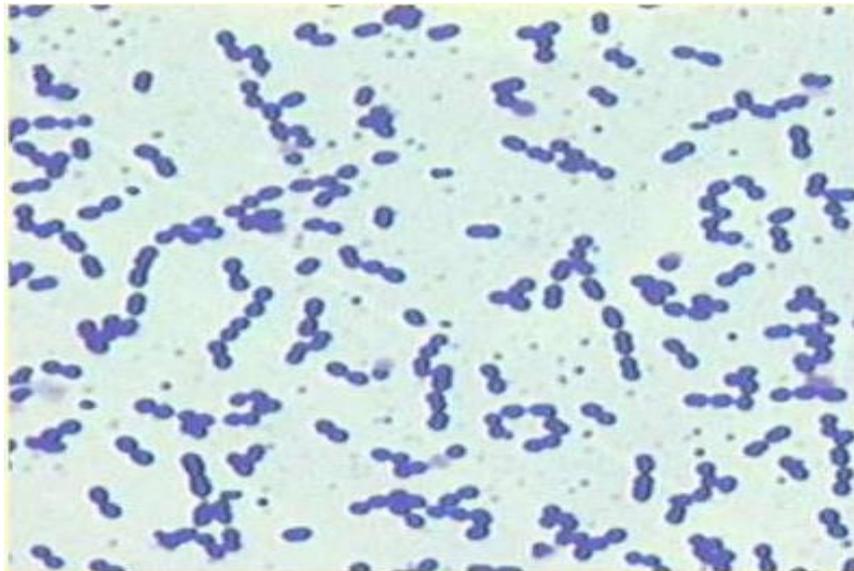


Figure 2 : Aspect d'*E. faecium* après coloration de Gram Microscopie optique Gx40 (Gillespie et Hawkey, 2006)

Les caractéristiques culturelles des bactéries du genre *Enterococcus* sont remarquablement diverses et témoignent de leur remarquable adaptabilité à une gamme variée de conditions environnementales. Leur capacité à se développer sur des milieux de culture courants tels que le Trypticase-Soja (TS) additionné de sang est un trait distinctif, soulignant leur relative non-exigence en termes de facteurs de croissance. Cette plasticité leur permet de prospérer dans une multitude de milieux, de la terre aux environnements intestinaux, en passant par les surfaces hospitalières. Leur préférence pour une plage de température relativement large, de 10 à 45 °C, avec une température optimale autour de 35°C, illustre encore leur adaptabilité et leur ubiquité (Aguilar-Galvez, 2012).

Cette capacité à tolérer des conditions thermiques variables, y compris des traitements thermiques comme celui à 60 °C pendant 30 minutes, contribue à leur persistance dans divers environnements et à leur potentiel en tant que pathogènes résistants. De plus, leur aptitude à croître dans différentes conditions respiratoires, qu'elles soient anaérobies, aérobies ou aérobies avec adjonction de CO₂, ainsi que leur tolérance à un pH neutre, les rendent encore plus versatiles (**Vancanneyt et al., 2004**).

Sur les milieux de culture, leurs colonies se distinguent par leur taille relativement large, leur forme légèrement bombée, et leur coloration blanche ou grise, reflétant leur diversité phénotypique. En termes d'hémolyse, la plupart des souches présentent une non-hémolyse, bien que certaines puissent montrer une faible hémolyse α après une incubation prolongée, et que quelques-unes, comme *E. faecalis* et *E. durans*, puissent occasionnellement produire une faible β -hémolyse (**Denis, 2011**).

Pour isoler et identifier spécifiquement les entérocoques dans des prélèvements polymicrobiens, des milieux sélectifs comme le milieu BEA et les milieux chromogènes sont utilisés.

1.4.2. Caractère Biochimiques

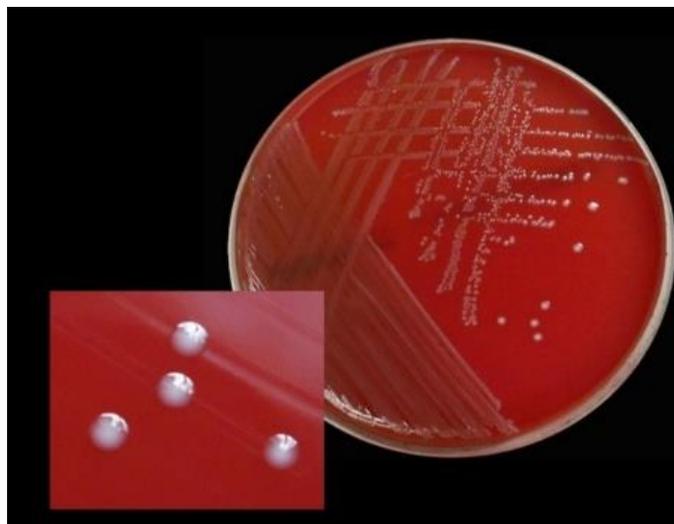


Figure 3 : Aspect macroscopique d'*E. faecalis* sur gélose au sang (**Microbiology in pictures, 2015**)

Les caractères biochimiques des Entérocoques, en particulier leur métabolisme et leurs réponses à divers substrats, jouent un rôle crucial dans leur identification et leur classification. Ces bactéries se distinguent par leur capacité à métaboliser différents sucres, acides aminés et autres composés organiques, ce qui peut être exploré à travers une gamme de tests biochimiques. Par exemple, les tests de fermentation des sucres, tels que le test de fermentation du glucose, du lactose, et du mannitol, permettent de déterminer les profils métaboliques spécifiques des souches d'Entérocoques. Des études ont montré que certaines espèces, comme *Enterococcus faecalis*, sont capables de fermenter divers sucres avec la production de gaz, tandis que d'autres, comme *Enterococcus faecium*, peuvent présenter des profils de fermentation différents (**Harrigan et McCance, 1990**). De plus, les Entérocoques sont connus pour leur capacité à hydrolyser l'esculine, un composé présent dans certains milieux de culture sélectifs, comme le milieu BEA, ce qui se traduit par la formation de colonies noires distinctives (**Denis, 2011**). Leur réaction à d'autres composés biochimiques, tels que les tests d'hydrolyse de l'urée et de la gélatine, ainsi que leur capacité à produire certaines enzymes comme la catalase et l'oxydase, peut également être utilisée dans leur caractérisation et leur identification (**Facklam, 1972**). La plupart des espèces d'Entérocoques possèdent l'antigène de groupe D de Lancefield et, comme les streptocoques du groupe D, ils poussent en présence de bile à 40 % en hydrolysant l'esculine, ils sont résistants à la bacitracine et à l'optochine. En revanche, ils s'en distinguent par une croissance en milieu hostile, à 10 et 45 °C, ainsi qu'en milieu à NaCl à 6,5 %, et par une hydrolyse du L-pyrrolidonyl- β -naphthylamide (**Denis, 2011**). Une identification permettant de préciser l'espèce repose sur l'étude de différents caractères phénotypiques. Les *Enterococcus* sont homofermentaires. Ils produisent essentiellement de l'acide lactique et en quantité moindre, de l'acétate, du formiate et de l'éthanol (**Aguilar-Galvez, 2012**).

En plus des caractères précédents, il est, parfois, nécessaire de recourir à des galeries biochimiques plus complètes. Les tests manuels, comme l'API 20 Strep® (bioMérieux), évaluent les enzymes et la production de butan-diol, ainsi que l'utilisation de différents glucides (Denis, 2011; Carvalho et al., 2004).

Les méthodes automatisées, telles que le système Vitek 2 avec les cartes Vitek 2 GP® (bioMérieux), offrent une alternative efficace pour l'identification précise des Entérocoques en laboratoire (Denis, 2011). Ces approches biochimiques approfondies permettent une caractérisation détaillée des Entérocoques, facilitant ainsi leur étude dans divers contextes de recherche microbiologique et clinique.

Tableau 1: Caractères biochimiques des Entérocoques les plus couramment observés dans les infections humaines (Ctcb,2005)

	Furanes	MOB	Pigment jaune	ADH	Mannitol	Sorbitol	Arabinose	Xylose	Raffinose	Groupe D
<i>E. faecalis</i>	S	-	-	+	+	+	-	-	-	+
<i>E. faecium</i>	R	-	-	+	+	-	+	-	-	V
<i>E. gallinarum</i>	S	+	-	+	+	-	+	+	+	+
<i>E. casseliflavus</i>	nd	+	+	V	+	V	+	+	V	+
<i>E. durans</i>	nd	-	-	+	-	-	-	-	-	V
<i>E. hirae</i>	nd	-	-	+	-	-	-	-	V	V
<i>E. avium</i>	nd	-	-	-	+	+	+	-	-	V
<i>E. raffinosus</i>	nd	-	-	-	+	+	+	nd	+	V

MOB : mobilité, ADH hydrolyse de l'arginine

E. faecalis se différencie de la plupart des espèces d'entérocoques par la réduction du tellurite de potassium

II. Physiopathologie et pouvoir pathogène

2.1. Introduction

Les interactions entre les Entérocoques et les êtres humains présentent plusieurs problématiques, notamment leur origine dans le tractus gastro-intestinal, leur intégration dans la chaîne alimentaire, leur résistance aux antibiotiques, ainsi que leur implication potentielle dans les maladies d'origine alimentaire (**Dortu et al., 2009**).

De plus, il est important de noter leur capacité à échanger du matériel génétique (**De Kwaadsteniet et al., 2005**) et, dans certains cas, à produire des quantités significatives d'amines biogéniques associées à la fermentation (**Burdychova et al., 2007**)

Les Entérocoques, par rapport à des bactéries telles que *Staphylococcus* ou *Pneumococcus*, ne sont généralement pas considérés comme très virulents (**Jett et al., 1994**). Toutefois, pour devenir pathogènes, ils doivent exprimer des caractéristiques de virulence associées à l'adhésion, à la translocation et à l'évitement de la réponse immunitaire (**Ben Omar et al., 2004**). Les deux espèces les plus couramment impliquées dans ces infections sont *E. faecium* et *E. faecalis*, cette dernière étant responsable de 80 à 90 % des infections à base d'*Enterococcus*, tandis qu'*E. faecium* n'est associé qu'à 5 à 10 % des cas (**Kayser, 2003 ; Sánchez et al., 2007**). D'autres espèces telles que *E. durans*, *E. avium*, *E. casseliflavus*, *E. gallinarum*, *E. raffinosus*, *E. irae* et *E. mundtii* ont été identifiées occasionnellement comme des agents responsables d'infections chez l'homme (**Jett et al., 1994**).

2.2. Facteurs de virulence

Les facteurs de virulence permettent aux Entérocoques de coloniser et d'envahir les tissus, tout en contournant les défenses immunitaires de l'hôte (**Franz et al., 2004**). Parmi les facteurs de virulence les plus étudiés, on trouve la substance d'agrégation, la production de cytolysine (bactériocine) et diverses activités enzymatiques.

2.2.1. La substance d'agrégation

C'est une glycoprotéine codée par un gène plasmidiques (**Jett et al., 1994**), qui favorise l'adhésion aux récepteurs de la surface des cellules hôtes et facilite le transfert des plasmides (**Eaton et al., 2001**).

L'adhérence bactérienne au tissu de l'hôte est la première étape déterminante dans la genèse d'une infection. La substance d'agrégation faciliterait l'adhérence des entérocoques aux cellules épithéliales rénales. En effet, l'adhésion est moindre pour les souches n'exprimant pas cette protéine, et à l'inverse augmentée par la production de cette substance d'agrégation, induite par la phéromone cAD1. D'autres mécanismes permettant l'adhésion des entérocoques sur les cellules endothéliales urinaires ont été décrits. Guzman et al. ont montré que les souches d'entérocoques isolés d'infections urinaires sont plus adhérentes à l'urothélium que ne le sont les souches isolées chez des patients ayant une endocardite à entérocoque. Ces résultats prouvent que l'adhérence est d'une grande importance dans la physiopathologie des infections urinaires (**Kreft et al., 1992**).

2.2.2. La cytolysine

Ou β -hémolysine, c'est la toxine peptidique la plus étudiée. Elle lyse les cellules animales en générant des pores dans leur membrane cellulaire. La production de cytolysine semble être un facteur de risque important associé aux Entérocoques pathogènes, car ce mécanisme de lyse permet aux bactéries de contourner les réactions immunitaires de l'hôte (**LeBlanc, 2006**). Les gènes de cytolysine sont souvent portés par des plasmides et régulés par des phéromones.

2.2.3. Autres facteurs de virulence

Ils comprennent les enzymes hydrolytiques telles que l'hyaluronidase, la gélatinase et la sérine protéase, qui participent à la dégradation de divers composants tissulaires et contribuent au processus de formation de biofilm (**Del Papa et al., 2007**).

2.3. Caractéristiques physiopathologiques

Les Entérocoques, en tant que membres omniprésents de la flore intestinale humaine et animale (**Fisher, 2009**), présentent une gamme complexe de caractéristiques physiopathologiques (**Shankar, 2002**) et de mécanismes de virulence qui influent sur leur capacité à coloniser, à persister et, dans certains cas, à provoquer des infections graves chez les hôtes sensibles (**Toledo-Arana, 2001**). Leur adaptabilité remarquable leur permet de prospérer dans une variété d'environnements (**Garsin, 2001**), allant des intestins de leurs hôtes naturels aux surfaces inertes des dispositifs médicaux (**Tacconelli, 2018**), en passant par les environnements hospitaliers soumis à une pression antimicrobienne constante (**Coburn, 2004**),

Ces micro-organismes se distinguent par leur capacité à former des biofilms (**Toledo-Arana, 2001**), des agrégats multicellulaires enrobés dans une matrice extracellulaire (**Garsin, 2001**), ce qui leur confère une protection contre les défenses immunitaires de l'hôte et les agents antimicrobiens, (**Shankar, 2002**). Les biofilms Entérocoques jouent un rôle majeur dans la virulence, la persistance et la résistance aux traitements (**Shankar, 2002**), et des études récentes ont mis en lumière l'importance des protéines de surface comme l'ESP (Enterococcal Surface Protein) dans la formation et la stabilisation de ces structures complexes (**Garsin, 2001**).

Comprendre ces caractéristiques physiopathologiques et mécanismes de virulence est crucial pour élaborer des stratégies de prévention et de traitement efficaces contre les infections à Entérocoques (**Shankar, 2002**), en mettant l'accent sur la perturbation des biofilms (**Garsin, 2001**), le ciblage des voies de résistance aux antibiotiques et l'inhibition des facteurs de virulence clés (**Tacconelli, 2018**).

En outre, une meilleure compréhension de l'interaction complexe entre les Entérocoques et leurs hôtes pourrait ouvrir la voie au développement de nouvelles thérapies (**Toledo-Arana, 2001**) et approches préventives visant à contrôler cette menace persistante pour la santé publique (**Fisher, 2009**).

2.4. Pouvoir pathogène

Les Entérocoques sont des pathogènes opportunistes causant des septicémies, infections urinaires, ou abdominales d'origine intestinale. Ils sont la cause de plus de 10 % des infections nosocomiales (**Gadiaga, 2022**).

Les deux espèces les plus fréquemment rencontrées en pathologie humaine sont : *E. faecalis* et *E. faecium* qui peuvent être à l'origine d'infections chez les patients fragilisés (**shankar, 2001**).

Les affections les plus courantes sont :

- les infections urinaires et les abcès abdominaux où on les retrouve seuls ou en association avec les colibacilles ;
- les péritonites ;
- les infections secondaires des plaies chirurgicales surtout abdominales responsables d'abcès ;
- les endocardites lentes ou subaiguës (5 à 10 % surtout chez l'homme âgé) pouvant entraîner des bactériémies et des septicémies.

Les entérocoques sont principalement à l'origine d'infections urinaires, essentiellement compliquées et/ou associées aux soins. A l'inverse, l'entérocoque n'est en cause que dans moins de 5% des infections urinaires chez les femmes sans comorbidités (**Murray, 1990**). La faible virulence des entérocoques pourraient expliquer qu'il ne devienne pathogène que lorsque le terrain est propice.

Les entérocoques peuvent également être responsables d'infections abdomino-pelviennes, par exemple en cas de perforation digestive (péritonite appendiculaire, diverticulaire, perforation d'origine traumatique), ou d'infections hépatobiliaires (cholécystite, abcès hépatique). Il s'agit alors le plus souvent d'infections polymicrobiennes, dans lesquelles le rôle pathogène de l'entérocoque reste incertain (**Moellering Jr, 1992**).

Plus rarement encore, les entérocoques sont à l'origine de bactériémies et d'endocardites. Dans une cohorte internationale menée en 2008, incluant 2781 adultes ayant un diagnostic d'endocardite infectieuse certaine, 10% des cas (8% en Amérique du Sud, 9% en Europe, et 13% en Amérique du Nord) étaient dus à des entérocoques (**Murdoch et al., 2009**).

Les autres sites d'infections à entérocoque sont : infections de pieds de patients diabétiques, de site opératoire, méningites, survenant là-encore généralement sur un terrain particulier.

III. Résistance aux antibiotiques

3.1. Introduction

La résistance émergente des Entérocoques est devenue un enjeu majeur de santé publique, suscitant des inquiétudes profondes en raison de ses implications physiopathologiques étendues. Ces bactéries, autrefois considérées comme relativement inoffensives, ont développé une capacité remarquable à résister aux antibiotiques, créant ainsi un défi majeur dans la lutte contre les infections bactériennes. Des recherches récentes, telles que celles menées par Arias et Murray (2012), ont mis en évidence la montée en puissance de cette résistance, dépassant même la barrière de la vancomycine, un antibiotique souvent considéré comme un traitement de dernier recours. Cette évolution est alarmante, car elle rend les Entérocoques de plus en plus difficiles à traiter, nécessitant souvent l'utilisation de thérapies alternatives moins efficaces et potentiellement plus toxiques (**Arias et Murray, 2012**).

Outre leur résistance aux antibiotiques, les Entérocoques montrent également une tendance à développer une virulence accrue, comme le soulignent (**Van Tyne et Gilmore, 2014**). Cette combinaison redoutable de résistance aux médicaments et de virulence renforcée rend ces bactéries plus dangereuses pour les patients, augmentant le risque d'infections graves et potentiellement mortelles. La capacité des Entérocoques à persister dans l'environnement hospitalier, comme l'ont souligné (**Cattoir et Leclercq, 2013**), aggrave encore cette menace, exposant les patients à un risque plus élevé d'infections nosocomiales difficiles à traiter.

Sur le plan physiopathologique, la résistance émergente des entérocoques compromet sérieusement l'efficacité des traitements antibiotiques, perturbant ainsi l'équilibre délicat entre le patient et les agents pathogènes. Les infections à Entérocoques résistants peuvent être plus sévères, prolongées et difficiles à éradiquer, entraînant des conséquences potentiellement Dévastatrices pour la santé des patients. (**Van Tyne et Gilmore, 2014**)

De plus, la capacité de ces bactéries à transférer leurs gènes de résistance à d'autres organismes pathogènes augmente le risque de propagation rapide de la résistance dans les établissements de santé et dans la communauté (**Cattoir et Leclercq, 2013**).

Comprendre les mécanismes sous-jacents à cette résistance émergente est crucial pour développer de nouvelles stratégies de traitement et de prévention, ainsi que pour minimiser l'impact sur la santé publique (**Cattoir et Leclercq, 2013**).

Des approches innovantes, telles que le développement de thérapies ciblées et de vaccins, sont nécessaires pour faire face à cette menace croissante. De plus, des efforts concertés pour promouvoir une utilisation judicieuse des antibiotiques et pour renforcer les mesures de contrôle des infections sont essentiels pour contenir la propagation de la résistance et protéger la santé des populations (Van Tyne et Gilmore, 2014)

3.2. Résistance naturelle

Les Entérocoques se caractérisent par une résistance naturelle aux pénicillines et une résistance naturelle de bas niveau aux aminosides (Quincampoix et Mainardi, 2001). L'espèce *E. faecalis* se caractérise en plus par une résistance naturelle aux lincosamides aux sulfamides (Leclercq, 1997).

3.2.1. Résistance aux β -lactamine

Les Entérocoques sont naturellement résistants à l'oxacilline et aux céphalosporines. L'amoxicilline, la piperacilline sont les pénicillines les plus L'imipenème n'a pas de supériorité.

3.2.2. Résistance aux aminosides

Les Entérocoques ont un bas niveau de résistance aux aminosides comme tous les Streptocoques. C'est une résistance naturelle de bas niveau par défaut de passage de la membrane cytoplasmique ; la cible des aminosides étant au niveau du ribosome. Une association avec un antibiotique inhibant la synthèse de la paroi bactérienne (β -lactamine, glycopeptides) est synergique.

3.2.3. Résistance aux autres antibiotiques

- Les macrolides sont peu actifs sur les Entérocoques. De plus en plus des souches ayant acquis une résistance à l'érythromycine se rencontrent :
- Les Entérocoques sont naturellement résistants à tous les sulfamides,

- Naturellement les Entérocoques sont sensibles aux glycopeptides (sauf *E. gallinarum* et *E. casseliflavus*), avec des CMI meilleures pour la teicoplanine (CMI modale 0,5mg/l) que pour la vancomycine (CMI modale 1mg/l)
- Les fluors quinolones sont peu actifs sur les Entérocoques.
- pour les souches isolées des urines, les furanes peuvent être testées. La sensibilité aux furanes permet de différencier *E. faecalis* et *E. faecium* : *E. faecium* étant résistant naturellement aux furanes.

3.3. Mécanismes de résistance

3.3.1. Résistance naturelle aux β -lactamine

La résistance aux pénicillines chez les Entérocoques peut être intrinsèque ou extrinsèque due à des mécanismes acquis.

- Résistance intrinsèque

Tous les entérocoques possèdent une PLP particulière (PLP5), de faible affinité pour les β -lactamines et responsable de CMI des pénicillines dix à 100 fois supérieures à celles retrouvées pour les autres streptocoques. De même, les céphalosporines sont naturellement inactives sur les entérocoques (**Patterson et al., 1988**)

- Résistance extrinsèque

- **Production de β -lactamases** : Le support de cette résistance est un gène proche du gène blaZ codant pour la pénicillinase du SA, exprimé de manière constitutive (**Patterson, et al., 1988**).

- **Hyper production de la PLP5** : Ce mécanisme de résistance est associé à des CMI de la pénicilline G de 8 à 32 μ g/mL.

Mutation de la PLP5 : Ce mécanisme, dû à des mutations survenant près du site actif de la PLP5 chez *E. faecium*, conduit à des CMI de la pénicilline supérieures à 32 μ g/mL (**Rybkin et al., 1998**) à des CMI de la pénicilline supérieures à 32 μ g/mL (**Rybkin et al., 1998**)

3.3.2. Résistance aux aminosides

➤ Résistance naturelle

Les Entérocoques possèdent une résistance naturelle de bas niveau aux aminosides due à une anomalie de transport membranaire de ces antibiotiques. Chez *E. faecium*, la production naturelle d'une enzyme, la 6-N'acétyl transférase, confère un phénotype de résistance à la kanamycine, la tobramycine), épargnant la gentamicine.

➤ Résistance extrinsèque

• *Mécanisme enzymatique*

Chez *E. faecium*, la résistance à un haut niveau aux aminosides est due aux enzymes plasmidiques, retrouvées chez les staphylocoques et conférant les mêmes phénotypes de résistance.

• *Mutations chromosomiques*

Chez *E. faecalis*, le haut niveau de résistance à la streptomycine résulte de mutations ribosomales.

3.3.3. Résistance aux macrolides

Deux mécanismes sont impliqués dans la résistance de type MLS.

➤ Résistance par modification de la cible

Elle est le fait d'une méthylase codée par les gènes erm A ou erm B (**Portillo et al., 2000**).

➤ Existence d'un mécanisme d'efflux

Deux déterminants sont impliqués chez les Entérocoques:

- **le gène *msrC***: il est retrouvé de manière ubiquitaire chez les *E. faecium*.
- **Le gène *mef***: ce gène est retrouvé de façon irrégulière selon l'origine géographique des isolats d'Entérocoques.

3.3.4. Résistance aux glycopeptides

Les glycopeptides sont des inhibiteurs de synthèse de la paroi bactérienne. Ces molécules détaillée importante forment des complexes délétères avec le dipeptide terminal (D-

alanyl-D-alanine) des précurseurs du peptidoglycane. Le dipeptide ainsi fixé ne peut s'intégrer de manière normale au peptidoglycane déjà formé. La résistance à ces antibiotiques peut être de haut ou de bas niveau, acquise ou naturelle.

➤ Résistance naturelle

Trois espèces ont une résistance naturelle à la vancomycine : *E. gallinarum*, *E. casseliflavus*, et *E. flavescens* avec des CMI pour la vancomycine entre 2 et 32 µg/mL. Ces souches restent sensibles à

La teicoplanine (CMI = 0,5–1 µg/mL).

Le support de résistance est le gène vanC qui est chromosomique et non transférable (Liu et al., 2012).

➤ Résistance acquise

Cette résistance concerne essentiellement *E. faecium*, et *E. faecalis* (Leclercq, 1997) :

- **phénotype VanA** : le gène vanA code pour une enzyme (ligase) permettant la naissance d'un dipeptide terminal a normal (D-alanyl-D-lactate) de faible affinité pour les glycopeptides. Le déterminant de cette résistance, inductible par les glycopeptides et de haut niveau est porté par un plasmide (ou transposon);

- **Phénotype VanB**: le gène vanB, chromosomique est retrouvé chez *E. Faecium* et chez *E. Faecalis*.

- La résistance est inductible par la vancomycine et non inductible par la teicoplanine

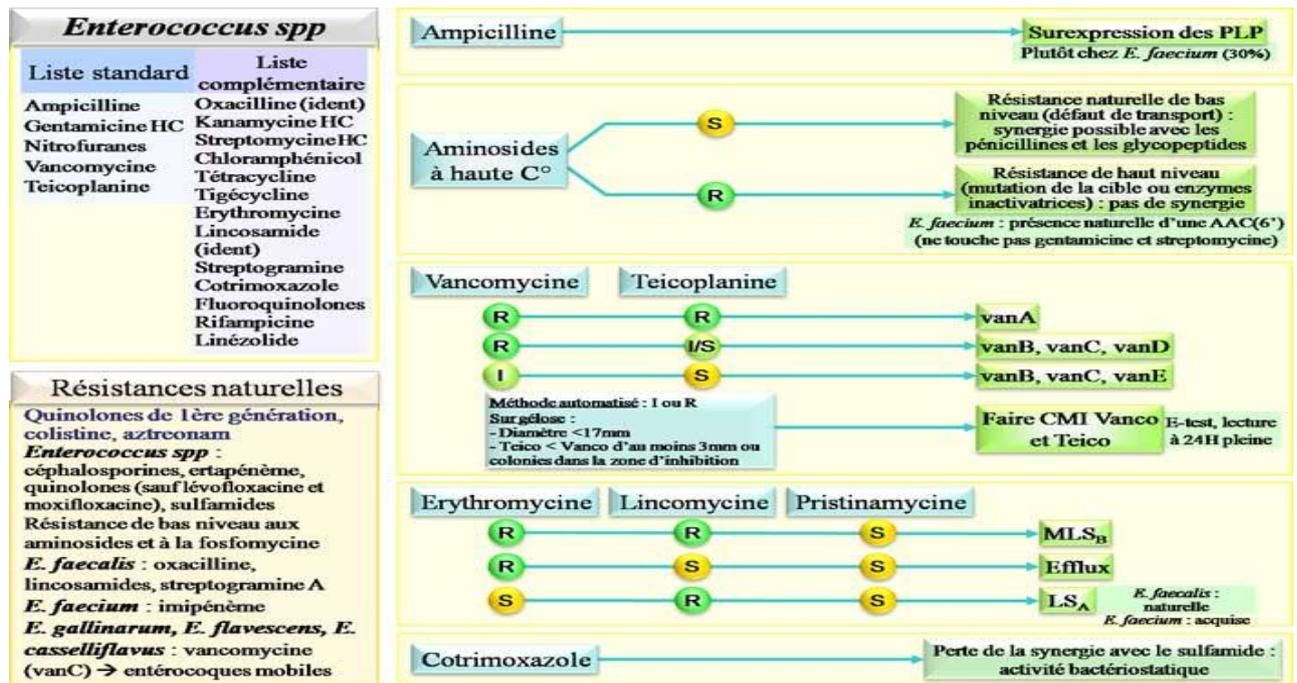


Figure 4 : Mécanismes de résistance aux antibiotiques des Entérocoques

Tableau 2: Résistance aux glycopeptides chez les Entérocoques (Cattoir ,2013)

R : haut niveau de résistance (CMI > 16 mg/l) ; r : bas niveau de résistance (CMI 8-16 mg/l) ; S : sensible d'après

Résistance	Acquise								Naturelle
	Haut		Variable	Modéré	Bas				
Niveau	VanA	VanM	VanB	VanD	VanE	VanG	VanL	VanN	VanC1/C2/C3
Type	VanA	VanM	VanB	VanD	VanE	VanG	VanL	VanN	VanC1/C2/C3
Sensibilité									
Vancomycine	R	R	r-R	R	r	r	r	r	r
Teicoplanine	R	R	S	r-R	S	S	S	S	S
Transférabilité	+	+	+	-	-	+	-	+	-
Principales espèces bactériennes	<i>E. faecium</i> <i>E. faecalis</i>	<i>E. faecium</i>	<i>E. faecium</i> <i>E. faecalis</i>	<i>E. faecium</i> <i>E. faecalis</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>E. faecium</i>	<i>E. gallinarum</i> <i>E. casseliflavus</i>
Expression	Inductible	?	Inductible	Constitutive	Inductible Constitutive	Inductible	Inductible	Constitutive	Constitutive Inductible
Support du gène de résistance		Plasmide (Chromosome)		Chromosome (Plasmide)	Chromosome	Chromosome	?	Chromosome	Chromosome
Terminaison des précurseurs			D-Ala-D-Lac			D-Ala-D-Ser			

Matériel et méthodes

1. Type et durée de l'étude

L'objectif de notre étude est d'identifier les espèces d'entérocoques impliquées dans les infections chez les patients et d'analyser de manière prospective les différents cas d'infections provoquées par les bactéries Entérocoques, Cette étude réalisée sur une période de 05 mois (du 01 janvier 2024 au 27 mai 2024).

Une fois les entérocoques identifiés, l'étude se penche sur leur sensibilité aux antibiotiques couramment utilisés dans le traitement des infections bactériennes. L'analyse de la résistance aux antibiotiques permet de déterminer quels médicaments restent efficaces pour le traitement des infections à entérocoques et quels sont ceux pour lesquels une résistance s'est développée, ce qui peut avoir des implications importantes pour le choix des thérapies antimicrobiennes.

2. Lieu de l'étude

Notre étude s'est déroulée au service de bactériologie du centre Hospitalo-universitaire Ibnbadis de Constantine (CHUC). Un stage pratique s'est déroulé dans un environnement clinique dynamique, offrant une opportunité unique d'accès aux échantillons cliniques provenant de différents services hospitaliers.

Les services concernés sont ; Infectieux, Pédiatrie, Nurserie, Réanimation, Urgences médicales et chirurgicales, Médecine interne englobant l'endocrinologie et la gastro-entérologie, Chirurgie, Malades en ambulatoire, Gynécologie, Cardiologie, Malades du service des brûlés et autres (Dermatologie, Hémodialyse, Rhumatologie, ORL, Hématologie, Orthopédie, Neurologie et Pneumo-phtisiologie).

3. Prélèvements

Toutes les paillassees représentaient le lieu où divers échantillons ont été traités et analysés pour identifier les agents pathogènes responsables. Un échantillon est prélevé sur le patient, généralement à partir de sites cliniquement significatifs comme dans notre cas ; Sang, Urine, Liquides biologiques (liquide abdominal, plèvre, liquide articulaire, liquide péricardique, liquide gastrique, LCR), Dispositifs médicaux et autres (cathéter, ombilic, dispositifs intra-utérin, drainage et prothèse vasculaire), Pus et autres (Fistule,

Prélèvement vaginal, Prélèvement buccal, Périnée, Peau, Liquide amniotique, Prélèvement trachéal...Etc.)

4. Taille de l'échantillon

L'étude a été réalisée sur une collection de 121 souches d'Entérocoques provenant de différents échantillons pathologiques émanant de plusieurs services.

Plusieurs variables ont été recueillies, notamment le sexe et l'âge du patient, le site de prélèvement et le service hospitalier. Concernant l'âge, cette caractéristique n'était pas mentionnée pour tous les malades, on s'est référé au service pour déduire l'appartenance du patient à la catégorie, Nourrisson, Enfant (E) ou Adulte (A)

5. Culture et isolement

Pour les prélèvements supposés monomicrobiens comme le LCR, on effectue une culture sur des milieux contenant 5% de sang de cheval ou de mouton, pour les prélèvements pathologiques polymicrobiens comme le pus, l'isolement s'effectue à partir de la flore microbienne. Les milieuxensemencés sont ensuite incubés 18 à 24h à 37 °C. L'isolement des bactéries s'est fait sur un milieu sélectif BEA. C'est un milieu destiné à l'isolement sélectif des streptocoques du groupe D et des entérocoques qui tolèrent la bile et hydrolysent l'esculine en glucose et esculétine. Cette dernière donne une coloration noire avec le citrate de fer. La sélection se fait grâce à la bile qui est un inhibiteur des bactéries autres qu'intestinales, et l'azide de sodium qui inhibe les bactéries à Gram négatif. L'inoculum estensemencé en surface des géloses selon la méthode des quadrants, puis incubé à 37°C pendant 24 heures. Les entérocoques donnent de petites colonies translucides entourées d'un halo noir.

6. Identification

6.1. Examen microscopique

Basé sur l'examen à l'état frais et l'examen après coloration

6.1.1. Examen à l'état frais

L'observation des bactéries vivantes entre lame et lamelle à l'objectif x 40 est possible grâce à l'état frais. Elle vise à identifier la structure des bactéries, leur mobilité, leur morphologie et éventuellement la présence de levures, de cristaux ou de cellules sanguines. L'observation microscopique à l'état frais des entérocoques permet de voir des cocci incolores et translucides, souvent en paires ou en chaînes courtes, et non mobiles. Pour des observations plus détaillées, comme la structure de la paroi cellulaire ou la présence de capsules, des colorations spécifiques (comme la coloration de Gram) sont nécessaires.

6.1.2. Examen après Coloration de Gram

La coloration de Gram est basée sur les variations de composition de la paroi cellulaire. En raison de leur épaisse couche de peptidoglycane, les bactéries à Gram positif conservent le violet de gentiane, tandis que les bactéries à Gram négatif, avec une paroi plus fine et une membrane externe, perdent cette coloration lors de la décoloration et se colorent ensuite avec la fushine.

Après coloration de Gram, les Entérocoques apparaissent comme des cocci à Gram positif, prenant une couleur violette. Ils se présentent typiquement en paires ou en chaînes courtes. Prenant une couleur violette. Ils se présentent typiquement en paires ou en chaînes courtes.

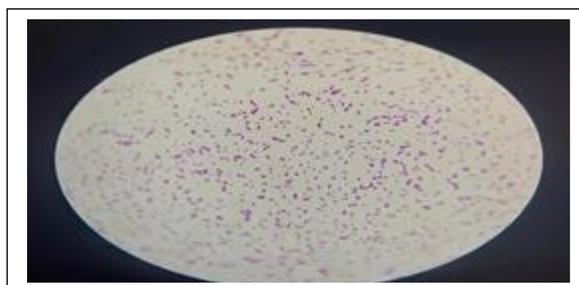


Figure 5 : Entérocoques sous microscope après coloration de Gram

6.2. Tests biochimiques

6.2.1. Test de la catalase

Il s'agit d'une enzyme qui transforme l'eau oxygénée en eau et en gaz d'oxygène.



On utilise une pipette Pasteur pour prélever une colonie du germe à étudier sur l'extrémité d'une anse de platine, puis on la plonge dans une goutte d'eau oxygénée. La formation de bulles de gaz indique la présence de l'enzyme

Les entérocoques sont caractérisés par une réaction négative au test de la catalase.



Figure 7 : résultat catalase positive



Figure 6 : résultat catalase négative

6.2.2. Test d'Hémolyse

Le test d'hémolyse s'effectue sur gélose au sang, sur laquelle les colonies d'entérocoques apparaissent translucides de 1-2 mm de diamètre.

Ce test est très important dans l'identification ainsi que la classification des Entérocoques ; il présente « 3 types » d'hémolyses :

- **Hémolyse α** : Résulte d'hémolyse partielle des hématies au tour des colonies qui leur reflètent une couleur verdâtre.

- **Hémolyse β** : Résulte de l'hémolyse complète des hématies et qui s'interprète par une zone claire autour des colonies.

- **Hémolyse γ** (Absence d'hémolyse): Dans ce troisième cas il ya pas d'hémolyse; où la gélose au sang reste totalement rouge.

6.2.3. Test au Tellurite de Potassium

Test effectué pour l'identification de l'espèce *E. faecalis*. En effet, en plus de propriétés de résistance aux milieux hostiles, propres aux *Entérocoques*, *E. faecalis* possède un pouvoir réducteur très marqué : il est capable de réduire le Tellurite de Potassium, qui constitue souvent une substance inhibitrice pour les autres espèces.

6.2.4. Détermination de la sensibilité aux antibiotiques

La détermination de la sensibilité aux antibiotiques est fondée sur la recherche des diamètres d'inhibition. L'antibiogramme standard utilise la technique de la diffusion en milieu gélosé. Il permet d'apprécier la modification de la croissance d'une souche bactérienne en présence de l'antibiotique testé.

Méthode de réalisation

- *Préparation de l'inoculum*

A partir d'une culture de 18-24 H sur gélose Mueller-Hinton additionnée de 5 % de sang de mouton (annexe 1), préparer une suspension en bouillon Mueller-Hinton équivalente au standard Mc Farland 0,5.

- *Ensemencement*

L'ensemencement des souches est effectué à l'aide des écouvillons alors que les disques d'antibiotiques sont appliqués sur la gélose à l'aide d'une pince en appuyant légèrement [disques d'antibiotiques (Bio-discs bioMérieux^R SA, BioRad Marne-la coquette France)]

B- Lecture

Réalisée après 18-24 h d'incubation à 35-37 °C sous CO₂. La lecture de l'antibiogramme est effectuée à partir des mesures à l'aide d'un pied à coulisse. Ces valeurs sont comparées aux valeurs critiques de l'antibiotique correspondant.

Le germe est qualifié de sensible (S), d'intermédiaire (I) ou de résistant (R) selon le degré de sensibilité des souches, évalué par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition. Les critères d'interprétation sont présentés dans le tableau

Tableau 3: Liste des antibiotiques à tester pour les Enterococcus

Antibiotiques	abréviation	Charge des disques
PENICILLINE	P	10µg
OXACILLINE	OXA	5µg
AMOXICILLINE	AMX	25µg
GENTAMYCINE	GM	120µg
STREPTOMYCINE	STR	300µg
ERYTHROMYCINE	E	15µg
PRISTNAMYCINE	PT	5µg
FURANES	F	5µg
CIPROFLOXACIN	CP	5µg
FOSFOMYCIN	FOS	200µg

CHLORAMPHENICOL	C	30µg
IMIPENEM	IPM	10µg

Pour différencier entre les 02 souches étudiées d'entérocoques ; *E. faecalis* et *E. faecium* on analyse les résistances naturelles pour ces dernières pour certains antibiotiques comme le montre le tableau 4

Tableau 3: Résistances naturelles chez les Entérocoques(livre électronique , 2020)

Espèce bactérienne	Céphalosporines	Aminosides	Clindamycine	Quinudalfopristine	Pristinamycine	Triméthoprim +Sulfaméthoxazole
<i>Enterococcus faecalis</i>	R	R	R	R	R	R
<i>Enterococcus faecium</i>	R	R	R	/	/	R

Et pour des résultats plus stables et plus rapides dans l'identification des entérocoques on utilise une méthode automatisée le dispositif VITEK

Il s'agit du dispositif Vitek 2, qui est constitué d'un automate, d'un ordinateur et de cassettes et qui permet d'identifier et de déterminer la sensibilité aux antibiotiques des bactéries. Il est possible d'identifier une souche bactérienne en utilisant une "carte Vitek®", qui peut être utilisée pour identifier différents groupes bactériens (Matuszewski, 2009). Il s'agit de cartes en plastique renfermant divers tests biochimiques tels que des tests enzymatiques et des tests d'acidification. Chaque carte renferme une série de tests, ce qui permet d'établir un diagnostic précis. Après quatre à six heures, le test d'identification est disponible, ce qui permet déjà de réaliser un diagnostic fiable et rapide. La lecture est colorimétrique (Matuszewski, 2009).

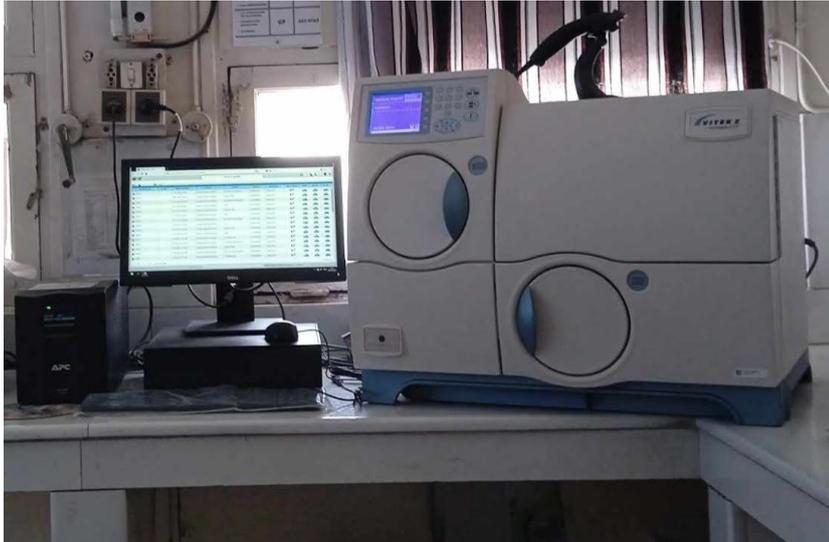


Figure 8 : Dispositif VITEK

Résultats

1. Caractéristiques épidémiologiques

1.1. Répartition des infections à Entérocoques

1.1.1. Répartition en fonction du sexe

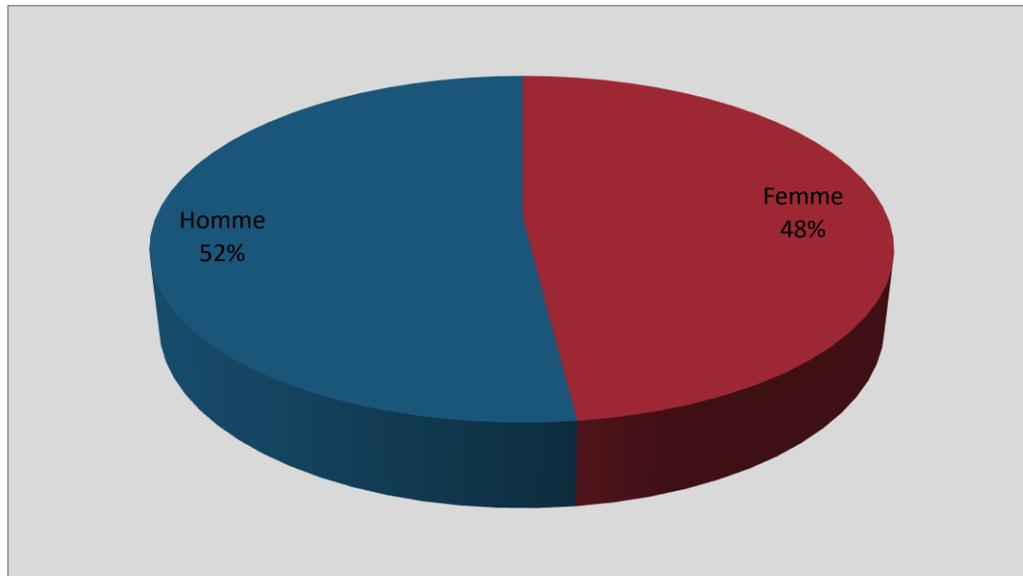


Figure 9 : Répartition des infections à Entérocoques en fonction du sexe

Le diagramme en secteurs de la répartition des infections à Entérocoques selon le sexe révèle une distribution relativement équilibrée entre les hommes et les femmes, avec une légère prédominance masculine.

En effet, les données indiquent que (52%) des infections concernent les hommes, tandis que (48%) affectent les femmes avec un sexe ratio H/F de 1,08. Bien que la différence soit minime, elle montre que les hommes sont légèrement plus touchés par ce genre de bactéries.

Cette information peut être importante car elle permet de mieux comprendre la prévalence de l'infection à Entérocoques selon le sexe et d'adapter les mesures de prévention et de traitement de manière plus ciblée.

1.1.2. Répartition en fonction de l'âge

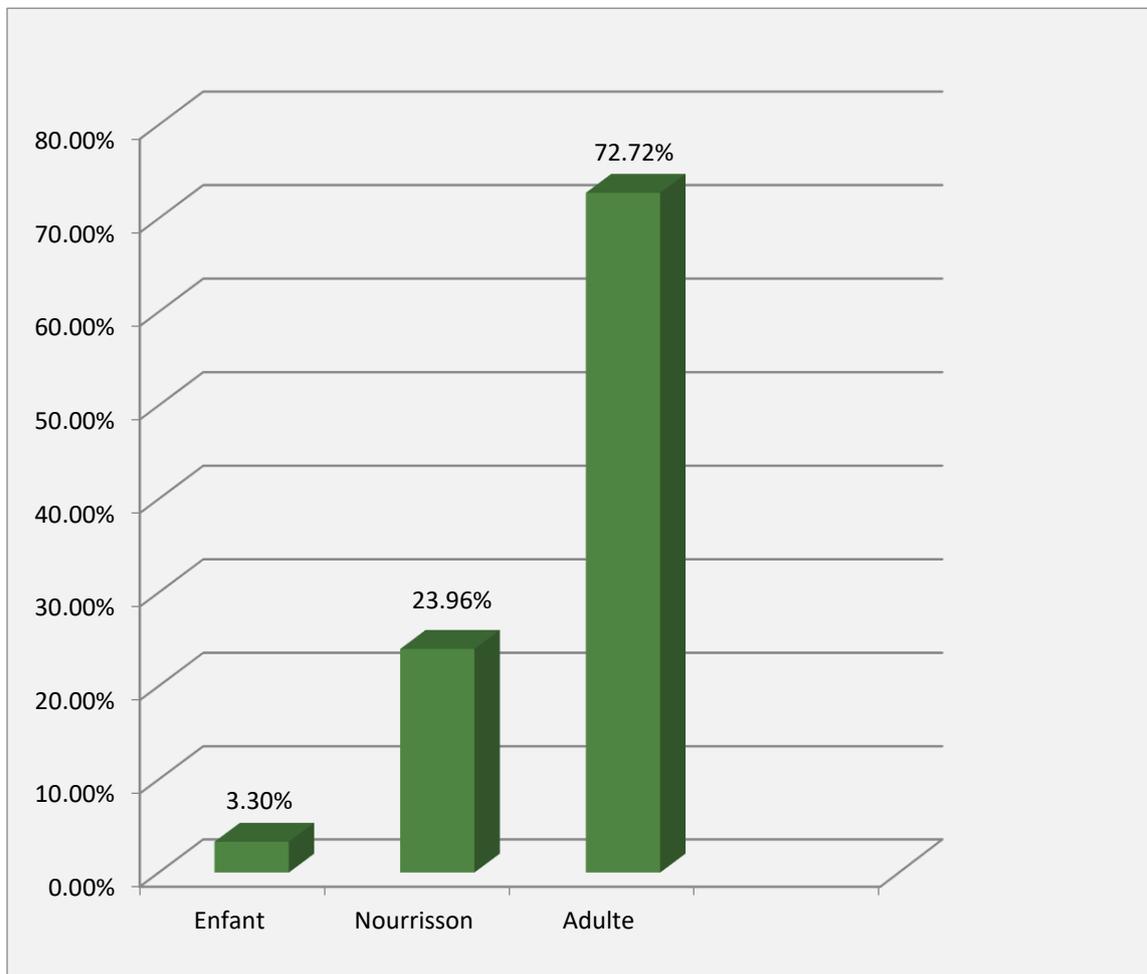


Figure 10 : Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'âge

L'histogramme représentant la répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'âge montre une variation significative entre l'adulte et l'enfant. Les données indiquent que les adultes sont les plus touchés, représentant (72,72%) des cas d'infection. En comparaison, les enfants sont beaucoup moins affectés, avec seulement (3,30%) des infections. Les nourrissons, quant à eux, représentent (23,96%) des cas, ce qui est légèrement supérieur à la proportion d'infections chez les enfants moins jeunes mais nettement inférieur à celle des adultes.

Cet histogramme permet de visualiser clairement la prédominance des infections chez les adultes qui peut être expliquée par plusieurs facteurs liés à l'âge et à la vulnérabilité immunologique. Les adultes, en particulier ceux souffrant de maladies chroniques ou hospitalisés, sont plus susceptibles de contracter des infections nosocomiales, dont les infections à Entérocoques. Les systèmes immunitaires affaiblis, l'utilisation fréquente d'antibiotiques, et les interventions médicales invasives augmentent le risque d'infection dans cette tranche d'âge soulignant l'importance de cibler cette tranche d'âge dans les stratégies de prévention et de traitement des infections à Entérocoques

1.1.3. Répartition en fonction de l'espèce bactérienne

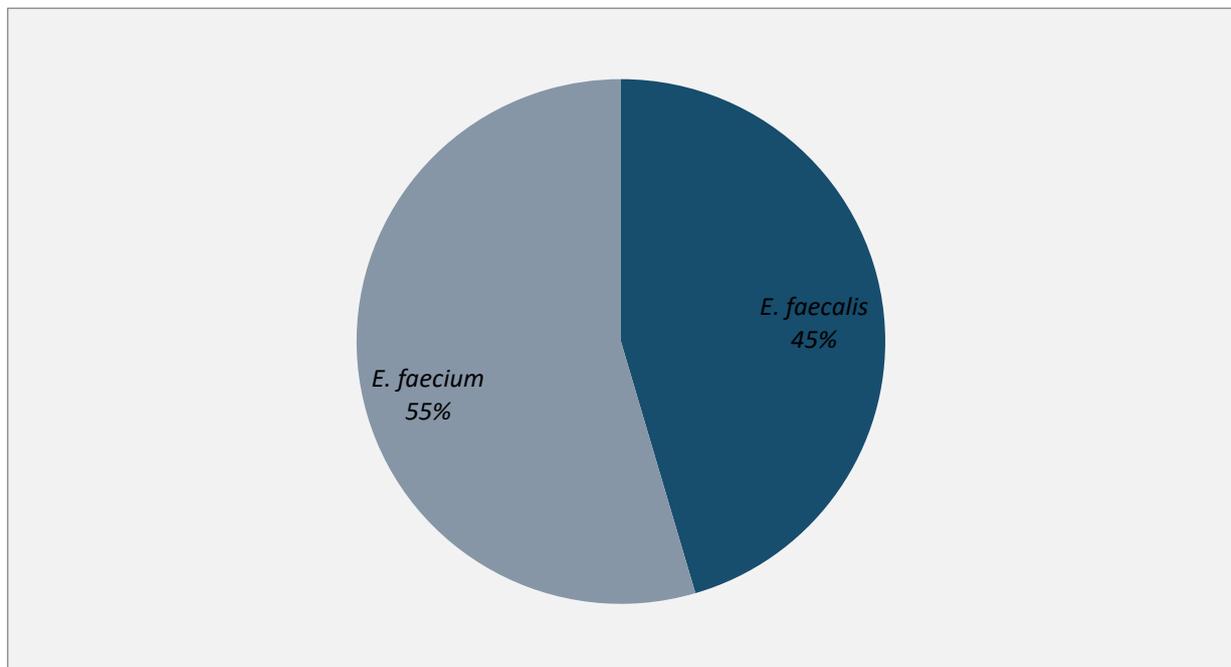


Figure 11 : Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce

Les résultats illustrant la répartition des infections à Entérocoques selon les espèces montre une prévalence légèrement plus élevée d'*E. faecium*, représentant (55%) des cas, comparativement à *E. faecalis*, qui constitue (45%) des infections. Cette répartition quasi égale indique que les deux espèces sont des agents pathogènes significatifs responsables

d'infections cliniques. *E. faecium* et *E. Faecalis* sont tous deux fréquemment impliqués dans des infections nosocomiales, telles que les infections urinaires, les bactériémies et les endocardites.

La légère prédominance d'*E. faecium* dans les données souligne son importance particulière dans le contexte des infections à Entérocoques. Cette bactérie est souvent associée à des infections nosocomiales graves, telles que les bactériémies et les infections des voies urinaires, en raison de sa capacité à coloniser les patients hospitalisés et à survivre sur les surfaces médicales, *E. faecalis* bien que légèrement moins fréquent dans ces données, est également un agent pathogène important, responsable d'infections similaires mais plus incriminé dans le portage

1.1.4. Répartition en fonction du type de prélèvement

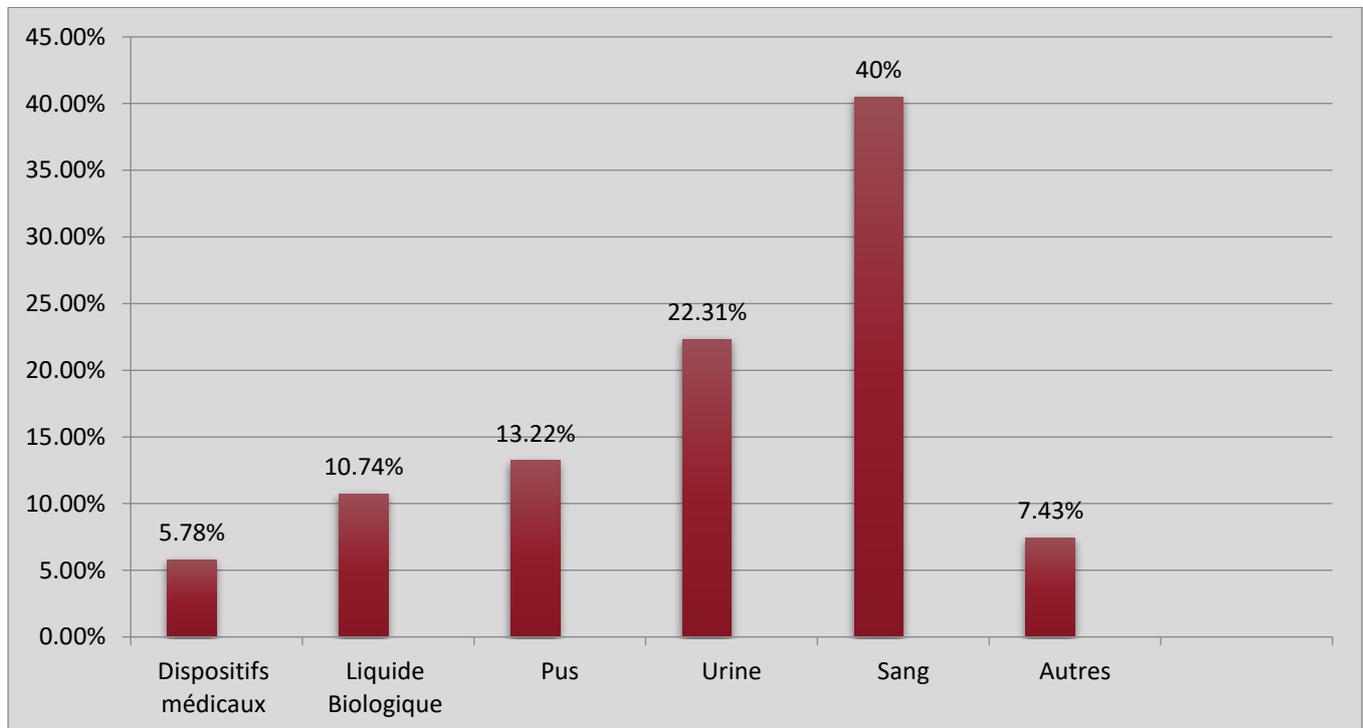


Figure 12 : Répartition des infections à Entérocoques en fonction du type de prélèvement

La figure représentant la répartition des infections à Entérocoques met en évidence la diversité des types de prélèvements.

Nos résultats montrent que les infections à partir des prélèvements sanguins sont les plus fréquentes, représentant (40%) des cas. Les prélèvements urinaires suivent avec (22.31%) des cas, reflétant la prévalence des infections urinaires à Entérocoques. Les prélèvements de pus représentent (13.22%), indiquant une fréquence notable des infections cutanées et des plaies. Les liquides biologiques, qui comprennent le liquide céphalorachidien, pleural, et autres, constituent (10.74%) des cas, Les dispositifs médicaux, tels que les cathéters, sont impliqués dans (5.78%) des infections, soulignant le risque associé à l'utilisation de ces dispositifs en milieu hospitalier, tandis que les autres types de prélèvements comme les prélèvements vaginaux trachéaux et autres représentent (7.43%) des cas.

Cette répartition souligne l'importance de surveiller et de gérer les infections à Entérocoques dans divers contextes cliniques, en mettant particulièrement l'accent sur les prélèvements sanguins et urinaires prélevés de malades atteints de bactériémies et d'infections urinaires qui sont les plus fréquents.

1.1.5. Répartition selon le service d'hospitalisation

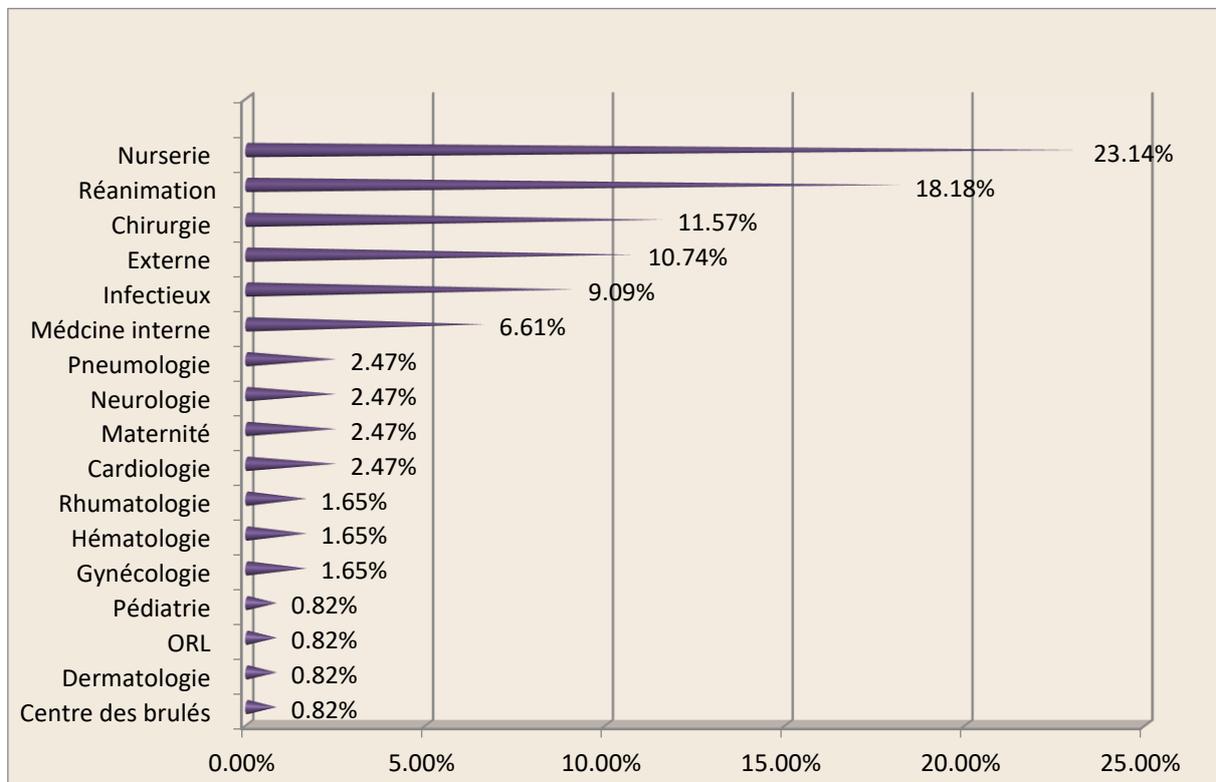


Figure 13 : Répartition des infections à Entérocoques en fonction du service d'hospitalisation

L'histogramme représentant la répartition des infections à Entérocoques en fonction du service d'hospitalisation montre une concentration marquée dans certains services.

Les infections sont les plus fréquentes en nurserie, représentant (23.14%) des cas, ce qui souligne la vulnérabilité des nouveau-nés à ces infections. La réanimation suit avec (18.18%) des cas, étant donné la gravité des cas traités et l'état souvent immunodéprimé des patients dans ces unités de soins intensifs. Les services de chirurgie (11.57%) et externes (10.74%) montrent

Également des taux élevés d'infections, probablement en raison des nombreuses interventions chirurgicales et de la gestion des patients en ambulatoire.

Les services infectieux (9.09%) et médecine interne (6.61%) ont des proportions notables d'infections, reflétant la complexité et la gravité des cas traités dans ces services. Les services de cardiologie, maternité, neurologie et pneumologie montrent chacun un taux d'infection de (2.47%), indiquant une moindre prévalence par rapport aux unités de soins critiques, mais ces taux restent significatifs pour la gestion des infections surtout en cardiologie. Les services de gynécologie, hématologie et rhumatologie, (chacun à 1.65%), ont des taux plus bas mais importants à surveiller. Les plus faibles taux d'infections sont observés dans les services ORL, dermatologie, pédiatrie et le centre des brûlés, (chacun à 0.82% des cas).

Cette répartition met en évidence la nécessité de stratégies de contrôle des infections adaptées à chaque service, avec une attention particulière à la nurserie et aux unités de réanimation. La mise en œuvre rigoureuse de mesures de prévention et de contrôle des infections est cruciale pour réduire la prévalence des infections à Entérocoques, en particulier dans les services où les taux sont les plus élevés.

1.2. Répartition de l'espèce en fonction des autres paramètres

1.2.1. Répartition en fonction de l'espèce et le sexe

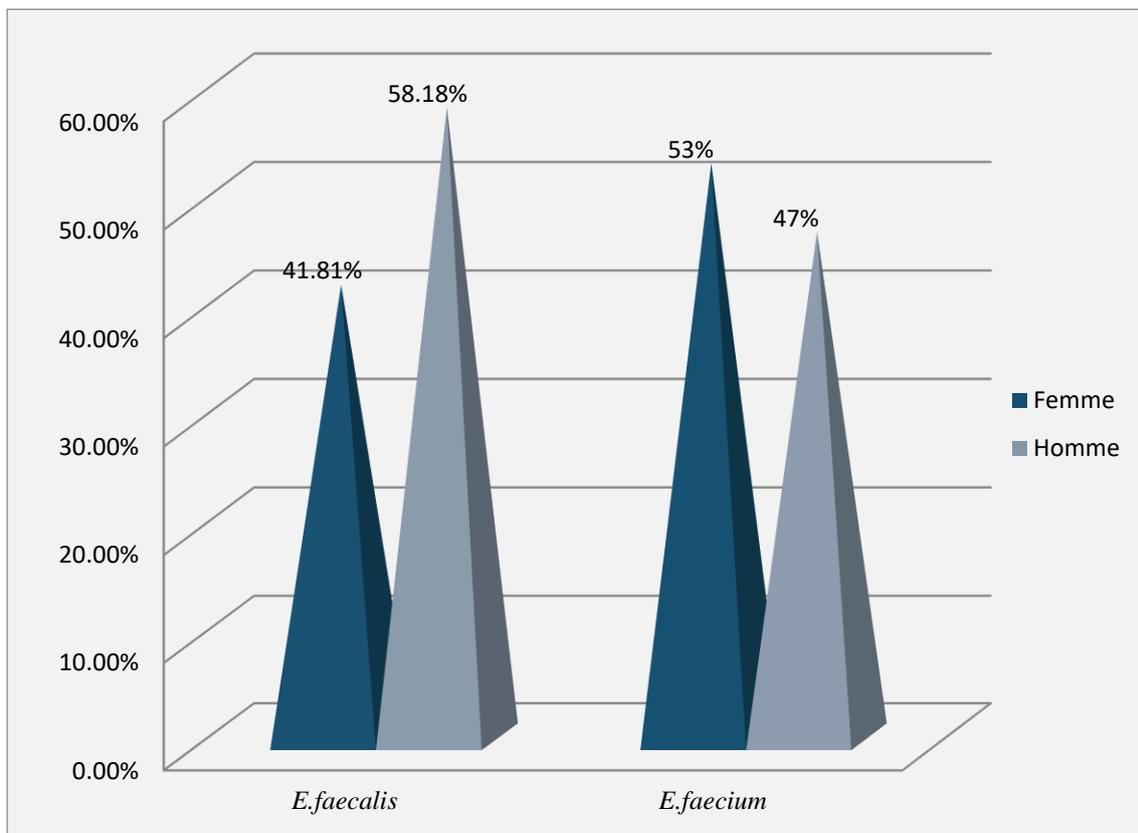


Figure 14: Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce et du sexe

L'histogramme représentant la répartition des infections à Entérocoques selon l'espèce et le sexe révèle des différences significatives entre les deux principales espèces, *E. faecalis* et *E. faecium*, chez les hommes et les femmes. Pour *E. faecalis*, les infections sont plus fréquentes chez les hommes, représentant (58.18%) des cas, tandis que les femmes en représentent (41.81%). En revanche, *E. faecium* montre une légère prédominance féminine, avec (53%) des infections chez les femmes et (47%) chez les hommes.

Cette répartition indique que, bien que les infections à *E. faecalis* soient plus courantes chez les hommes, *E. faecium* tend à être plus fréquent chez les femmes. Les différences observées pourraient être dues à divers facteurs biologiques, comportementaux ou d'expositions spécifiques aux sexes.

Ces données soulignent l'importance de prendre en compte le sexe des patients dans la prévention et le traitement des infections à Entérocoques, en particulier pour *E. faecium*, où une vigilance accrue chez les femmes pourrait être nécessaire

1.2.2. Répartition en fonction de l'espèce et de l'âge

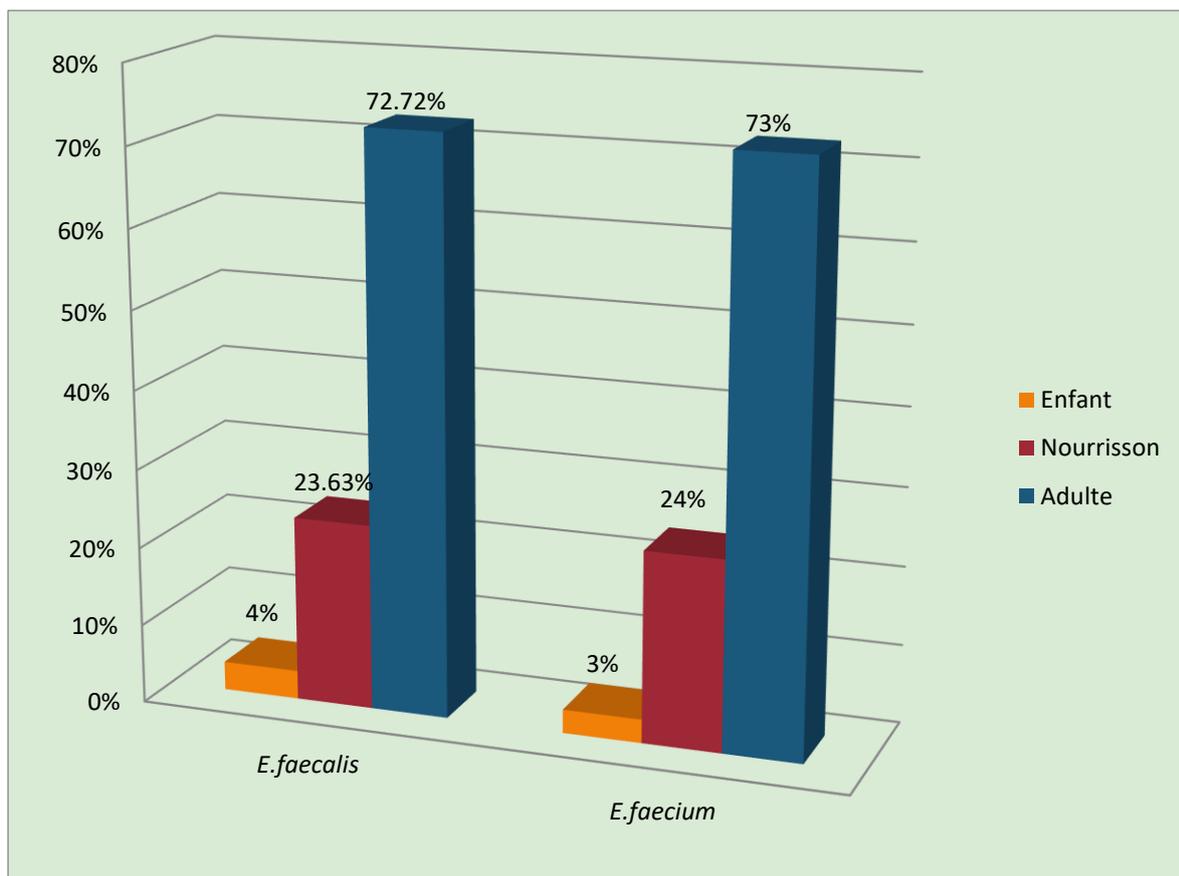


Figure 15: Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce et l'âge

L'histogramme représentant la répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce et de l'âge révèle les mêmes tendances entre les nourrissons, les enfants et les adultes pour les deux principales espèces, *E. faecalis* et *E. faecium*.

Pour *E. faecalis*, les infections sont les plus fréquentes chez les adultes, représentant (72.72%) des cas, tandis que les nourrissons en représentent (24%) et les enfants moins jeunes seulement (3.63%). De manière similaire, pour *E. faecium*, les infections chez les adultes représentent (73%) des cas, les nourrissons (24%), et les enfants (3%). Ces données montrent

que, pour les deux espèces, les infections sont largement dominantes chez les adultes, suivies par les nourrissons, avec une très faible prévalence chez les enfants moins jeunes.

Ces tendances pourraient être attribuées à des facteurs tels que l'exposition, les comportements et les différences immunologiques entre les groupes d'âge.

Ces résultats soulignent l'importance de cibler les stratégies de prévention et de traitement principalement vers les adultes, tout en surveillant attentivement les nourrissons, qui représentent une proportion non négligeable des cas d'infection à Entérocoques.

1.2.3. Répartition en fonction de l'espèce et du type de prélèvement

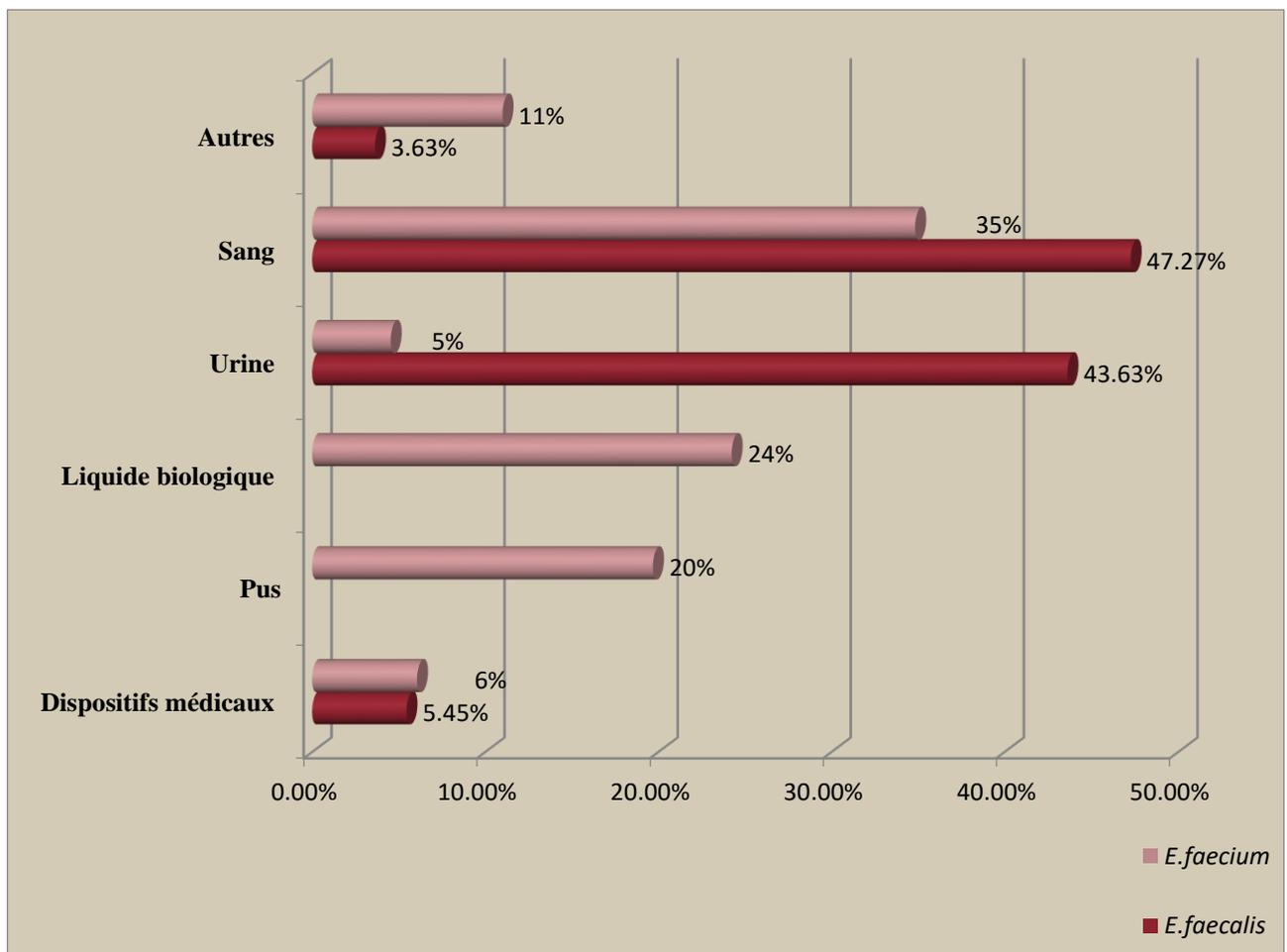


Figure 16 : Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce et du type de prélèvement

L'histogramme représentant la répartition des infections à entérocoques en fonction de l'espèce et du type de prélèvement montre des différences significatives entre *E. faecalis* et *E. faecium*.

Pour *E. faecalis*, les infections sont principalement détectées dans l'urine (47.27%) et le sang (43.63%), avec des proportions plus faibles provenant de dispositifs médicaux (5.45%) et d'autres types de prélèvements (3.63%). En revanche, *E. faecium* présente une répartition plus diversifiée : les infections sont le plus souvent détectées dans le sang (35%), suivies par des prélèvements de liquide biologique (24%), de pus (20%), d'autres types de prélèvements (11%), de dispositifs médicaux (6%) et d'urine (5%). Ces différences indiquent que, tandis qu'*E. faecalis* est majoritairement retrouvé dans les prélèvements urinaires et sanguins, *E. faecium* montre une plus grande diversité de sites d'infection d'une manière majoritaire dans le sang avec 35% des cas suivie par le liquide biologique (24%).

Ces résultats suggèrent que les stratégies de diagnostic et de traitement doivent être adaptées en fonction de l'espèce d'Entérocoque suspectée et du type de prélèvement, avec une attention particulière aux infections urinaires et sanguines pour *E. faecalis* et une approche plus large pour *E. faecium*, couvrant divers types de prélèvements.

1.2.4. Répartition en fonction de l'espèce et du service d'hospitalisation

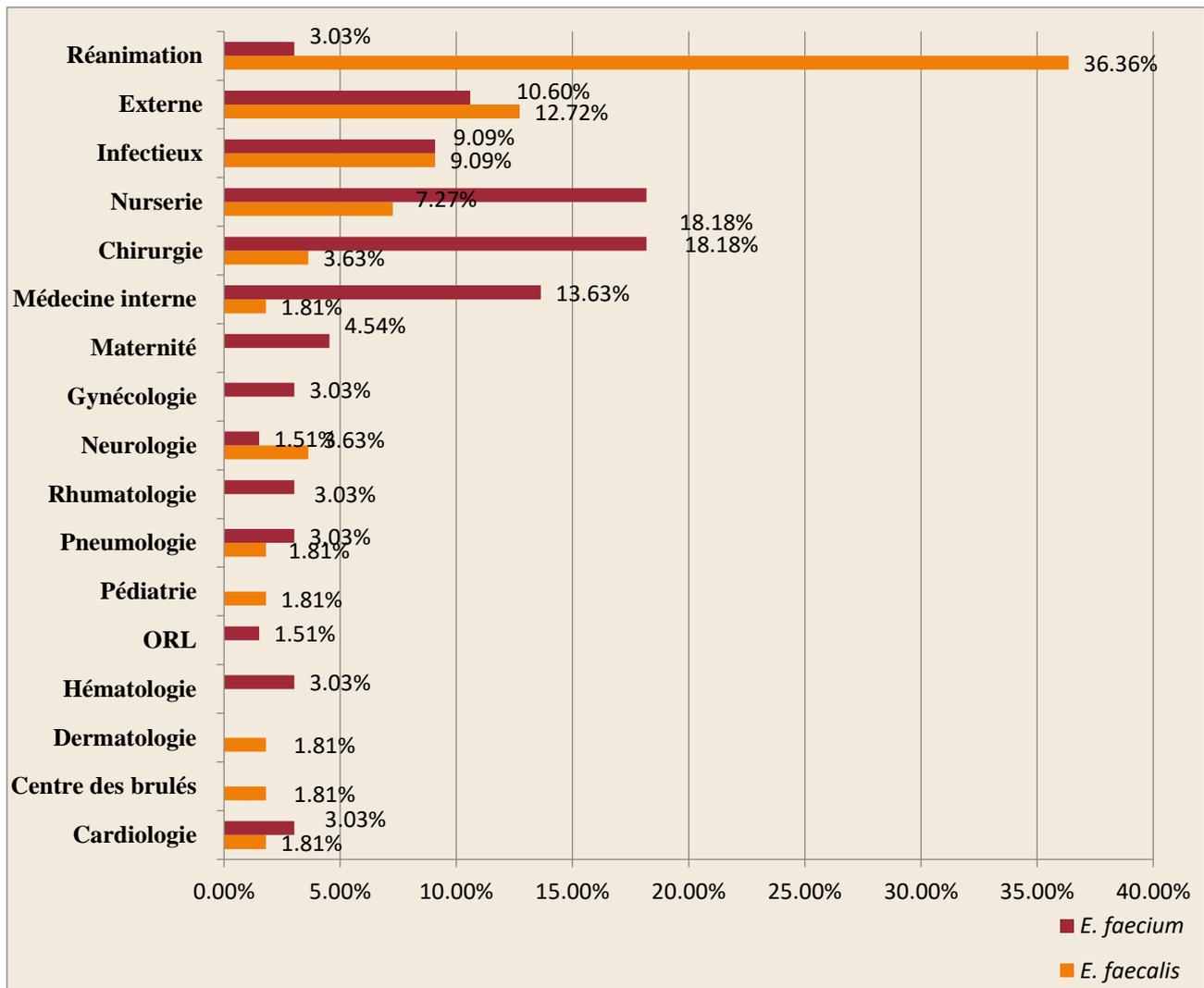


Figure 17 : Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce et du service d'hospitalisation

L'histogramme représentant la répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce et du service d'hospitalisation met en évidence des différences notables entre *E. faecalis* et *E. faecium*.

E. faecalis est majoritairement présent dans le service de réanimation (36.36%), suivi des patients en ambulatoire (12.72%), l'infectieux (9.09%), et la nurserie (7.27%). Les autres

services, comme la chirurgie, la neurologie, la pédiatrie, la pneumologie, la dermatologie, le centre des brûlés et la cardiologie, montrent chacun des pourcentages d'infection autour de (1.81%) à (3.63%).

En comparaison, *E. faecium* montre une distribution différente avec une forte présence dans les services de Médecine interne (13.63%), chirurgie (18.18%) et nurserie (18.18%), ainsi que dans les services de maternité (4.54%), hématologie, pneumologie, rhumatologie et gynécologie (3.03% chacun). Les infections par *E. faecium* sont également notables chez les patients externes (10.60%) et en infectieux (9.09%). Les pourcentages les plus faibles pour *E. faecium* sont observés en neurologie et ORL (1.51% chacun).

Ces données montrent que *E. faecalis* est particulièrement répandu dans les unités de réanimation, ce qui pourrait être lié à la gravité des cas traités dans ces services. À l'inverse, *E. faecium* présente une distribution plus variée avec une forte prévalence dans les services de chirurgie et de nurserie, indiquant des points focaux différents pour les infections.

Ces résultats soulignent l'importance de mesures de prévention et de contrôle des infections adaptées à chaque espèce d'Entérocoque et à chaque service hospitalier, avec une vigilance accrue dans les unités de réanimation pour *E. faecalis* et dans les services de chirurgie et de nurserie pour *E. faecium*.

2. Profil de résistance aux antibiotiques

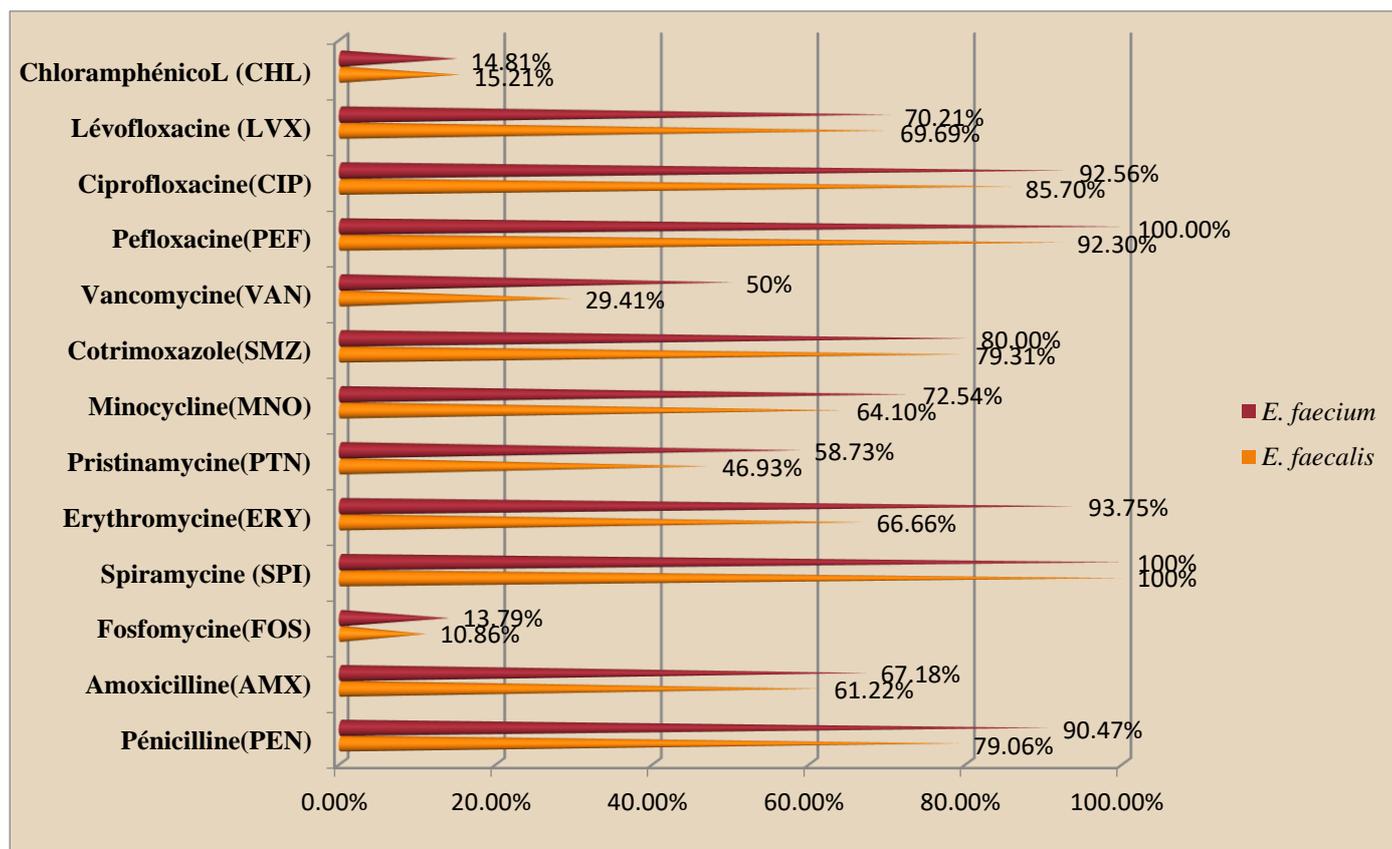


Figure 18 : Profil de résistance des espèces d'Entérocoques aux antibiotiques

L'histogramme de la résistance des espèces d'entérocoques aux antibiotiques révèle des différences significatives entre *E. faecalis* et *E. faecium*, avec une résistance globalement plus élevée observée chez *E. faecium*.

Pour plusieurs antibiotiques, *E. faecium* présente des taux de résistance supérieurs. Par exemple, la résistance à la pénicilline (PEN) est de 90.47% chez *E. faecium* contre 79.06% chez *E. faecalis*, la résistance à l'amoxicilline (AMX) est de (67.18%) pour *E. faecium* contre (61.22%) pour *E. faecalis*. De même, la résistance à l'érythromycine (ERY) est très élevée pour *E. faecium* (93.75%) par rapport à *E. faecalis* (66.66%).

La résistance à la vancomycine (VAN) montre également une différence notable, avec (50%) pour *E. faecium* contre (29.41%) pour *E. faecalis*. Pour la Pristinamycine (PTN), la résistance est de (58.73%) pour *E. faecium* et de (46.93%) pour *E. faecalis*. En ce qui concerne les fluoroquinolones,

la résistance à la Pefloxacine (PEF) est de (100%) pour *E. faecium* et de (92.30%) pour *E. faecalis*, tandis que la résistance à la Ciprofloxacine (CIP) est de (92.56%) pour *E. faecium* et de (85.70%) pour *E. faecalis*.

Certaines résistances sont similaires entre les deux espèces, comme pour la spiramycine (SPI) où les deux présentent une résistance de (100%). En revanche, la résistance à la Fosfomycine (FOS) est légèrement plus élevée pour *E. faecium* (13.79%) par rapport à *E. faecalis* (10.86%), et pour le chloramphénicol (CHL), où *E. faecium* montre une résistance de (14.81%) contre (15.21%) pour *E. faecalis*.

Ces résultats indiquent une résistance accrue d'*E. faecium* aux antibiotiques couramment utilisés par rapport à *E. faecalis*. Cela souligne la nécessité d'une vigilance accrue et de stratégies de gestion des antibiotiques adaptées pour limiter la propagation de *E. faecium* résistant, en particulier dans les milieux hospitaliers. Une surveillance continue et des ajustements dans les protocoles de traitement sont essentiels pour contrôler efficacement les infections à Entérocoques résistantes.

2.1. Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et le sexe

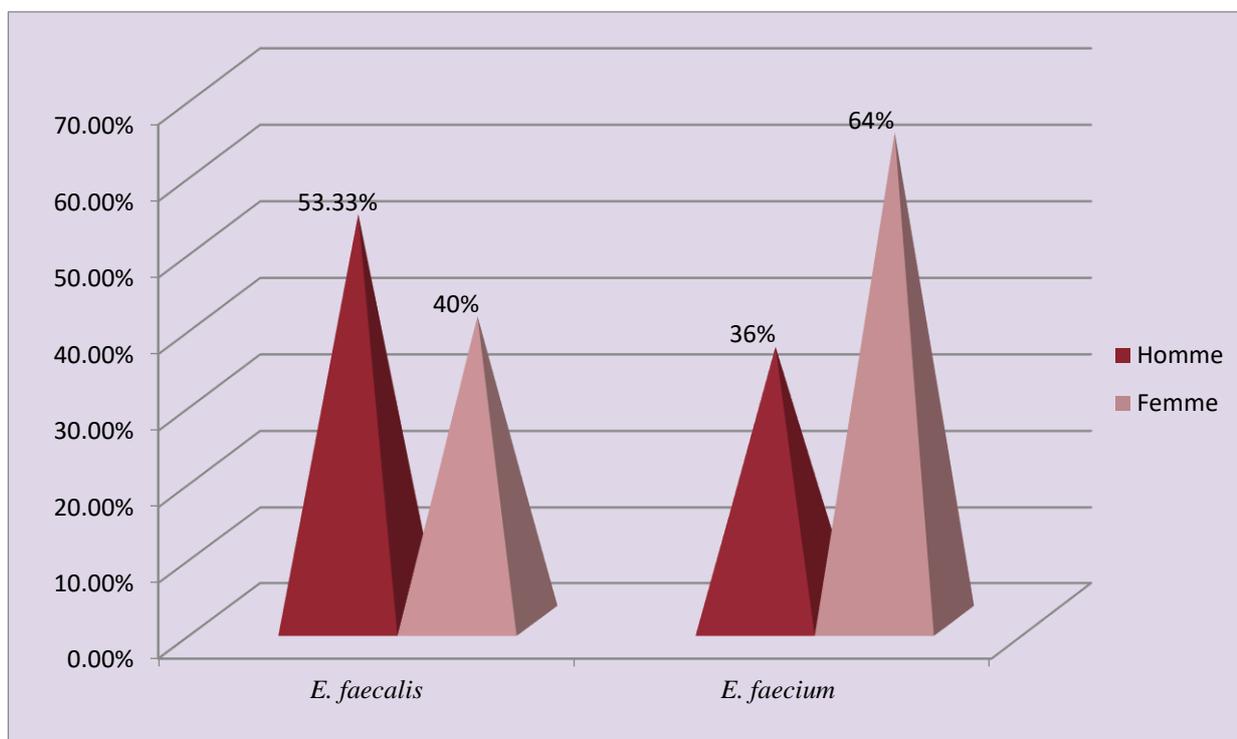


Figure 19 : La répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et le sexe

L'histogramme de la répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et du sexe révèle des différences marquées entre *E. faecalis* et *E. faecium*, sur la base de 15 souches résistantes de *E. faecalis* et 25 souches résistantes de *E. faecium*.

Chez les hommes, la résistance à la vancomycine est plus élevée pour *E. faecalis* (53.33%) que pour *E. faecium* (36%). En revanche, chez les femmes, la résistance est beaucoup plus élevée pour *E. faecium* (64%) par rapport à *E. faecalis* (40%).

Ces résultats indiquent que la résistance à la vancomycine varie non seulement en fonction de l'espèce d'Entérocoque, mais également selon le sexe des patients. La prévalence significative de la résistance d'*E. faecium* chez les femmes nécessite une attention particulière, suggérant la nécessité de stratégies spécifiques de surveillance et de gestion pour cette population afin de mieux contrôler les infections à Entérocoques résistantes à la vancomycine.

2.2. Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et l'âge

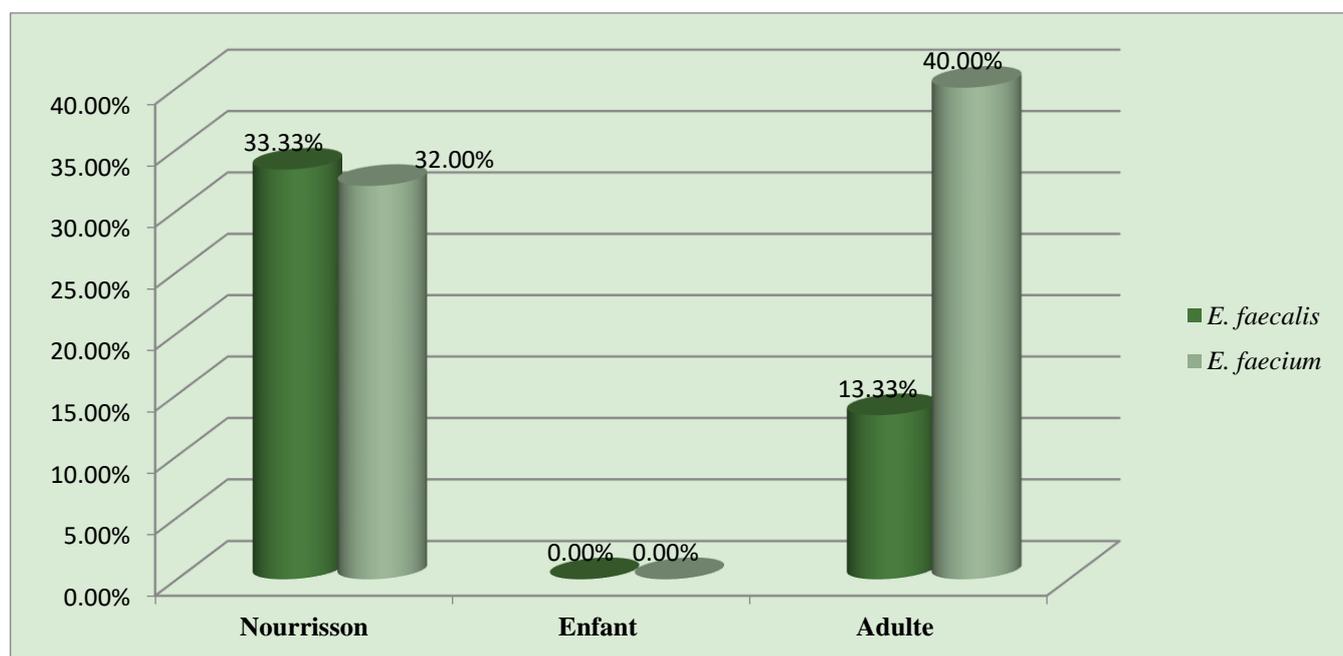


Figure 20 : Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et l'âge

La figure de la répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et de l'âge, basé sur 15 souches résistantes de *E. faecalis* et 25 souches résistantes de *E. faecium*, montre des variations intéressantes.

Chez les nourrissons, la résistance est similaire pour les deux espèces *E. faecalis* (33.33%) et *E. faecium* (32.00%). Il n'y a aucune résistance observée chez les enfants pour les deux espèces. En revanche, chez les adultes, la résistance à la vancomycine est plus élevée pour *E. faecium* (40.00%) comparé à *E. faecalis* (13.33%). Ces résultats suggèrent que la résistance à la vancomycine chez *E. faecium* est particulièrement préoccupante chez les adultes, tandis que les nourrissons présentent des taux de résistance élevés pour les deux espèces. L'absence de résistance chez les enfants pourrait être due à divers facteurs cliniques ou à des différences dans les pratiques de prescription d'antibiotiques.

Ces données mettent en évidence la nécessité de stratégies de gestion et de surveillance spécifiques à l'âge pour les infections à Entérocoques résistantes à la vancomycine.

2.3. Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et le type de prélèvement

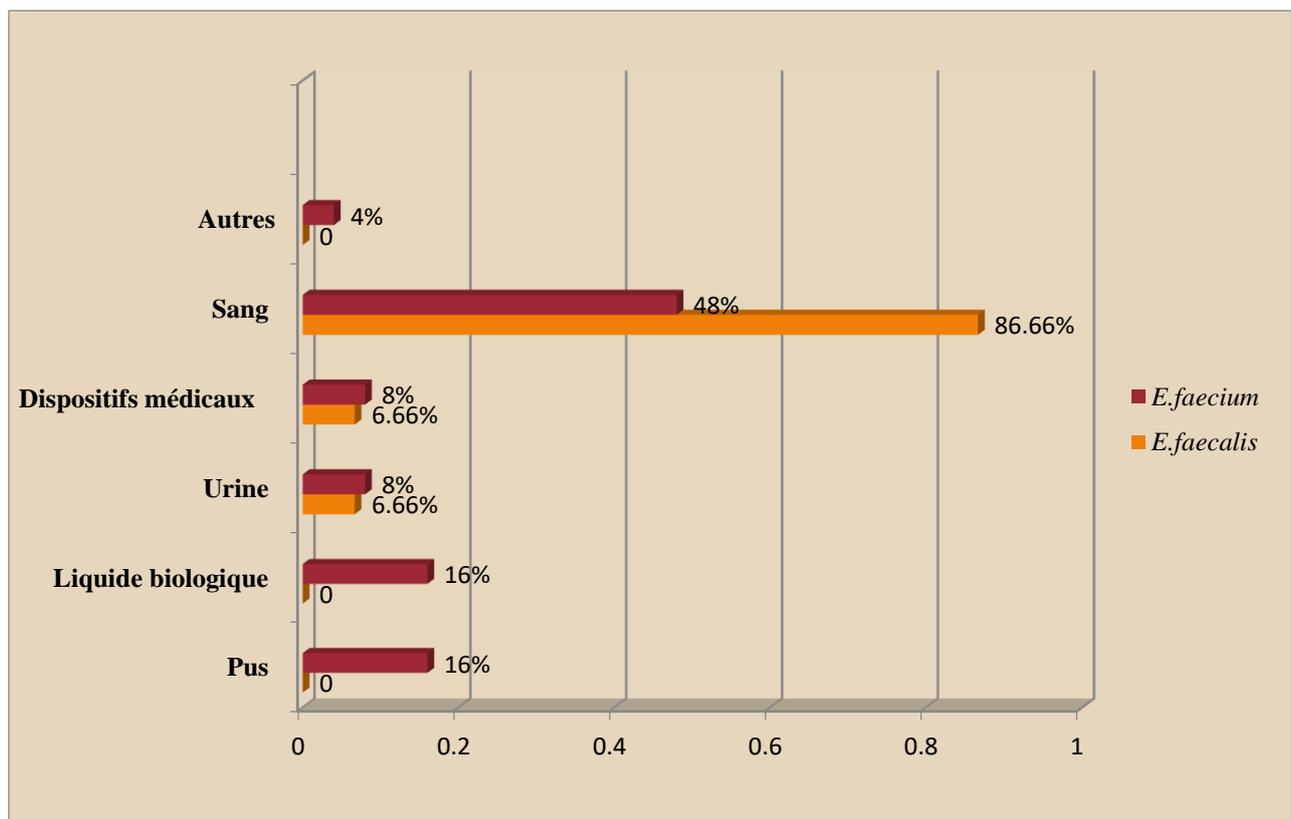


Figure 21 : Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et le type de prélèvement

L'histogramme de la répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et du type de prélèvement, basé sur 15 souches résistantes de *E. faecalis* et 25 souches résistantes de *E. faecium*, révèle des tendances distinctes.

Pour *E. faecalis*, la résistance à la vancomycine est principalement observée dans les prélèvements sanguins (86.66%) et urinaires (6.66%), ainsi que dans les dispositifs médicaux.

En revanche, *E. faecium* montre une résistance diversifiée avec des taux de (16%) dans les prélèvements de pus et dans les liquides biologiques, (8%) dans les urines et les dispositifs médicaux et (48%) dans le sang. Un taux de (4%) est également observé pour d'autres types de prélèvements.

Ces données indiquent que *E. faecium* présente une résistance plus répandue et variée à la vancomycine par rapport à *E. faecalis*, soulignant l'importance de surveiller et de gérer de manière proactive la résistance aux antibiotiques dans divers types de prélèvements pour mieux contrôler les infections nosocomiales.

2.4. Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et le service d'hospitalisation

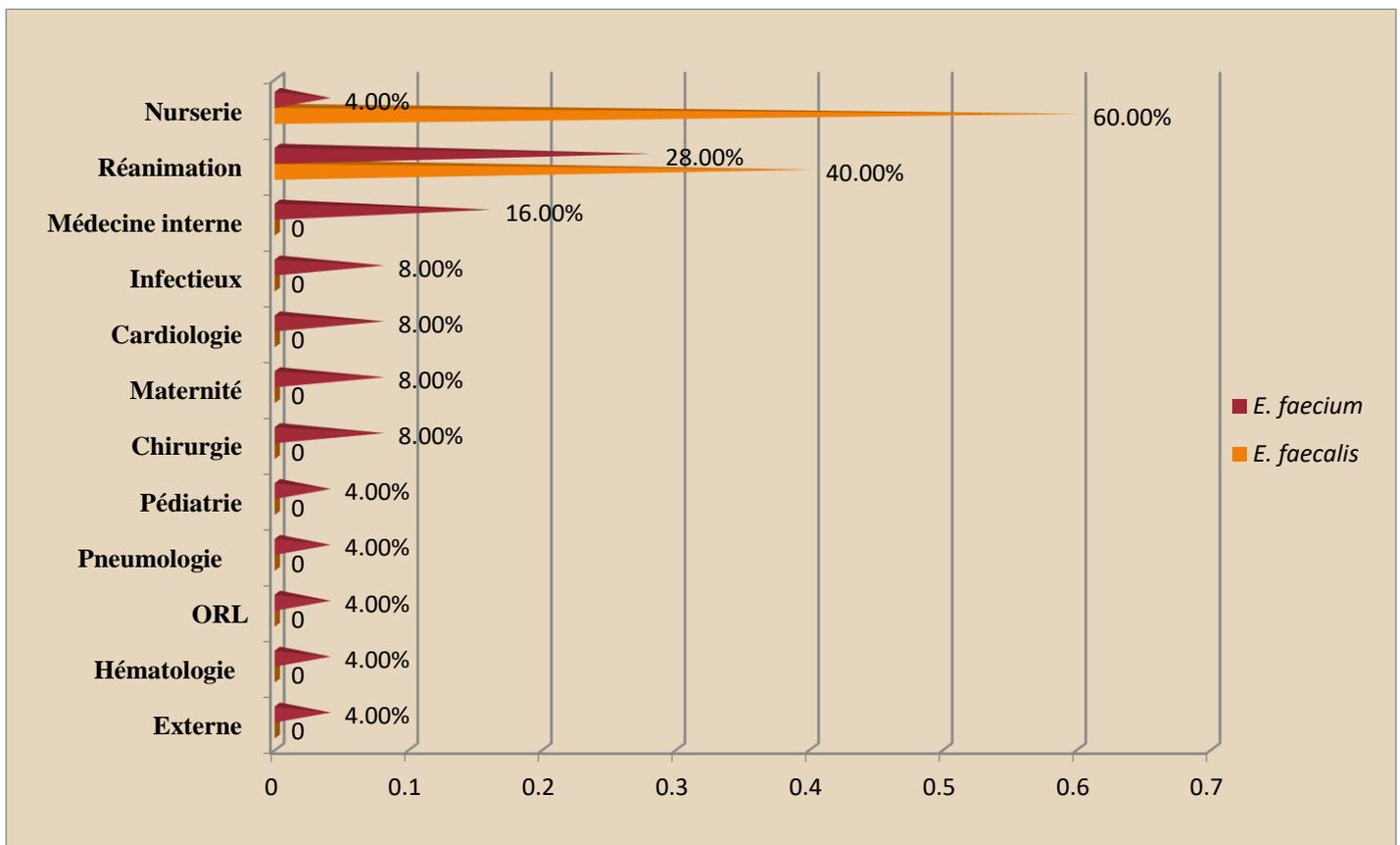


Figure 22: Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et le service d'hospitalisation

L'histogramme de la répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et du service d'hospitalisation, basé sur 15 souches résistantes de *E. faecalis* et 25 souches résistantes de *E. faecium*, montre des variations importantes.

Pour *E. faecalis*, la résistance à la vancomycine est principalement observée dans les services de réanimation (40.00%) et de nurserie (60.00%), indiquant une concentration élevée de souches résistantes dans ces unités critiques. En revanche, pour *E. faecium*, la résistance est plus répartie entre plusieurs services, notamment la réanimation (28.00%), la médecine interne (16.00%), et divers autres services comme la chirurgie, la maternité, la cardiologie, et les maladies infectieuses, chacun à (8.00%). Des taux de 4.00% sont également observés dans les services externes, hématologie, ORL, pneumologie, pédiatrie, et nurserie.

Ces données mettent en évidence que *E. faecium* présente une résistance à la vancomycine plus diffusée à travers différents services hospitaliers, tandis que *E. faecalis* est plus concentrée dans les services de soins intensifs et de nurserie.

Cette distribution suggère la nécessité de stratégies de surveillance et de contrôle des infections adaptées spécifiquement aux différents contextes hospitaliers pour mieux gérer la résistance aux antibiotiques.

Discussion

1. Caractéristiques épidémiologiques

Les Entérocoques sont connus pour causer chez l'homme diverses infections, notamment urinaires, abdominales et biliaires, ainsi que des infections graves telles que les septicémies et les endocardites

Les infections à Entérocoques montrent une distribution relativement équilibrée entre les hommes et les femmes, bien que certaines études rapportent une légère prédominance masculine. Par exemple, une étude réalisée par Xie et al, en 2005, 53% des infections étaient observées chez les hommes et 47% chez les femmes, ce qui est cohérent avec nos résultats (52% chez les hommes et 48% chez les femmes) (**Xie et al., 2005**).

Les adultes sont les plus touchés par les infections à Entérocoques. Une étude sur la répartition des infections à Entérocoques menée en 2007 a mentionné que 60% des infections survenaient chez les adultes, 23% chez les nourrissons et 17% chez les enfants. Cela correspond assez bien avec nos résultats avec 72.72% chez les adultes, (23.96%) chez les nourrissons et (3.30%) chez les enfants (**Hufnagel et al., 2007**).

Une étude menée par (**Masoumi et al., 2022**) a examiné la distribution des espèces d'Entérocoques dans un contexte hospitalier. Contrairement à nos résultats, représentant (55%) des cas d'infection à *E. faecium*, comparativement à *E. faecalis*, qui constitue (45%) des infections. Leur analyse a révélé une prévalence nettement supérieure d'*E. Faecalis* par rapport à *E. faecium*. Dans cette étude, *E. faecalis* était responsable de 70.68% des infections à Entérocoques, tandis qu'*E. faecium* représentait seulement 15.46% des cas. Cette différence dans la distribution des espèces pourrait être attribuée à des facteurs environnementaux spécifiques à l'établissement hospitalier étudié ou à des variations géographiques dans la prévalence des souches d'Entérocoques. En outre, des recherches à l'échelle génomique ont révélé que ces isolats ont développé plusieurs caractéristiques qui les rendaient particulièrement adaptés à l'environnement hospitalier, notamment une augmentation des gènes de résistance aux antibiotiques et des gènes de virulence. Ces traits favorisent la colonisation et la formation de biofilms (**Zhou et al., 2020**).

Les bactériémies étaient les plus fréquentes, suivies des infections urinaires. Une étude prospective a été menée dans un hôpital de soins tertiaires à MIMS, Mandya où 59.2% des infections étaient détectées dans des prélèvements urinaires, 26.19% dans des prélèvements de pus,

seulement 9.52% des cas de hémocultures et 4.77% des cas concernaient des liquides biologiques (Sumangala et al., 2020). Ces résultats sont différents des nôtres ou 40% de nos isolats étaient des hémocultures, suivis par les urines dans 22.31% des cas, les prélèvements de pus dans 13.22% des prélèvements et 10.74% des cas dans les liquides biologiques. Les différences observées dans la répartition des infections à *Enterococcus* entre notre étude et celle menée à MIMS, Mandya peuvent être attribuées à plusieurs facteurs. La population étudiée à MIMS, Mandya pourrait avoir des caractéristiques démographiques différentes, telles que l'âge, le sexe, ou les conditions de santé sous-jacentes, influençant la prévalence des types d'infections.

Les infections à Entérocoques sont les plus fréquentes dans les unités de soins intensifs et les services de pédiatrie/nurserie. Selon l'étude de Top et al ; 20% des infections se produisaient en soins intensifs, (18%) en pédiatrie, (15%) en chirurgie, et le reste réparti entre d'autres services (Top et al., 2008). Nos résultats montrent une tendance similaire avec (23.14%) en nurserie et 18.18% en réanimation.

2. Profil de résistance aux antibiotiques

Dans notre étude, nous avons constaté que dans l'ensemble, *E. faecium* présentait des taux de résistance supérieurs à ceux d'*E. faecalis* pour plusieurs antibiotiques. Par exemple, nos résultats ont révélé une résistance à la pénicilline de (90.47%) chez *E. faecium*, comparativement à (79.06%) chez *E. faecalis*, et une résistance à l'amoxicilline de (67.18%) pour *E. faecium* et de 61.22% pour *E. faecalis*. De même, la résistance à l'érythromycine était significativement plus élevée chez *E. faecium* (93.75%) que chez *E. faecalis* (66.66%), La résistance à la vancomycine montrait également une différence notable, avec (50%) pour *E. faecium* contre (29.41%) pour *E. faecalis*.

Ces constatations sont appuyées par des études antérieures, telles que celle de Mohan et al, qui montraient que *E. faecium* a affiché une résistance plus élevée aux bêta-lactamines, à la Ciprofloxacine et à la nitrofurantoïne (>80 %), tandis qu'*E. faecalis* a démontré une faible résistance aux bêta-lactamines et à la nitrofurantoïne (<10 %) (Mohan et al., 2023). Dans une autre étude, les isolats provenant des urines et des exsudats étaient principalement résistants aux antimicrobiens tels que l'ampicilline, les aminosides de haut niveau, et la Ciprofloxacine, et sensibles au linézolide, à la vancomycine et à la nitrofurantoïne pour les échantillons urinaires. Les isolats d'*Enterococcus faecalis* étaient uniformément sensibles à l'ampicilline, à la gentamicine, à la Ciprofloxacine, au linézolide et à la vancomycine. Les isolats d'*Enterococcus faecium* étaient sensibles au linézolide et résistants à l'ampicilline, à la gentamicine et à la ciprofloxacine (Jia et al., 2014).

En terme de la distribution de la résistance à la vancomycine parmi les espèces d'*Enterococcus*, *E. faecalis* et *E. faecium* variait selon les espèces, les résultats de notre propre étude révélait que le taux de résistance était de 50 % pour *E. faecium* contre 29,41 % pour *E. faecalis*. Cette tendance est cohérente avec les études antérieures ou *E. faecium* présentait des taux de résistance plus élevés que *E. faecalis* (Mohan *et al.*, 2023) ;(Ashish et Jitendranath, 2023). Dans une autre étude des entérocoques ont été isolés dont 66,7% *E. faecalis* et 33,3 % *E. faecium*. 41,7 % des isolats présentaient une résistance à la vancomycine. Parmi ces isolats, 60 % des souches étaient des souches *E. faecium*, tandis que 40 % de *E. faecalis* (Al-Mahdy *et al.*, 2020).

En termes d'âge, la résistance à la vancomycine est plus fréquente dans les isolats d'*E. faecium* provenant de patients âgés de 40 à 59 ans (Robby *et al.*, 2019), ce qui concorde avec les résultats de notre étude qui montre que chez les adultes, la résistance à la vancomycine est nettement plus élevée pour *E. faecium* (40 %) comparé à *E. faecalis* (13,33%)

La distribution de la résistance à la vancomycine selon le sexe chez les patients atteints de bactériémies à entérocoques résistants à la vancomycine montre une prédominance chez les hommes, avec une prévalence de 59 % (carlos *et al.*, 2021) Ces résultats contrastent avec nos résultats qui montre que chez les hommes, la résistance est plus élevée pour *E. faecalis* (53,33 %) que pour *E. faecium* (36 %). En revanche, chez les femmes, la résistance est beaucoup plus élevée pour *E. faecium* (64 %) par rapport à *E. faecalis* (40 %).

Pour *E. faecalis*, la résistance à la vancomycine est principalement observée dans les hémocultures (86,66 %) et urinaires (6,66 %), alors qu'*E. faecium* montrait une résistance diversifiée avec des taux élevés dans les prélèvements de pus, les liquides biologiques, et le sang. Cela est en ligne avec les observations de Ana *et al* en 2021, qui ont trouvé que Le pourcentage le plus élevé d'isolats d'entérocoques résistants à la vancomycine a été trouvé dans les exsudats (57,8 %), suivis des échantillons d'urine (35,9 %) et des échantillons de sang (6,2 %) (Ana *et al.*, 2021).

La résistance à la vancomycine est plus observée dans les services à risque, en particulier dans les services des urgences (Kutay *et al.*, 2022) ce qui est différent concernant nos résultats ou la résistance pour *E. faecalis* était principalement observée dans les services de réanimation (40 %) et de nurserie (60 %), tandis que pour *E. faecium*, la résistance était répartie entre plusieurs services, y compris la réanimation, la médecine interne, et d'autres services comme la chirurgie et la maternité

Ces résultats soulignent l'importance de comprendre l'épidémiologie de la résistance à la vancomycine pour mettre en œuvre des mesures efficaces de contrôle des infections et des pratiques de gestion des antibiotiques dans les établissements de santé.

Conclusion

Les Entérocoques sont des bactéries qui ont une remarquable capacité de s'adapter à leur environnement. Deux espèces ont une implication clinique notable, *E. faecalis* et *E. faecium*, représentant une problématique significative en bactériologie médicale en raison de leur multi-résistance aux antibiotiques. Ces bactéries, bien que normalement commensales de l'intestin humain, peuvent devenir pathogènes et sont fréquemment impliquées dans des infections nosocomiales difficiles à traiter.

Notre étude a mis en évidence l'état de résistance des Entérocoques à plusieurs familles d'antibiotiques, incluant les β -lactamines, les macrolides, les fluoroquinolones et surtout les glycopeptides. D'autant plus que les Entérocoques sont naturellement résistants aux aminosides et aux céphalosporines. L'utilisation intensive et ciblée des antibiotiques dans divers services hospitaliers aggrave cette situation en favorisant une adaptation bactérienne continue.

La propagation des souches résistantes, notamment celles résistantes à la vancomycine, pose une menace sérieuse pour la santé publique. Le gène VanA, impliqué dans cette résistance, constitue un réservoir potentiel de résistance transférable à d'autres espèces bactériennes, réduisant ainsi l'efficacité des traitements disponibles.

Il devient donc impératif de renforcer la surveillance épidémiologique et de poursuivre l'étude de la sensibilité aux antibiotiques des Entérocoques. Une meilleure compréhension de l'évolution de ces résistances est cruciale pour le développement de nouvelles stratégies thérapeutiques et pour contenir la dissémination des souches résistantes, afin de préserver l'efficacité des traitements antibiotiques existants. Ce contrôle est nécessaire si on veut éviter le transfert de la résistance aux glycopeptides aux staphylocoques dorés multirésistants crée une impasse thérapeutique.

Références
bibliographiques

A

Aguilar-Galvez, A. (2012). Enterococcus: General aspects. In Encyclopedia of food safety (Vol. 2, pp. 320-326). Academic Press

Aguilar-Galvez, A., Dubois-Dauphin, R., Destain, J., Campos, D., Thonart, P. (2012). Les entérocoques : avantages et inconvénients en biotechnologie (synthèse bibliographique). *Biotechnol Agron Soc Environ*, **16**(1), 10.

Al-Mahdy, M., Alatrouny., Mohamed, A., Amin., Hosamalden, S., Shabana. (2020). Prevalence of vancomycin resistant enterococci among patients with nosocomial infections in intensive care unit. *al-azhar medical journal*, **49**(4):1955-1964.

Ana, P., Tedim., Val, F., Lanza., Concepción, M., Rodríguez., Ana, R., Freitas., Carla, Novais., Luísa, Peixe., Fernando, Baquero., Teresa, M., Coque. (2021). Fitness cost of vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* plasmids associated with hospital infection outbreaks.. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, **76**(11):2757-2764.

Arias, C. A., & Murray, B. E. (2012). The rise of the *Enterococcus*: beyond vancomycin resistance. *Nature Reviews Microbiology*, **10**(4), 266-278.

Ashish, Jitendranath. (2023). Vancomycin resistant enterococci- a study on prevalence of vancomycin resistance enterococci in a tertiary care hospital in south kerala. *International journal of scientific research*, 77-78.

B

BE, M. (1990). The life and times of the *Enterococcus*. *Clin Microbiol Rev*, **3**, 46-65.

Ben Omar, N., & Abriouel, H. (2004). Lactic acid bacteria: From starter cultures to producers of health-promoting compounds. In **Journal of Applied Microbiology Symposium Supplement** (Vol. 96, pp. 365S-377S). Blackwell Publishing Ltd.

C

Calfee, D. P., Giannetta, E. T., Durbin, L. J., Germanson, T. P., & Farr, B. M. (2003). Control of endemic vancomycin-resistant *Enterococcus* among inpatients at a university hospital. *Clinical infectious diseases*, **37**(3), 326-332.

Carlos, L., Correa-Martínez, Franziska, Schuler., Stefanie, Kampmeier. (2021). Sex differences in vancomycin-resistant enterococci bloodstream infections—a systematic review and meta-analysis. *Biology of Sex Differences*, **12**(1):36-36.

Carvalho, M. G. S., Steigerwalt, A. G., Morey, R. E., Shewmaker, P. L., Teixeira, L. M., Facklam, R. R., ... & Wilkinson, H. W. (2004). Characterization of some Enterococcus-like organisms from marine environments: Description of *Enterococcus devriesei* sp. nov., *Enterococcus eurekaensis* sp. nov., *Enterococcus haemoperoxidus* sp. nov., *Enterococcus morrisiae* sp. nov., and *Enterococcus pseudoavium* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **54**(1), 67-73.

Cattoir, V., & Leclercq, R. (2013). Twenty-five years of shared life with vancomycin-resistant enterococci: is it time to divorce?. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, **68**(4), 731-742.

D

De Kwaadsteniet, M., Fraser, S., Van Reenen, C. A., Dicks, L. M. T., & O'Sullivan, C. A. (2005). The potential of *Enterococcus mundtii* as a probiotic in the production of fermented olives. In **Abstracts of the 9th International Symposium on Lactic Acid Bacteria (ISLAB)** (p. 123). Facultad de Ciencias, Montevideo, Uruguay.

Del Papa, M. F., Perego, M., & Teixeira, L. M. (2007). *Enterococcus faecalis* cell aggregation protein Asc10 contributes to bacterial aggregation, adhesion to host extracellular matrix components, and experimental urinary tract infection. *Infection and Immunity*, **75**(12), 5217–5225.

Denis, O., Jans, B., Deplano, A., Nonhoff, C., De Ryck, R., Suetens, C., & Struelens, M. J. (2009). Epidemiology of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) among residents of nursing homes in Belgium. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, **64**(6), 1299-1306.

Dortu, C., Huch, M., Holzapfel, W. H., & Franz, C. M. (2009). Enterococci. In **Probiotic bacteria and enterococci** (pp. 1-35). Springer, Berlin, Heidelberg.

E

Eaton, T. J., & Gasson, M. J. (2001). Molecular screening of Enterococcus virulence determinants and potential for genetic exchange between food and medical isolates. *Applied and environmental microbiology*, 67(4), 1628-1635.

F

Facklam, R. R. (1972). Supplementary scheme for Streptococcus group B. *Journal of Clinical Microbiology*, 5(6), 689–691

Farrow, J. A. E., Kruze, J., Phillips, B. A., Bramley, A. J., & Collins, M. D. (1984). Taxonomic studies on Streptococcus bovis and Streptococcus equinus: description of Streptococcus alactolyticus sp. nov. and Streptococcus saccharolyticus sp. nov. *Systematic and Applied Microbiology*, 5(4), 467-482.

Fisher, K., & Phillips, C. (2009). The ecology, epidemiology and virulence of Enterococcus. *Microbiology*, 155(6), 1749-1757.

Franz, C. M., Holzapel, W. H., & Stiles, M. E. (1999). Enterococci at the crossroads of food safety?. *International journal of food microbiology*, 47(1-2), 1-24.

G

Garsin, D. A., Sifri, C. D., Mylonakis, E., Qin, X., Singh, K. V., Murray, B. E., ... & Ausubel, F. M. (2001). A simple model host for identifying Gram-positive virulence factors. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(19), 10892-10897.

Garvie, E. I., Farrow, J. A., Phillips, B. A., & Collins, M. D. (1981). The genus Lactobacillus—A taxonomic study. *Journal of General Microbiology*, 127(5), 151-158.

Gelsomino, R., Vancanneyt, M., Condon, S., Swings, J., & Cogan, T. M. (2001). Enterococcal diversity in the environment of an Irish Cheddar-type cheesemaking factory. *International journal of food microbiology*, 71(2-3), 177-188.

Gillespie, S. H., & Hawkey, P. M. (Eds.). (2006). *Principles and practice of clinical bacteriology*. John Wiley & Sons.

Gilmore, M.S., Lebreton, F., Van Schaik, W. 2013. Genomic transition of enterococci from gut commensals to leading causes of multidrug-resistant hospital infection in the antibiotic era. *Current Opinion in Microbiology*, 16(1), 6-10.

H

Harrigan, W. F., & McCance, M. E. (1976). *Laboratory methods in food and dairy microbiology*. Academic press inc.Limited. London.

Hayes, J., English, L., Carter, P., Proescholdt, T., Lee, K., Wagner, D., White, D. (2003). Prevalence and antimicrobial resistance of *Enterococcus* species isolated from retail meats. *Applied and Environmental Microbiology*, **69**, 7153–7160.

Hufnagel, M., Liese, C., Loescher, C., Kunze, M., Proempeler, H., Berner, R., & Krueger, M. (2007). Enterococcal colonization of infants in a neonatal intensive care unit: associated predictors, risk factors and seasonal patterns. *BMC Infectious Diseases*, **7**, 1-11.

J

Jett, B. D., Huycke, M. M., & Gilmore, M. S. (1994). Virulence of enterococci. *Clinical Microbiology Reviews*, **7**(4), 462–478.

Jia, W., Li, G., & Wang, W. (2014). Prevalence and antimicrobial resistance of enterococcus species: a Hospital-Based study in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health/International Journal of Environmental Research and Public Health*, **11**(3), 3424–3442.

K

Kaysner, F. H. (2003). Safety aspects of Enterococci from the medical point of view. *International Journal of Food Microbiology*, **88**(2-3), 255-262.

Kilpper-Bälz, R., Schleifer, K. H., & Devriese, L. A. (1984). *Streptococcus lactis* sp. nov. and *Streptococcus cremoris* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **34**(2), 470-477.

Kreft, Á., Marre, R., Schramm, U., & Wirth, R. (1992). Aggregation substance of *Enterococcus faecalis* mediates adhesion to cultured renal tubular cells. *Infection and immunity*, **60**(1), 25-30.

Kuhn, I., Iversen, A., Finn, M., Greko, C., Burman, L.G., Blanch, A.R., Vilanova, X., Manero, A., Taylor, H., Caplin, J., Domínguez, L., Herrero, I.A., Moreno, M.A., Möllby, R. (2005). Occurrence and relatedness of vancomycin-resistant enterococci in animals, humans, and the environment in different European regions. *Environmental Microbiology*, **71**(9), 5383-5390.

Kutay, Sarsar., M, D, Aydin. (2022). [The Role of Emergency Departments in Cross-Contamination: The Case of VRE].. *Mikrobiyoloji Bulteni*, **56** 3(3):525-533.

L

Lavigne, J. P., Marchandin, H., Czarnecki, E., Kaye, C., & Sotto, A. (2005). Enterococcal bacteremia at Nîmes university hospital. *Pathologie-biologie*, **53**(8-9), 539-545.

LeBlanc, D. J. (2006). Enterococci in foods: A conundrum for food safety. *International Journal of Food Microbiology*, **106**(1), 1–8.

Lebreton, F., Van Schaik, W., McGuire, A. M. M. M., Godfrey, P., Griggs, A., Mazumdar, V., Corander, J., Cheng, L., Saif, S., Young, S., Zeng, Q., Wortman, J., Birren, B., Willems, R. J. L., Earl, A. M., & Gilmore, M. S. (2013). Emergence of Epidemic Multidrug-Resistant *Enterococcus faecium* from Animal and Commensal Strains. *MBio*, **4**(4).

Lebreton, F., Willems, R. J., & Gilmore, M. S. (2014). *Enterococcus* diversity, origins in nature, and gut colonization. *Enterococci: from commensals to leading causes of drug resistant infection [Internet]*.

Leclerc, H., & Bellomunno, P. (1996). Enterococci in foods: A controversy between food spoilage and poisoning. *Food Control*, **7**(3), 165-175.

Leclercq, R. (1997). Enterococci acquire new kinds of resistance. *Clinical Infectious Diseases*, **24**(1), S80-S84

Liu, Y., Cao, B., Gu, L., Liu, K., & Feng, Z. (2012). Successful control of vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* nosocomial outbreak in a teaching hospital in China. *American journal of infection control*, **40**(6), 568-571.

Ludwig, W., Schleifer, K. H., & Whitman, W. B. (2009). Taxonomic outline of the phylum Firmicutes. In *Bergey's Manual® of Systematic Bacteriology* (pp. 15-17). Springer, New York, NY.

M

Manero, A., Blanch, A. R., & Jofre, J. (1999). Isolation and identification of *Enterococcus* spp. from river water by a membrane filtration method. *Applied and Environmental Microbiology*, **65**(4), 1180-1184.

Masoumi Zavaryani, S., Mirnejd, R., Zareh, S., Piranfar, V., & Bagheri Bejestani, O. (2022). Identification of Enterococci faecalis & E. faecium pathogens via Tehran hospitals clinical samples by phenotypic and genotypic methods and Evaluation of Antimicrobial Susceptibility in 2016. *Pars Journal of Medical Sciences*, *14*(3), 52-59.

Microbiology in Pictures. (2015). Gram positive bacteria. Retrieved <https://www.microbiologyinpictures.com/index.php>

Miller, W. R., Munita, J. M., & Arias, C. A. (2014). Mechanisms of antibiotic resistance in enterococci. *Expert Review of Anti-infective Therapy*, *12*(10), 1221–1236.

Moellering Jr, R. C. (1992). Emergence of Enterococcus as a significant pathogen. *Clinical infectious diseases*, 1173-1176.

Mohan, B, Sannathimmappa., Vinod, Nambiar., Rajeev, Aravindakshan., Elham, S, Al-Risi. (2023). Clinical profile and antibiotic susceptibility pattern of Enterococcus faecalis and Enterococcus faecium with an emphasis on vancomycin resistance. *7*:283-287.

Mohanty, S., Behera, B. (2022). AntibioGram Pattern and Virulence Trait Characterization of Enterococcus Species Clinical Isolates in Eastern India: A Recent Analysis. *Journal of Laboratory Physicians*. The Indian Association of Laboratory Physicians, *14*, 3.

Murdoch, D. R., Corey, G. R., Hoen, B., Miró, J. M., Fowler, V. G., Bayer, A. S., ... & International Collaboration on Endocarditis–Prospective Cohort Study (ICE-PCS) Investigators. (2009). Clinical presentation, etiology, and outcome of infective endocarditis in the 21st century: the International Collaboration on Endocarditis–Prospective Cohort Study. *Archives of internal medicine*, *169*(5), 463-473.

Murray, B. 1990. The Life and Times of the *Enterococcus*. *Clinical Microbiology Reviews*, *3*(1), 46-65.

Patterson, J. E., Masecar, B. L., & Zervos, M. J. (1988). Characterization and comparison of two penicillinase-producing strains of Streptococcus (Enterococcus) faecalis. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, *32*(1), 122-124.

P

Portillo, A., Ruiz-Larrea, F., Zarazaga, M., Alonso, A., Martinez, J. L., & Torres, C. (2000). Macrolide resistance genes in Enterococcus spp. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, *44*(4), 967-971.

Q

Quincampoix, J., Mainardi, J. 2001. Mécanismes de résistance des cocci à Gram positif. *Reanimation*, **10**(3), 267-275.

R

Rahmoun, M. (2021). Caractérisation des Souches d'*Enterococcus Sp.* Et Etude De Leur

Robby, Markwart., Niklas, Willrich., Sebastian, Haller., Ines, Noll., Uwe, Koppe., Guido, Werner., Tim, Eckmanns., Annicka, Reuss. (2019). The rise in vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* in Germany: data from the German Antimicrobial Resistance Surveillance (ARS).. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, **8**(1):1-11.

Rybkin, T., Mainardi, J. L., Sougakoff, W., Collatz, E., & Gutmann, L. (1998). Penicillin-binding protein 5 sequence alterations in clinical isolates of *Enterococcus faecium* with different levels of β -lactam resistance. *Journal of Infectious Diseases*, **178**(1), 159-163.

S

Sánchez-Andrea, I., Rodríguez, N., Amils, R., & Sanz, J. L. (2011). Microbial diversity in anaerobic sediments at Rio Tinto, a naturally acidic environment with a high heavy metal content. *Applied and environmental microbiology*, **77**(17), 6085-6093.

Schleifer, K. H., & Kilpper-Balz, R. (1984). Transfer of *Streptococcus faecalis* and *Streptococcus faecium* to the Genus *Enterococcus* nom. rev. as *Enterococcus faecalis* comb. nov. and *Enterococcus faecium* comb. nov. *International Journal of Systematic Bacteriology*, **34**(1), 31–34.

Shankar, N., Lockett, C. V., Baghdayan, A. S., Drachenberg, C., Gilmore, M. S., & Johnson, D. E. (2001). Role of *Enterococcus faecalis* surface protein Esp in the pathogenesis of ascending urinary tract infection. *Infection and immunity*, **69**(7), 4366-4372.

Shankar, V., Baghdayan, A. S., Huycke, M. M., Lindahl, G., & Gilmore, M. S. (1999). Infection-derived *Enterococcus faecalis* strains are enriched in esp, a gene encoding a novel surface protein. *Infection and immunity*, **67**(1), 193-200.

Sharma, P., Kaur, S., & Kaur, S. (2018). Enterococci As Nosocomial Pathogen. *Infectious Diseases and Your Health*, 291-306.

Sumangala, B., Sharlee, R., Sahana, Shetty, N, S. (2020). Identification of Enterococcus faecalis and E. faecium among Enterococci isolated from clinical samples in a teaching hospital Mandya Institute of Medical Sciences, Mandya. *Indian Journal of Microbiology Research*, 7(3):284-287.

T

Tacconelli, E., Carrara, E., Savoldi, A., Harbarth, S., Mendelson, M., Monnet, D. L., ... & Zorzet, A. (2018). Discovery, research, and development of new antibiotics: the WHO priority list of antibiotic-resistant bacteria and tuberculosis. *The Lancet infectious diseases*, 18(3), 318-327.

Thiercelin, T. (1899). Sur les entérocoques. *Annales de l'Institut Pasteur*, 13, 113-122.

Toledo-Arana, A., Valle, J., Solano, C., Arrizubieta, M. J., Cucarella, C., Lamata, M., ... & Lasa, I. (2001). The enterococcal surface protein, Esp, is involved in Enterococcus faecalis biofilm formation. *Applied and environmental microbiology*, 67(10), 4538-4545.

Top, J., Willems, R., & Bonten, M. (2008). Emergence of CC17 Enterococcus faecium: from commensal to hospital-adapted pathogen. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*, 52(3), 297-308.

U

Uttley, A. C., Collins, C. H., Naidoo, J., & George, R. C. (1988). Vancomycin-resistant enterococci. *The Lancet*, 331(8575), 57-58.

V

Van Tyne, D., & Gilmore, M. S. (2014). Friend turned foe: evolution of enterococcal virulence and antibiotic resistance. *Annual review of microbiology*, 68, 337-356.

Vancanneyt, M., Lombardi, A., Andrighetto, C., Knijff, E., Torriani, S., Björkroth, K. J., ... & Holzappel, W. H. (2002). Intraspecies genomic groups in Enterococcus faecium and their correlation with origin and pathogenicity. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(3), 1381-1391.

X

Xie, O., Slavin, M. A., Teh, B. W., Bajel, A., Douglas, A. P., & Worth, L. J. (2020). Epidemiology, treatment and outcomes of bloodstream infection due to vancomycin-resistant enterococci in cancer patients in a vanB endemic setting. *BMC Infectious Diseases*, **20**, 1-7.

Y

Yousfi, S. (2020). Enquête sur les entérocoques (*E. faecalis* et *E. faecium*) et l'étude de leur résistance aux antibiotiques dans la région de Tizi-Ouzou. Thèse de Doctorat. Spécialité

Annexes

Annexe 01 .Coloration de Gram

1. Déposer quelques gouttes de solution de violet de gentiane (cristal violet) sur le frottis fixé.
2. Laisser agir 1 minute (le violet de gentiane colore le cytoplasme des bactéries).
3. Jeter l'excès de colorant dans un bécher.
4. Rincer très brièvement en faisant couler de l'eau sur la lame au-dessus du frottis (pas directement sur le frottis).
5. Déposer quelques gouttes de Lugol sur le frottis. (Le Lugol permet de fixer le violet dans les bactéries.)
6. Laisser agir 1 minute.
7. Jeter la solution de Lugol dans un bécher et rincer brièvement à l'eau comme précédemment décrit.
8. Décolorer en faisant couler la solution de décoloration sur la lame jusqu'à ce que le violet ne s'écoule plus du frottis (5 à 10 secondes) (la solution de décoloration contient un mélange d'alcool et d'acétone).
9. Contre- coloré avec une solution de fushine pendant une minute.
10. Rincer à l'eau.
11. Laisser sécher à l'air.
12. Observer au microscope

Annexe 02. Fiche de l'antibiogramme : Streptocoque, Entérocoque, Staphylocoque, Haemophilus

CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DR. BENBADIS CONSTANTINE
 SERVICE DE MICROBIOLOGIE – PR. K. BENTABED – Poste : 20 – 94

N° : _____

ANTIBIOGRAMME : STREPTOCOQUE, ENTEROCOQUE STAPHYLOCOQUE, HAEMOPHILUS

Nom..... Prénom..... Age.....
 Nature du Prélèvement..... Service :.....
 Diagnostic Bactériologique :

PENICILLINE			ERYTHROMYCINE		
OXACILLINE			SPIRAMYCINE		
AMOXICILLINE			LINCOMYCINE		
AUGMENTIN			PRISTNAMYCINE		
CEFAZOLINE			TETRACYCLINE		
CEFOXITINE			MINOCYCLINE		
CEFOTAXIME			SULFAMETHOXAZOLE + TRIMETOPRIME		
IMIPENEM			ACIDE FUSIDIQUE		
KANAMYCINE			RIFAMPICINE		
TOBRAMYCINE			VANCOMYCINE		
GENTAMICINE			TEICOPLANINE		
NETILMYCINE			PEFLOXACINE		
AMIKACINE			CIPROFLOXACINE		
GENTAMICINE HN			LEVOFLOXACINE		
STREPTOMYCINE HN			OFLOXACINE		
TELITHROMYCINE			CHLORAMPHENICOL		
FOSFOMYCINE					

S : sensible, R : résistant, I : intermédiaire.

Constantine le,
 Le Chef d'Unité

Annexe 03. Répartition des infections à Entérocoques

Tableau 4. Répartition des infections à Entérocoques en fonction du sexe

Sexe	Effectif	Pourcentage (%)
Femme	58	47.93
Homme	63	52.06
Total	121	100

Tableau 5. Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'âge

Age	Effectif	Pourcentage(%)
Enfant	4	3.30
Nourrisson	29	23.96
Adulte	88	72.72
Total	121	100

Tableau 6. Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce

Espèces	Effectif	Pourcentage (%)
<i>E.faecalis</i>	55	45.45
<i>E.faecium</i>	66	54.54
Total	121	100

Tableau 7. Répartition des infections à Entérocoques en fonction du type de prélèvement

Type de prélèvement	Effectif	Pourcentage (%)
Dispositifs médicaux	7	5.78
Liquides biologiques	13	10.74
Pus	16	13.22
Urine	27	22.31
Sang	49	40.49
Autres	9	7.43
Total	121	100

Tableau 8. Répartition des infections à Entérocoques en fonction du service d'hospitalisation

Service	Effectif	Pourcentage (%)
Centre des brûlés	1	0.82
Dermatologie	1	0.82
ORL	1	0.82
Pédiatrie	1	0.82
Hématologie	2	1.65
Rhumatologie	2	1.65
Gynécologie	2	1.65
Cardiologie	3	2.47
Pneumologie	3	2.47
Maternité	3	2.47
Neurologie	3	2.47
Médecine interne	10	6.61
Infectieux	11	9.09
Chirurgie	14	11.57
Externe	14	10.74
Réanimation	22	18.18
Nurserie	28	23.14

Total	121	100
-------	-----	-----

Annexe 04. Répartition de l'espèce en fonction des autres paramètres

Tableau 9. Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce et du sexe

Espèce / sexe	Femme		Homme		Total	
	Pourcentage (%)	Effectif	Pourcentage (%)	Effectif	Pourcentage (%)	effectif
<i>E. faecalis</i>	41.81	23	58.18	32	100	55
<i>E. faecium</i>	53.03	35	46.69	31	100	66

Tableau 10. Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce et l'âge

Espèce / âge	<i>E. faecalis</i>		<i>E. faecium</i>	
	Pourcentage %	Effectif	Pourcentage %	Effectif
Nourrisson	23.63	13	24.24	16
Enfant	3.63	2	3.03	2
Adulte	72.72	40	72.72	48
Total	100	55	100	66

Tableau 11. Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce et du type de prélèvement

Espèce / type de prélèvement	<i>E. faecalis</i>		<i>E. faecium</i>	
	Pourcentage %	Effectif	Pourcentage %	Effectif
Dispositifs médicaux	5.45	3	6.06	4
Pus	/	/	19.69	13
Liquide biologique	/	/	24.24	16
Urine	43.63	24	4.54	3
Sang	47.27	26	34.84	23
Autres	3.63	2	10.60	7
Total	100	55	100	66

Tableau 12. Répartition des infections à Entérocoques en fonction de l'espèce et du service d'hospitalisation

Espèce/ service	<i>E. faecalis</i>		<i>E. faecium</i>	
	Pourcentage %	Effective	Pourcentage%	Effective
Cardiologie	1.81	1	3.03	2
Centre des brûlés	1.81	1	/	/
Dermatologie	1.81	1	/	/
Hématologie	/	/	3.03	2
ORL	/	/	1.51	1
Pédiatrie	1.81	1	/	/
Pneumologie	1.81	1	3.03	2
Rhumatologie	/	/	3.03	2
Neurologie	3.63	2	1.51	1
Gynécologie	/	/	3.03	2
Maternité	/	/	4.54	3
Médecine interne	1.81	1	13.63	9
Chirurgie	3.63	2	18.18	12
Nursérie	7.27	13	18.18	15
Infectieux	9.09	5	9.09	6

Externe	12.72	7	10.60	7
Réanimation	36.36	20	3.03	2
Total	100	55	100	66

Tableau 13. Résistance des espèces d'Entérocoques aux antibiotiques

Antibiotique / espèce	Nombre des souches testées		Nombre des souches résistantes		Pourcentage de résistance	
	<i>E. faecalis</i>	<i>E. faecium</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>E. faecium</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>E. faecium</i>
Pénicilline(PEN)	43	63	34	57	79.06%	90.47%
Amoxicilline(AMX)	49	64	30	43	61.22%	67.18%
Fosfomycine(FOS)	46	58	05	08	10.86%	13.79%
Spiramycine (SPI)	5	11	5	11	100%	100%
Erythromycine(ERY)	51	64	34	60	66.66%	93.75%
Pristinamycine(PTN)	49	63	23	37	46.93%	58.73%
Minocycline(MNO)	39	51	25	37	64.10%	72.54%
Cotrimoxazole(SMZ)	29	25	23	20	79.31%	80.00%
Vancomycine(VAN)	51	50	15	25	29.41%	50%
Pefloxacin(PEF)	13	11	12	11	92.30%	100.00%
Ciprofloxacine(CIP)	07	27	06	25	85.7%	92.59%
Lévofloxacine (LVX)	33	47	23	33	69.69%	70.21%
Chloramphénicol (CHL)	46	54	07	08	15.21%	14.81%

Tableau 14. Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et le sexe

Espèce / sexe	<i>E. faecalis</i>		<i>E. faecium</i>	
	Nombre de souches résistantes	Pourcentage de résistance	Nombre de souches résistantes	Pourcentage de résistance
Homme	08	53.33%	09	36%
Femme	06	40%	16	64%

Tableau 15. Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et l'âge

Espèce / Age	<i>E. faecalis</i>		<i>E. faecium</i>	
	Nombre de souches résistantes	Pourcentage de résistance	Nombre de souches résistantes	Pourcentage de résistance
Enfant	/	/	/	/
Nourrisson	05	33.33%	08	32%
Adulte	02	13.33%	10	40%

Tableau 16. Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et le type de prélèvement

Espèce / type de prélèvement	<i>E. faecalis</i>		<i>E. faecium</i>	
	Nombre de souches résistantes	Pourcentage de résistance	Nombre de souches résistantes	Pourcentage de résistance
Pus	/	/	04	16%
Liquide biologique	/	/	04	16%
Urine	01	6.66%	02	8%
Dispositifs médicaux	01	6.66%	02	8%
Sang	13	86.66%	12	48%
Autres	/	/	01	4%

Tableau 18. Répartition de la résistance à la vancomycine en fonction de l'espèce et le service d'hospitalisation

Espèce / service d'hospitalisation	<i>E. faecalis</i>		<i>E. faecium</i>	
	Nombre de souche résistante	Pourcentage	Nombre de souche résistante	Pourcentage
Externe	/	/	01	4%
Hématologie	/	/	01	4%
ORL	/	/	01	4%
Pneumologie	/	/	01	4%
Pédiatrie	/	/	01	4%
Chirurgie	/	/	02	8%
Maternité	/	/	02	8%
Cardiologie	/	/	02	8%
Infectieux	/	/	02	8%
Médecine interne	/	/	04	16%
Réanimation	06	40%	07	28%
Nurserie	09	60%	01	4%

Année universitaire : 2023-2024

Présenté par : Tlili Ines
Zatout Amani

Infections à Entérocoques : Caractéristiques Epidémiologiques
et Résistances aux Antibiotiques

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Microbiologie appliquée

Résumé

Bien que les Entérocoques soient des bactéries opportunistes présentes naturellement dans la flore intestinale humaine, *Enterococcus faecalis* et *Enterococcus faecium* provoquent toute une gamme d'infections, dont des bactériémies, des infections urinaires, des endocardites et diverses infections difficiles à traiter. Cette étude prospective, menée sur une période de 4 mois allant du 1^{er} janvier au 31 mai 2024, vise à analyser la répartition des infections à *E. Faecium* et *E. Faecalis* en fonction de plusieurs caractéristiques épidémiologiques et leur résistance aux antibiotiques dans différents services du CHU Ibenbadis de Constantine. Sur les 121 souches d'Entérocoques toutes espèces confondues, isolées en cette période, 45% provenaient d'hémocultures, suivis de 22.31% provenant des voies urinaires et 13.22% retrouvées dans les pus. Les résultats ont montré une prédominance significative des infections à Entérocoques chez les adultes (72.72%) avec une prédominance masculine (52%). La plupart des cas ont été observés chez des patients hospitalisés en nurserie (23.14%), en réanimation (18.18%) et en chirurgie (11.57%). Les résultats du comportement vis à vis des antibiotiques a révélé des différences entre les deux espèces. Les souches d'*E. faecium* présentaient généralement des taux de résistance plus élevés, notamment à la pénicilline (90.47% vs 79.06%), à l'érythromycine (93,75% vs 66.66%), à la Minocycline (72.54% vs 64.10%) et à la vancomycine (50% vs 29.41%). Concernant la résistance à la vancomycine, 86.66% des souches d'*E. Faecalis* et 48% des souches d'*E. Faecium* provenaient d'hémocultures, alors que 60% des souches de *E. Faecalis* étaient isolées en nurserie et 28% des souches de *E. Faecium* en réanimation. Ces résultats illustrent bien le rôle pathogène des deux espèces d'Entérocoques soulignant l'importance d'une surveillance continue de la résistance aux antibiotiques, en particulier dans les milieux hospitaliers, afin de guider les stratégies de gestion appropriées et de limiter la propagation des infections nosocomiales causées par ces bactéries résistantes.

Mots-clefs : Entérocoques, Infections nosocomiales, Résistance aux antibiotiques, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*.

Laboratoires de recherche : Laboratoire de Bactériologie CHU Ibenbadis de Constantine

Présidente du jury : Dr Abdelaziz Wided (MC(A) – UFM Constantine 1).

Encadrante : Dr Hecini – Hannachi Abla (MC(A)- U Constantine 3 Salah boubnider).

Examinatrice: Dr Boultifat Linda (MC(A) - UFM Constantine 1).