

*République Algérienne Démocratique et Populaire*

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique**

*Université Saad Dahleb Blida*



**Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie**

**Département de Biotechnologie et Agroécologie**

**Mémoire de fin d'études**

**En vue de l'obtention du diplôme de master 2**

**Spécialité : Biotechnologie Microbienne**

***Thème***

**Contribution à l'initiation d'une base de données  
de surveillance et d'action sur la résistance aux antibiotiques**

**Réalisé par :**

❖ Mlle Bouchedoub Maryem

**Date de soutenance :**

23 Juillet 2023

**Devant le jury composé de :**

**Nom**

M. Khali Mustapha

Mme Ammad Faiza

M. Benchabane Messaoud

M. Arbouz Amir Oussama

**Grade**

MCA

MCA

Professeur

Pharmacien assistant

en microbiologie clinique (EHS

Dr Maouche MOHAND Amokrane)

**Qualité**

Président

Examinatrice

Promoteur

Co-promoteur

**Année universitaire : 2022/2023**

## **Remerciements**

*Je remercie ALLAH tout puissant qui m'a donné le courage et la volonté et de m'avoir bénie pour la réalisation de ce travail.*

*Je tiens particulièrement à remercier mon promoteur **Professeur Benchabane Messaoud** pour avoir accepté la charge de m'encadrer*

*Je présente mes remerciements et ma gratitude en premier lieu au **Dr Arbouz Oussama Amir** « Docteur en Pharmacie » pour m'avoir guidée tout au long de cette expérience enrichissante. Vos conseils ont été d'une valeur inestimable pour moi, et j'ai énormément appris grâce à vous.*

*J'adressons mes sincères remerciements à **M. Khali Mustapha** pour l'honneur qu'elle m'a fait en présidant ce jury.*

*Je remercie également **Dr Ammad Faiza** notre chère enseignante, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Je remercie **Dr Aroua H.** (Docteur en biologie et responsable de laboratoire d'analyses médicales) pour son accueil et sa contribution dans ce travail.*

*J'adresse mes profonds remerciements à **M. Yousefate Mohamed El Amine** pour sa contribution précieuse de réalisation de ce travail*

*Un grand merci aux tous les docteurs qui m'ont aidé d'une façon ou d'une autre, de près ou de loin dans mon travail, je les remercie du fond du cœur.*

*J'adresse également mes sincères remerciement et mon respect a tous mes enseignants de la spécialité **Biotechnologie Microbienne.***

**\*Merci\***

## **Dédicaces**

*Je dédie ce modeste travail,*

*À mes chers parents, Ce travail est bien plus qu'un simple document, c'est le reflet de tout l'amour, le soutien et les sacrifices que vous avez consacrés à ma vie. Vous avez été les architectes de mon bonheur, les artisans de mes rêves, et les gardiens de ma confiance,*

*A ma complice de toujours, mon confident secret, et mon miroir reflétant mes plus profondes émotions, ma sœur jumelle bien-aimée,*

*À mes deux tantes exceptionnelles Aicha et Bachira, ce travail est dédié à vous, deux âmes incroyables qui ont été comme des véritables mamans pour moi. Votre amour, votre dévouement et votre présence dans ma vie ont comblé un vide et m'ont offert un soutien inestimable tout au long de mon parcours,*

*A ma famille maternelle Dogaru et ma famille paternelle Bouchedoub, je vous remercie de votre encouragement,*

*Ma dédicace est spécialement destinée à Mr Yousefate Mohamed El Amine, une personne extraordinaire qui m'a sauvé et a réalisé mon rêve sur le terrain. Votre présence et votre intervention ont été d'une importance capitale, et je ne pourrai jamais exprimer assez ma gratitude envers vous.*

*Aux docteurs bienveillants qui m'ont guidé et m'ont appris les pratiques de la microbiologie (Dr Diff, Dr Sakou, Dr Boudebza et Dr Kheroubi).*

*A ma chère amie et sœur Amina je la remercie pour le sourire qu'elle a su toujours dessiner sur mon visage et leurs soutiens.*

*Aux tous les personnels de laboratoire d'EHS Docteur Maouche Mohand Amokrane, je remercie chef d'unité Dr Rezgui et Pr Chader d'avoir m'accepté entre eux.*

*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*Bouchedoub Maryem*

## **Résumé :**

### **Titre : Contribution a l'initiation d'une base de données de surveillance et d'action**

Les antibiotiques ont été et demeurent des outils essentiels dans le traitement des infections microbiennes depuis des décennies, tant dans la médecine humaine que vétérinaire. Cependant, leur utilisation massive et incontrôlée a engendré un développement alarmant de l'antibiorésistance, un enjeu majeur de santé publique à l'échelle mondiale. L'Algérie fait face à cette menace grandissante, qui compromet l'efficacité des antibiotiques dans la lutte contre certaines pathologies.

Ce travail a pour objectif de contribuer à la mise en place d'une base de données spécifique à l'antibiorésistance en Algérie. Nous avons entrepris une étude scientifique pour approfondir nos connaissances sur la résistance bactérienne aux antibiotiques. En parallèle, nous avons collecté des données auprès des laboratoires des analyses médicales.

Un volet essentiel de notre travail consiste en la collecte de données provenant de laboratoires d'analyses microbiologiques. Ces informations ont porté sur les cas de résistance bactérienne. En exploitant une architecture basée sur Laravel, LaravelNova, Vue.js, MySQL et PostgreSQL, nous avons créé une plateforme permettant de structurer et de consolider ces données.

Afin de faciliter la collecte et la centralisation des données tout en préservant l'anonymat des informations recueillies, nous avons mis en place dans notre plateforme une fenêtre spéciale aux laboratoires, facilitant ainsi la gestion des résultats tout en garantissant la confidentialité et l'anonymat.

Au terme de notre recherche, nous avons obtenu une base de données riche, comprenant 655 enregistrements de données, répartis en 23 types de souches bactériennes et 6163 relations entre antibiotiques et bactéries. Cette base de données représente un outil préliminaire et essentiel pour la surveillance de l'antibiorésistance en Algérie.

La plateforme peut être intégrée dans un plan d'action rigoureux pour la surveillance et la lutte contre l'antibiorésistance en Algérie. Cette plateforme contribuera à une meilleure compréhension des tendances de résistance aux antibiotiques dans le pays, permettant ainsi de développer des stratégies ciblées pour contrôler l'émergence et la propagation de l'antibiorésistance.

**Mots clés :** Bactéries, Antibiotiques, Antibiorésistance, Base de données.

## **Abstract:**

### **Title: Contribution to the initiation of a monitoring and action database**

Antibiotics have been and remain essential tools in the treatment of microbial infections for decades, in both human and veterinary medicine. However, their massive and uncontrolled use has led to the alarming development of antibiotic resistance, a major public health issue worldwide. Algeria is faced with this growing threat, which compromises the effectiveness of antibiotics in the fight against certain pathologies.

The aim of this work is to contribute to the creation of a specific database on antibiotic resistance in Algeria. We undertook a scientific study to deepen our knowledge of bacterial resistance to antibiotics. At the same time, we collected data from medical analysis laboratories.

An essential part of our work involved collecting data from microbiological analysis laboratories. This information concerned cases of bacterial resistance. Using an architecture based on Laravel, LaravelNova, Vue.js, MySQL and PostgreSQL, we created a platform for structuring and consolidating this data.

To facilitate data collection and centralization, while preserving the anonymity of the information gathered, we have set up a special laboratory window in our platform, facilitating results management while guaranteeing confidentiality and anonymity.

At the end of our research, we obtained a rich database comprising 655 data records, divided into 23 bacterial strain types and 6163 antibiotic-bacteria relationships. This database represents a preliminary and essential tool for monitoring antibiotic resistance in Algeria.

The platform can be integrated into a rigorous action plan for monitoring and combating antibiotic resistance in Algeria. This platform will contribute to a better understanding of antibiotic resistance trends in the country, enabling the development of targeted strategies to control the emergence and spread of antibiotic resistance.

**Key words:** Bacteria, Antibiotics, Antibiotic resistance, Database.

## ملخص

العنوان: المساهمة في إطلاق قاعدة بيانات للرصد والعمل

لقد كانت المضادات الحيوية ولا تزال أدوات أساسية في علاج الالتهابات الميكروبية لعفود من الزمن، في كل من الطب البشري والطب البيطري. ومع ذلك، أدى استخدامها على نطاق واسع وغير المنضبط إلى تطور مثير للقلق في مقاومة المضادات الحيوية، وهي مشكلة صحية عامة رئيسية في جميع أنحاء العالم. وتواجه الجزائر هذا التهديد المتزايد الذي يهدد فعالية المضادات الحيوية في مكافحة بعض الأمراض.

الهدف من هذا العمل هو المساهمة في إنشاء قاعدة بيانات محددة حول مقاومة المضادات الحيوية في الجزائر. لقد أجرينا دراسة علمية لتعميق معرفتنا بمقاومة البكتيريا للمضادات الحيوية. وفي الوقت نفسه، قمنا بجمع البيانات من مختبرات التحاليل الطبية.

جزء أساسي من عملنا ينطوي على جمع البيانات من مختبرات التحليل الميكروبيولوجي. تتعلق هذه المعلومات بحالات MySQL وVue.js وLaravel وLaravelNova والمقاومة البكتيرية. باستخدام بنية تعتمد على أنشأنا منصة لتنظيم هذه البيانات ودمجها، PostgreSQL و

لتسهيل جمع البيانات ومركزيتها، مع الحفاظ على سرية هوية المعلومات المجمعة، قمنا بإنشاء نافذة مختبرية خاصة في منصتنا، لتسهيل إدارة النتائج مع ضمان السرية وعدم الكشف عن الهوية.

وفي نهاية بحثنا، حصلنا على قاعدة بيانات غنية تضم 655 سجل بيانات، مقسمة إلى 23 نوعاً من السلالات البكتيرية و6163 علاقة بين المضادات الحيوية والبكتيريا. تمثل قاعدة البيانات هذه أداة أولية وأساسية لرصد مقاومة المضادات الحيوية في الجزائر.

ويمكن دمج المنصة في خطة عمل صارمة لرصد ومكافحة مقاومة المضادات الحيوية في الجزائر. وستساهم هذه المنصة في فهم أفضل لاتجاهات مقاومة المضادات الحيوية في البلاد، مما يتيح تطوير استراتيجيات مستهدفة للسيطرة على ظهور وانتشار مقاومة المضادات الحيوية.

الكلمات المفتاحية: البكتيريا، المضادات الحيوية، مقاومة المضادات الحيوية، قاعدة البيانات

## **Liste des tableaux**

<b>Tableau 1 :</b> Classification des antibiotiques.....	6
<b>Tableau 2 :</b> Institutions et base de données sur la surveillance aux antibiotiques.....	15
<b>Tableau 3 :</b> Aperçu général sur les types de base de données.....	20
<b>Tableau 4 :</b> Les résultats des tests d'orientation.....	41
<b>Tableau 5 :</b> Résultats de la galerie classique.....	42
<b>Tableau 6 :</b> Interprétation de test de sensibilité aux antibiotiques.....	43

## Liste des figures

<b>Figure 1 :</b> Axe chronologique de l'histoire de la découverte et du développement de la résistance aux antibiotiques .....	5
<b>Figure 2 :</b> Différents types de la résistance aux antibiotiques .....	9
<b>Figure 3 :</b> Principaux mécanismes bactériens de la résistance aux antibiotiques .....	10
<b>Figure 4.1 :</b> Méthodes d'étude génotypiques.....	11
<b>Figure 4.2 :</b> Méthodes d'étude phénotypiques.....	12
<b>Figure 5 :</b> Les cas de décès attribuables a la résistance aux antibiotiques en Algérie (IHME,2019).....	18
<b>Figure 6 :</b> Pourcentage de résistance d' <i>Escherichia coli</i> au Beta-lactam.....	19
<b>Figure 7 :</b> Réactif du Test de catalase .....	30
<b>Figure 8 :</b> Réactif du Test d'oxydase .....	30
<b>Figure 9 :</b> Tests d'identification des Staphylococcus.....	31
<b>Figure 10 :</b> Inoculum de l'antibiogramme équivalent à 0.5MF.....	32
<b>Figure 11 :</b> Technique d'ensemencement d'inoculum sur milieu MH .....	33
<b>Figure 12 :</b> Disposition des disques d'antibiogramme Staphylococcus .....	33
<b>Figure 13 :</b> Mesurer des diamètres des zones d'inhibition à l'aide d'un pied à coulisse .....	34
<b>Figure 14 :</b> Classeur Excel de genre Entérobactéries.....	38
<b>Figure 15 :</b> Classeur Excel de genre Staphylococcus.....	39
<b>Figure 16 :</b> Colonies et culture de la souche 12454 sur milieu gélose au sang frais.....	41
<b>Figure 17 :</b> Test de coloration de Gram de la souche 12454 (G : ×100).....	42
<b>Figure 18 :</b> Galerie API Staph .....	43
<b>Figure 19 :</b> Diagrammes relatifs à la résistance d' <i>Escherichia coli</i> .....	45
<b>Figure 20 :</b> Diagramme relatif à la question 'Êtes-vous familiarisé(e) avec le problème de résistance aux antibiotiques ?' .....	47
<b>Figure 21 :</b> Diagramme relatif à la question 'Quels sont les principaux facteurs qui contribuent à l'émergence de la résistance aux antibiotiques ?' .....	47



<b>Figure 22 : Diagramme relatif à la question ‘Seriez-vous favorable à la création d'une plateforme sur la résistance aux antibiotiques pour partager les informations entre les professionnels de la santé ?’ .....</b>	<b>48</b>
<b>Figure 23 : Diagramme relatif à la question ‘En tant que pharmacien, vendez-vous des antibiotiques sans prescription médicale ?’ .....</b>	<b>49</b>
<b>Figure 24 : Diagramme relatif à la question ‘Seriez-vous intéressé(e) par l'utilisation d'une plateforme web dédiée à la résistance aux antibiotiques, fournissant des informations et des ressources pour les professionnels de la santé ?’ .....</b>	<b>50</b>
<b>Figure 25 : Diagramme relatif à la question ‘Comment les résultats des tests de sensibilité aux antibiotiques sont-ils interprétés dans votre laboratoire ?’ .....</b>	<b>51</b>
<b>Figure 26 : Diagramme relatif à la question ‘Seriez-vous favorable à la création d'une plateforme sur la résistance aux antibiotiques pour partager les informations entre les professionnels de la santé ?’ .....</b>	<b>52</b>
<b>Figure 27 : Diagramme circulaire relatifs à la question ‘À quelle fréquence prescrivez-vous des antibiotiques pour les animaux de compagnie ?’ .....</b>	<b>52</b>
<b>Figure 28 : Diagramme circulaire relatifs à la question ‘Avez-vous observé une augmentation ou une diminution de la résistance aux antibiotiques chez les animaux de compagnie au cours des dernières années ?’ .....</b>	<b>53</b>
<b>Figure 29 : Diagramme circulaire relatifs à la question ‘Dans quelle mesure seriez-vous intéressé(e) par l'utilisation d'une plateforme web dédiée à la résistance aux antibiotiques chez les animaux ?’ .....</b>	<b>54</b>

## Liste des abréviations

**AARN** : Le réseau national de surveillance de la résistance aux antibiotiques

**AMR** : Antimicrobial Résistance

**ATB** : Antibiotiques

**ATCC** : American Type Culture Collection

**BGN** : Bacille Gram Négatives

**BHRe** : Bactérie Hautement Résistantes aux antibiotiques Emergentes

**BMR**: Bacteria Multiresistantes

**CLSI**: Clinical and Laboratory Standards Institute

**CTS** : Centre de Transfusion Sanguin

**D.O** : Densité Optique

**I** : Intermédiaire

**IA** : Intelligence artificielle

**KT** : cathéter

**MDR** : Multidrug – Resistant Bacteria

**MF** : McFarland

**MH** : Mueller Hinton

**mm** : millimètre

**OMS** : Organisation Mondiale de Sante

**R** : Resistant

**S** : Sensible

**XDR** : Extensively Drug Resistant

## Table des matières

Remerciements

Dédicace

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction..... 1

### Synthèse bibliographique.

I.	Généralités sur les antibiotiques.....	3
1.	Définition et historique.....	3
2.	Classification des antibiotiques .....	3
II.	Résistance aux antibiotiques .....	7
1.	Types et mécanismes de résistance.....	7
2.	Etude de la sensibilité aux antibiotiques .....	7
3.	Facteurs et causes de la résistance aux antibiotiques .....	13
4.	Suivi et surveillance de la résistance aux antibiotiques .....	14
5.	Résistance aux antibiotiques dans le monde et en Algérie.....	16
III.	Bases de données ou Database .....	20
1.	Types de base des données .....	20
2.	Importance et avantage des bases de données .....	22
3.	Inconvénients des bases de données .....	23

### Matériel & méthodes

1.	Recueil des données.....	25
2.	Compilation et organisation d'une base de données initiale.....	25
3.	Etude de la résistance aux antibiotiques .....	26
3.1-	Formation théorique .....	26
3.2-	Partie pratique .....	27
3.2.1-	Caractérisation macroscopique.....	28
3.2.2-	Etude microscopique et coloration de Gram.....	28
3.2.3-	Tests de catalase et d'oxydase.....	29
3.2.4-	Caractérisation biochimique.....	30
3.2.4.1-	Galerie API Staph.....	31
3.2.5-	Antibiogramme de la souche 12454 .....	32
3.2.5.1.	Ensemencement .....	33
3.2.5.2	Application des disques d'antibiotiques.....	33
4.	Conception de la base de données.....	34
5.	Elaboration des questionnaires.....	35

## Résultats et discussion

1.	Recueil des données.....	36
2.	Organisation de la base de données initiale .....	37
3.	Formation théorique et pratique sur la résistance aux antibiotiques.....	40
	3.1- Formation théorique.....	40
	3.2. Formation pratique .....	40
	3.2.1- Identification de la souche 12454 .....	40
	3.2.1.1. Etude macroscopique.....	40
	3.2.1.2. Tests d'orientations.....	41
	3.2.1.3. Caractères microscopiques.....	41
	3.2.1.4. Caractérisation Biochimique .....	42
	3.2.2.    Antibiogramme de la souche 12454.....	43
4.	Réalisation de la base de données.....	44
5.	Analyse des Résultats des questionnaires .....	46
	5.1. Questionnaire adressé aux médecins.....	46
	5.2. Questionnaire adressé aux pharmaciens.....	48
	5.3. Questionnaire adressé aux responsables des laboratoires .....	50
	5.4. Questionnaire adressé aux vétérinaires .....	52
	5.6. Interprétation des réponses aux questionnaires .....	54
	<b>Conclusion .....</b>	<b>56</b>

## Références Bibliographiques

## Annexes

# INTRODUCTION

La découverte des antibiotiques par Alexander Fleming en 1929 reste l'une des plus grandes avancées en science médicales. Il s'agit de la famille de médicaments la plus performante jamais développée pour traiter et prévenir les infections bactériennes chez l'homme. Entre autres choses, les antibiotiques sont utilisés pour prévenir et traiter les infections chez les animaux et les plantes, ainsi que pour favoriser la croissance et l'élevage du bétail (Martinez, 2009). Les antibiotiques sont des substances, généralement produites par des microorganismes, notamment par des bactéries et des champignons, qui ont la capacité de tuer ou d'inhiber la croissance de bactéries et autres microbes nuisibles. Ils agissent en ciblant des structures ou des processus spécifiques au sein des cellules bactériennes, tout en préservant les cellules hôtes humaines et animales indemnes (Davies et Davies, 2010).

La résistance aux antimicrobiens, dite « Antimicrobial Resistance, ou AMR », est un problème de santé publique mondial qui menace l'efficacité des traitements médicaux pour de nombreuses infections d'origine microbienne. L'AMR se produit lorsque les bactéries développent des mécanismes pour résister aux médicaments qui les ciblent habituellement. En conséquence, les traitements médicaux courants deviennent inefficaces, rendant les infections plus difficiles à soigner, prolongeant la durée des maladies et augmentant les risques de complications graves, voire de décès.

Au cours des dernières décennies, l'utilisation inappropriée et excessive d'antibiotiques, en médecine humaine, en agriculture, en élevage des animaux et dans l'environnement, a contribué à accélérer le développement de l'AMR. Les microorganismes résistants peuvent se propager rapidement entre les individus, les animaux et les écosystèmes, transcendant les frontières géographiques et mettant en danger la santé mondiale. L'AMR présente des défis majeurs pour les systèmes de santé, les professionnels de la santé et la recherche médicale. Pour faire face à cette crise, une approche globale et coordonnée est nécessaire, impliquant les gouvernements, les organisations de santé, les professionnels de la santé, l'industrie pharmaceutique, les agriculteurs, les vétérinaires et le grand public.

Face à cette crise, la mise en place de bases de données sur la résistance aux antibiotiques s'avère essentielle pour recueillir, stocker et analyser les données liées aux souches bactériennes résistantes et aux profils de résistance. Ces bases de données jouent un rôle crucial dans la surveillance épidémiologique, la prise de décision clinique et la recherche scientifique dans le domaine de l'antibiothérapie.

Les bases de données jouent un rôle essentiel en recueillant, stockant et organisant de vastes et énormes quantités d'informations cliniques et scientifiques. Ces ressources numériques offrent aux professionnels de la santé, aux chercheurs et aux responsables de la santé publique un accès rapide et pratique à des données cruciales pour l'amélioration des soins aux patients, la prise de décision clinique éclairée et l'avancement des connaissances médicales (Ian Chung, 2021).

L'introduction d'une base de données pour surveiller et contrôler la résistance aux antibiotiques est un outil essentiel pour lutter contre cette menace croissante pour la santé mondiale (Laxminarayan et al., 2013). La collecte et l'analyse des données permettent une meilleure compréhension des tendances de résistance et aident à orienter les efforts pour préserver l'efficacité des antibiotiques et garantir des soins de santé optimisés et adéquats pour les patients.

En Algérie, nous constatons l'existence de métadonnées en matière d'utilisation et de prescriptions d'antibiotiques, notamment dans le secteur de la santé humaine. En plus, ces dernières années nous assistons à l'utilisation systématique des antibiotiques spécifiques dans les secteurs de l'élevage des animaux dans les filières ovines et bovines, avec plus d'acuité dans l'élevage des volailles (poulet de chair et poules pondeuses). Les vétérinaires ont recours obligatoire à ce genre de substance en santé animale et même en protection sanitaire des animaux de compagnie (chats et chiens). L'environnement se trouve ainsi contaminé, que ce soit par des transmissions croisées, des effluents des établissements sanitaires, ou des transmissions à travers la consommation de viandes et de produits laitiers, et même en apprivoisant des animaux domestiques. L'inefficacité constatée et abordée, par rapport aux traitements à base d'antibiotiques, est déjà soulignée et mise en évidence pour de nombreuses infections microbiennes chez l'humain et l'animal. Le déclin de l'efficacité de l'antibiothérapie marque un grand tournant et aggrave les traitements et la prise en charge de patients atteints d'infections microbiennes, qui autrefois prescrits avec assurance et efficacité.

La politique menée à travers le monde, en parallèle aux efforts de développement de nouvelles stratégies thérapeutiques, est de contourner et/ou de reculer au maximum le développement des situations de résistance aux antimicrobiens connus et largement utilisés. Des organismes nationaux, régionaux et même internationaux veillent sur la surveillance des cas de résistance, notamment de multirésistance, des bactéries infectieuses. Ces organismes prodiguent des conduites et proposent des schémas et des méthodologies et des politiques à suivre.

Dans ce contexte général, ce présent travail a pour objectifs :

- L'approfondissement de notre connaissance sur l'usage et la résistance aux antibiotiques,
- La collecte de données cliniques et microbiologiques provenant de laboratoires,
- La création d'une base de données de surveillance et d'action sur la résistance aux antibiotiques,
- L'analyse de données issues auprès des utilisateurs et des secteurs impliqués dans l'usage et les pratiques associées aux antibiotiques.
- Proposition de choix et d'orientation des schémas de diagnostic et de thérapie

La finalité est de proposer une plateforme informatisée, en réseau interconnecté, à l'usage des secteurs concernés, notamment pour les services médicaux, les activités pharmaceutiques et le secteur de la recherche scientifique. La conception en database est en faveur d'enrichissement et d'actualisation en ligne, en plus de sa consultation immédiate et à temps réel.

**SYNTHESE  
BIBLIOGRAPHIQUE**



## I. Généralités sur les antibiotiques

### 1. Définition et historique

Le terme « antibiotique » a été introduit par Paul Villemin en 1889 (**Bryskier, 1999**). Les antibiotiques sont des substances antimicrobiennes, synthétisés par des organismes vivants ou produits par synthèse chimique. Cette activité se manifeste de manière spécifique en inhibant ou en altérant certains processus vitaux des micro-organismes. Selon la molécule, sa concentration et la durée de son contact avec les bactéries, les antibiotiques peuvent avoir un effet bactéricide et ou un effet bactériostatique (**Guilfoile, 2007**).

L'introduction des antibiotiques dans les pratiques thérapeutiques cliniques, sans doute, reste parmi les plus grandes percées médicales du XXe siècle. En plus de leur principal usage, dans les traitements des maladies infectieuses, les antibiotiques ont rendu possibles, en facilitant, de nombreuses procédures médicales modernes, notamment le traitement du cancer, les greffes d'organes et la chirurgie à cœur ouvert (**Katz et Baltz, 2016**).

La découverte des antibiotiques a marqué un tournant majeur dans l'histoire de la médecine. En 1928, Alexander Fleming, chercheur britannique, a accidentellement observé les propriétés antibactériennes de la pénicilline (**Fleming, 1929**). Cette découverte a ouvert la voie au développement et à la découverte d'autres antibiotiques dans les décennies suivantes, telle que la tétracycline en 1950 (**Conly et Johnston, 2005**). Faute de leur succès et de leur efficacité, l'utilisation des antibiotiques est devenue une pratique courante, très répandue et même abusive, favorisant ainsi l'émergence de microorganismes, notamment, des bactéries résistantes à ces molécules. Ces dernières ont développé des mécanismes pour contrer l'action des antibiotiques, mettant en péril leur efficacité. Nous avons synthétisé, de manière chronologique, les principales étapes historiques ayant marqué l'histoire de la découverte et du développement de la résistance aux antibiotiques (**Figure 1**).

### 2. Classification des antibiotiques :

Les antibiotiques agissent en ciblant spécifiquement les processus vitaux des micro-organismes, tels que la synthèse de leur paroi cellulaire, la production de leurs protéines, la réplication de leur ADN ou d'autres mécanismes essentiels à leur développement. En s'interférant avec ces processus, les antibiotiques affaiblissent ou détruisent les micro-organismes infectieux, ce qui permet au système immunitaire de l'organisme de combattre l'infection plus efficacement.

Il existe plusieurs classes d'antibiotiques, chacune ayant un spectre d'activité différent et des mécanismes d'action spécifiques. Ces classes comprennent diverses familles d'antibiotiques : les pénicillines, les céphalosporines, les macrolides, les quinolones, les tétracyclines, les sulfamides, les glycopeptides, les aminoglycosides, etc. La classification de ces molécules varie et peut se faire selon quatre critères (**Tableau 1**) :

- **Nature chimique** : Dans de nombreux cas, il existe une structure de base sur laquelle se produit l'hémisynthèse qui définit les familles d'antibiotiques (**Walsh, 2003**).
- **Cibles antibiotiques** : Pour être utilisés en milieu clinique, les antibiotiques doivent être caractérisés par des effets spécifiques sur les bactéries cibles sans interférer avec la fonction des cellules hôtes. Les antibiotiques sont classés selon leur effet sur les bactéries (**Abraham et Chain, 1940**).
- **Spectre antimicrobien** : Représente l'ensemble des bactéries dont les antibiotiques présentent une activité et permet de prédire leur potentiel et leurs limites d'action (**Bush et al., 1995**).
- **Type d'activité des molécules** : Les activités antibiotiques peuvent être bactéricides ou bactériostatiques (**Démoré et al., 2018**).

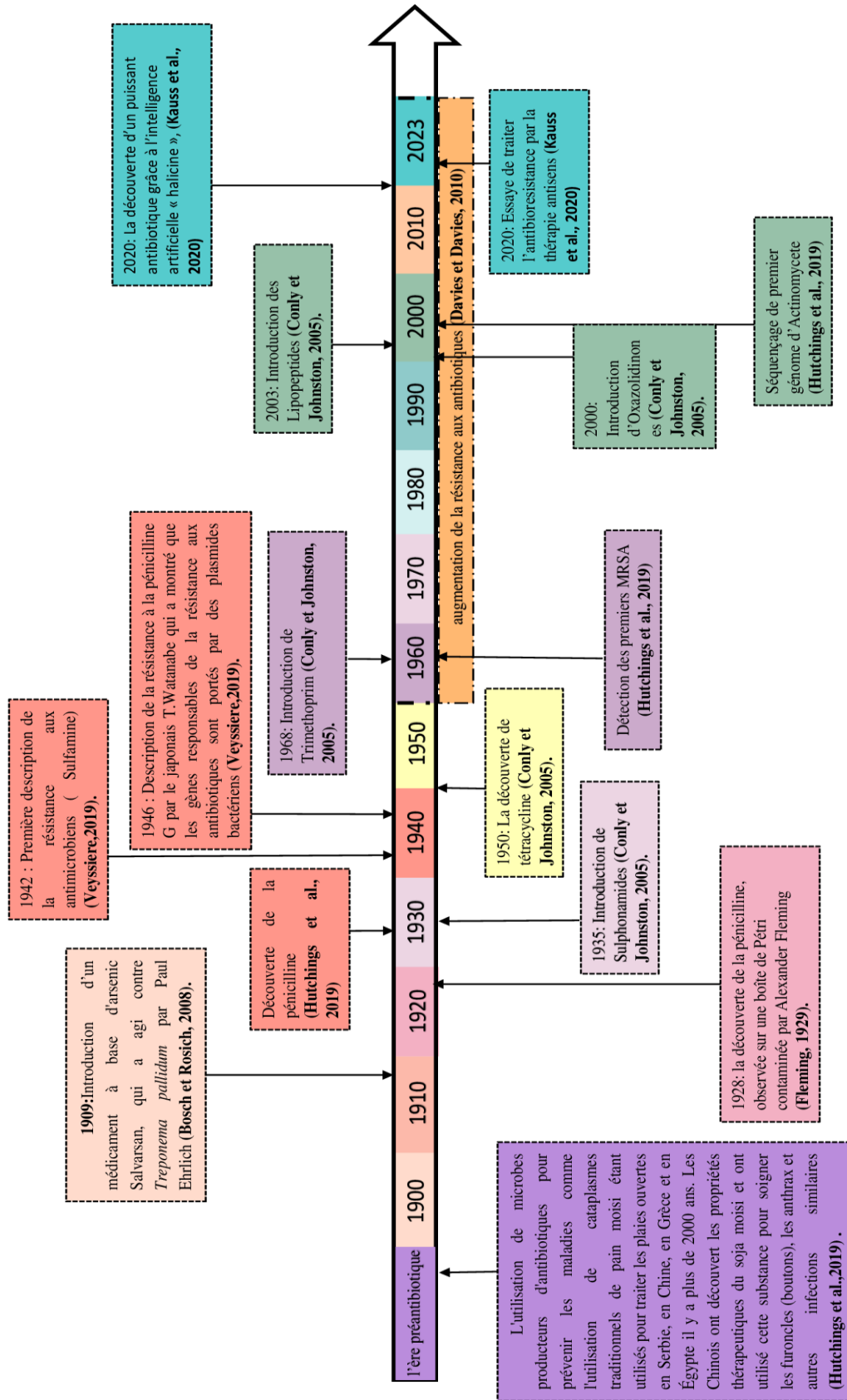


Figure 1 : Axe chronologique de l'histoire de la découverte et du développement de la résistance aux antibiotiques.

**Tableau 1 : Classification des antibiotiques**

Famille d'antibiotiques	Structure chimique	Mode d'action (Demoré et al.,2018)	Bactéricide / Bactériostatique (Demoré et al.,2018)	Spectre d'activité (Demoré et al.,2018)	Principales Molécules (Classification selon WHO AWaRe, 2019)
Bêtalactamines	Contiennent un cycle bêta-lactame (Yala et al, 2001)	Inhibition de la biosynthèse de la paroi bactérienne	Bactéricide	Agissent sur différentes bactéries tels que : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pénicilline G et ses dérivés agissent sur les Cocci Gram + : <i>Streptocoques</i> (groupe A, C, G et B), <i>Pneumocoques</i> sensibles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pénicillines tels que Amoxicillin, Ampicillin</li> <li>• Inhibiteurs de bêta-lactamases tels que Amoxicillin/acide clavulanique</li> <li>• Céphalosporine ont 5 générations exemple : 3ème génération tels que Cefotaxime</li> </ul>
Aminosides	Des hétérosides naturels formés par un ou plusieurs g lycosides liés à un aminocyclitol (Yala et al, 2001)	Antibiotiques inhibant la synthèse protéique	Bactéricide	Agissant sur les bacilles Gram négatifs aérobies notamment les entérobactéries et sur les bacilles à Gram positif ( <i>Listeria</i> )	Gentamicine, Amikacine, Tobramycine
Phénicoles	Les phénicoles ont une chaîne centrale aminopropanediol (Epaulard et Brion, 2009)	Inhibition de la biosynthèse de la paroi bactérienne	Bactériostatiques (Sahli,1990)	Agissant sur les bacilles Gram a positif, les bacilles à Gram négatif, les cocci à Gram positif et les cocci à Gram négatif	CHLORAMPHENICOL ET THIAMPHENICOL
Tétracyclines	Ils contiennent tous 4 anneaux d'hydrocarbures cycliques adjacents	Antibiotiques inhibant la synthèse protéique	Bactériostatiques	Agissent sur les Bacilles à Gram négatif	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cyclines tels que méthylène-cycline</li> <li>• Glycylcyclines tels que tigécycline</li> </ul>
Sulfamide	Ce sont des analogues de l'acide para-amino-benzoïque	Antibiotiques agissant sur la synthèse des acides nucléiques	Bactériostatiques	Agissent sur les Bacilles a Gram négatif, les Bacilles a Gram positif, les Cocci Gram positif	Sulfamazone, Sulfalene
Rifamycines	Ils sont constitués d'un macrocycle et d'un cycle aromatique.	Antibiotiques agissant sur la synthèse des acides nucléiques	Bactériostatiques	Agissent sur les germes à Gram positif	Rifampicin, Rifabutin
Glycopeptides	Heptapeptide cyclique sur lequel viennent se greffer des sucres (mannose et glucosamine dans la teicoplanine ; glucose et vancosamine dans la vancomycine) (Demoré et al.,2018)	Antibiotiques inhibant la biosynthèse de la paroi bactérienne	Bactéricide	Agissent sur les cocci à Gram positif <i>Staphylococcus spp., Enterococcus spp., Streptococcus spp</i>	Vancomycin, Teicoplanin,
Polypeptides	Ce sont des molécules en chaîne qui comportent plus de 50 acides aminés reliés par des liaisons peptidiques.	Inhibition de la biosynthèse de la paroi bactérienne	Bactériostatiques et Bactéricide	Agissent sur les bactéries à Gram positif	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polymyxines tels que Colistin</li> <li>• Lipopeptides tels que Daptomycin</li> </ul>
Quinolones	Possède un noyau de base : acide quinoléine-3-carboxylique avec groupement pipérazinyl en 4 et atome de fluor en 5 (Demoré et al.,2018)	Antibiotiques agissant sur la synthèse des acides nucléiques	Bactériostatiques	Agissent sur les bacilles à Gram négatif, sur les cocci à Gram positif et sur les cocci à Gram négatif	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quinolones tels que Cinoxacin, Flumequine</li> <li>• Fluoroquinolone tels que Ciprofloxacine, Delafloxacine</li> </ul>
Les dérivés nitrés	Contiennent dans leur structure chimique un ou plusieurs groupements d'oxyde nitrique capables d'activer la guanylate cyclase soluble	Antibiotiques agissant sur la synthèse des acides nucléiques	Bactéricide	Spectre limite aux bactéries anaérobies (surtout les Bacilles a Gram négatif et les Bacilles a Gram positif).	Nitro-Imidazoles, Nitrofuranes
Oxazolidinones	La 2-oxazolidone est un composé organique hétérocyclique contenant à la fois de l'azote et de l'oxygène dans un cycle à 5 chaînons.	Inhibition de la biosynthèse de la paroi bactérienne	Bactériostatiques	Spectre limité aux Cocci a Gram positif	Linézolide, Tédizolide
MLS	Possèdent un noyau lactone central qui est à la base de leur classification, selon le nombre d'atomes de carbone. Ce sont des molécules lipophiles.	Antibiotiques inhibant la synthèse des protéines	Bactériostatiques	Spectre limité aux germes suivants : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cocci à Gram positif (<i>Streptocoques</i>, <i>Staphylococcus méti. S.</i>)</li> <li>• Bacilles à Gram négatif ( ),</li> </ul>	MACROLIDES, LINCOSANIDES, SYNERGISTINES

## II. Résistance aux antibiotiques

La résistance bactérienne « la biorésistance » est la capacité des bactéries à résister à l'action des antibiotiques ou des biocides, destinés à les combattre ou à les tuer (ANSM, 2012). La résistance bactérienne aux antibiotiques est apparue rapidement, après leur introduction dans le traitement des maladies infectieuses. Cette résistance est considérée comme un facteur majeur, devant la réussite de l'antibiothérapie, compliquant le traitement des infections bactériennes et favorise la dissémination des souches multi-résistantes.

### 1. Types et mécanismes de résistance

On distingue plusieurs types de résistance bactérienne aux antibiotiques, telles que la résistance naturelle ou acquise, la résistance croisée, la résistance associée et la résistance clinique (Figure 2).

Généralement, les mécanismes bactériens de la résistance aux antibiotiques prennent leur origine par des voies biochimiques et/ou des déterminants génétiques (Figure 3).

### 2. Etude de la sensibilité aux antibiotiques

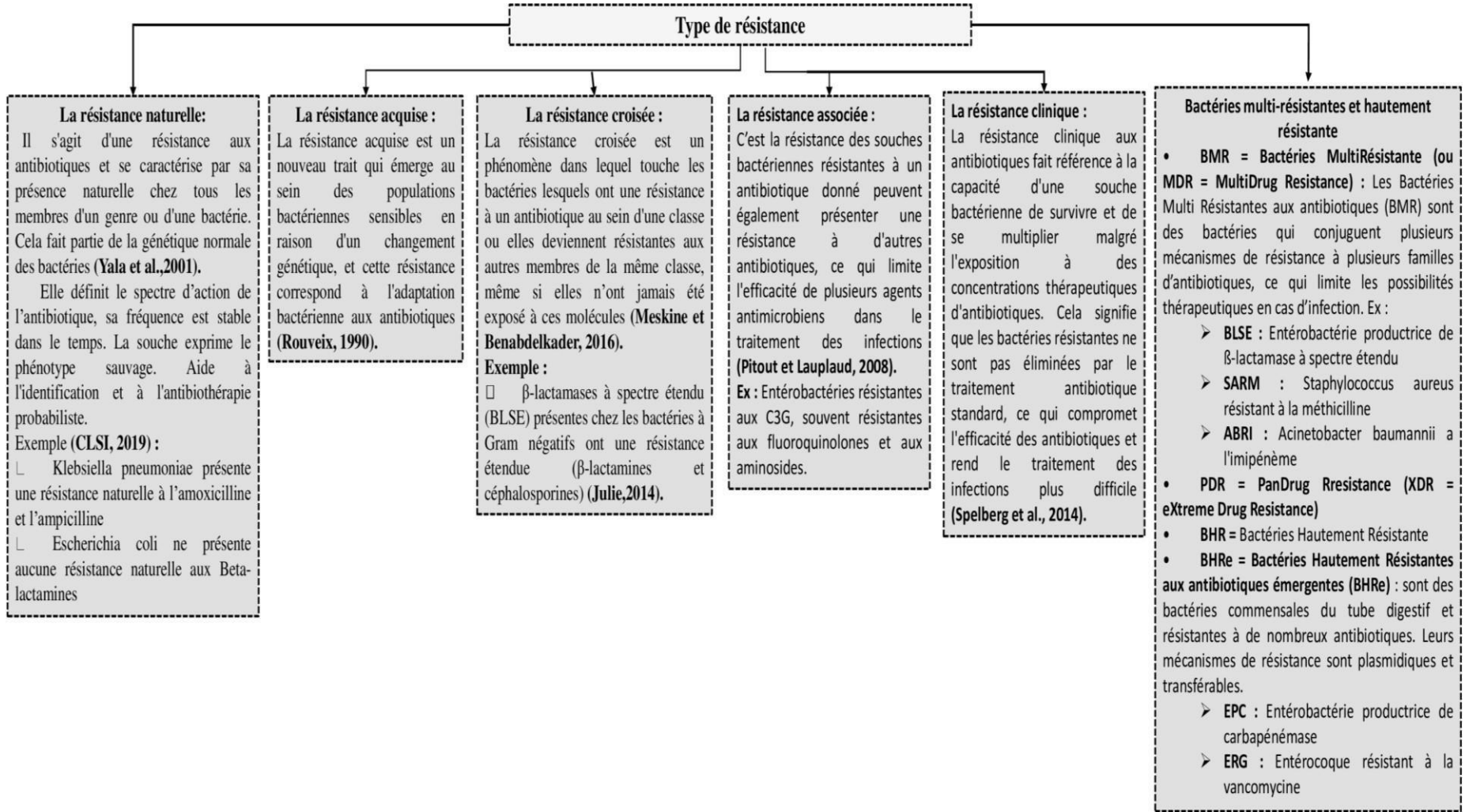
Selon les niveaux réactionnels d'une souche bactérienne après son exposition à l'antibiotique, son classement peut être : sensible, intermédiaire ou résistant (Soussy, 2012). Ces niveaux, généralement ne peuvent pas être directement mesurés, mais doivent être déduits suite à des études et des tests de l'activité de l'antibiotique *in vitro*. Généralement des valeurs critiques « limites » sont appliquées, sur la base des concentrations minimales inhibitrices (CMI) ou des diamètres de zones d'inhibition, qui peuvent servir comme guide essentiel dans l'orientation thérapeutiques ; c'est-à-dire la qualité et la concentration de l'antibiotique en question (Soussy, 2012).

Le classement d'une souche bactérienne, selon les catégories précitées, obéit à des règles microbiologiques, des techniques et des méthodologies élaborées par des comités spécialisés dans le domaine, tels le Comites de l'Antibiogramme de la Société Française de Microbiologie (CA-SFM) en France (CA-SFM, 2003), ou le CLSI « Clinical and Laboratory Standards » aux Etats-Unis (CLSI, 2010).

Trois catégories de souches sont alors classiquement définies de la façon suivante (EUCAST, 2019) :

- **Sensible (S)** : Une souche bactérienne est considérée comme sensible lorsqu'elle est inhibée par une concentration normale de l'antibiotique, ce qui signifie que l'antibiotique est efficace contre cette souche bactérienne spécifique.
- **Résistant (R)** : Une souche bactérienne est qualifiée de résistante, lorsqu'elle peut croître malgré la présence d'une concentration normale de l'antibiotique ; ce qui signifie que l'antibiotique est inefficace pour traiter l'infection causée par cette bactérie.
- **Intermédiaire (I)** : Certaines souches bactériennes peuvent présenter une sensibilité réduite à un antibiotique donné. Dans ce cas, elles sont classées comme intermédiaires. Cela signifie que l'antibiotique peut avoir un certain effet sur ces souches, mais il est nécessaire d'utiliser une concentration plus élevée ou de choisir un autre traitement.

Actuellement, avec les avancées scientifiques et le développement des techniques microbiologiques et génétiques, il existe une panoplie de méthodologies adaptées, selon des critères génotypiques (**Figure 4.1**), ou phénotypiques et (**Figure 4.2**).



**Figure 2 :** Différents types de la résistance aux antibiotiques

## Mécanismes de résistance aux antibiotiques

### MECANISMES GENETIQUE

La résistance génétique aux antibiotiques fait référence à la capacité d'une bactérie, à résister aux effets des antibiotiques en raison de la présence de gènes spécifiques qui lui permettent de survivre et de se reproduire en présence de ces médicaments. Ces gènes de résistance peuvent être transmis de manière héréditaire ou par transfert horizontal de gènes entre différentes bactéries.

- Diminution d'affinité de la cible :** L'interaction des antibiotiques avec leurs cibles étant très spécifique, il est logique que des modifications de ces dernières au niveau du site de liaison puissent réduire l'affinité (Rice, 2012).
  - Exemple de cette résistance par mutation concerne la rifampicine. Malgré son activité bactéricide sur un très large spectre de bactéries, son utilisation en clinique est limitée par le risque d'émergence de résistance à une fréquence élevée. La résistance à la rifampicine chez *Escherichia coli* est due à des mutations ponctuelles dans l'un des six domaines conservés du gène *rpoB* codant pour la sous-unité B de l'ARN polymérase (Jin et Gross, 1988). Ces mutations résultent en des substitutions en acides aminés responsables d'une diminution de l'activité de la rifampicine sans altération de la fonction physiologique de l'enzyme.
- Dysrégulation :** Des mutations ponctuelles peuvent aussi survenir dans les gènes de régulation contrôlant l'expression de la résistance.
  - Exemple : Les souches d'*Enterobacter* spp. possèdent un gène de Bêta-lactamase chromosomique (*ampC*) qui confère la résistance à de nombreuses Bêta-Lactamine lorsqu'il est exprimé à haut niveau.
- Défaut de pénétration :** La membrane externe des bactéries Gram-négatives est une barrière lipidique perméable à certains antibiotiques. Par conséquent, la plupart des molécules pénètrent dans l'espace périplasmique (entre les membranes externe et cytoplasmique) par des canaux ioniques appelés porines (Rice, 2012).
  - Exemple : De nombreuses espèces bactériennes à Gram négatif (par exemple *A. baumannii*, *P.aeruginosa*) serait due à l'expression dite « lente » des porines (Nikaido, 2003). Autrement dit. Les molécules ont traversé ces porines beaucoup moins fréquemment. Les bactéries peuvent également développer des mutations au niveau de la membrane externe qui réduisent l'abondance de ces porines.
- Transformation :** La transformation correspond à la capacité qu'ont certaines bactéries (dites compétentes) à capter de l'ADN nu et à l'intégrer dans leur génome par recombinaison entre régions homologues. C'est un mécanisme d'échange génétique peu fréquent du fait que seules quelques espèces bactériennes pathogènes sont naturellement compétentes, comme *Streptococcus pneumoniae* et *Neisseria* spp. (Spratt, 1994). La résistance aux b-lactamines chez *S. pneumoniae* est exclusivement due à l'expression de PLP dites « mosaïques » constituées par acquisition de fragments de gènes de PLP à partir de souches de streptocoques oraux moins sensibles. Le niveau de la résistance aux b-lactamines varie en fonction du nombre et de la nature des gènes de PLP ayant ces génotypes « mosaïques » (Rice, 2012).
  - Plasmides :** plasmides sont des molécules d'ADN extra-chromosomique doués de réplication autonome. Leur taille varie énormément, allant de 1-2 kb pour les plus petits à plus de 200 kb pour les plus grands. Les plasmides peuvent être échangés entre bactéries par l'intermédiaire de trois mécanismes connus. Ils peuvent être autotransférables, mobilisables par d'autres éléments génétiques mobiles, ou transférés par un bactériophage (transduction) (Rice, 2012).
  - Transposons :** Les transposons sont des éléments génétiques mobiles qui assurent leur propre transfert d'un réplicon à un autre au sein d'une cellule ou entre cellules. Les caractéristiques de la plupart des transposons sont la présence de gènes codant des enzymes qui assurent l'évènement de transposition (généralement une transposase ou une transposase avec une résolvasse) et des séquences terminales (souvent répétées inversées ou directes) auxquelles se lie la transposase au cours de la transposition. Les transposons n'ont pas de gènes de réplication (Rice, 2012).
  - Intégrons :** Les intégrons sont de nouveaux éléments génétiques contenant un ou plusieurs gènes de résistance sous forme de cassettes. Les cassettes sont des unités mobiles qui peuvent être facilement intégrées dans un intégron par un mécanisme de recombinaison spécifique de site. Les intégrons ont surtout été étudiés chez les bactéries à Gram négatif mais ont aussi été mis en évidence chez des bactéries à Gram positif. Les intégrons jouent donc probablement un rôle important dans la dissémination des gènes de résistance aux antibiotiques au sein du monde bactérien (Ploy et al., 2005).

### MECANISMES BIOCHIMIQUES

La résistance biochimique aux antibiotiques désigne la capacité d'un organisme, généralement une bactérie, à déployer des mécanismes biochimiques spécifiques pour neutraliser ou contrecarrer les effets des antibiotiques. Ces mécanismes peuvent inclure la production d'enzymes capables de dégrader l'antibiotique, des modifications au niveau des cibles cellulaires pour réduire leur sensibilité à l'antibiotique, ou encore l'expulsion active de l'antibiotique hors de la cellule bactérienne. La résistance biochimique rend les antibiotiques moins efficaces contre les bactéries résistantes, ce qui pose un défi majeur dans le traitement des infections bactériennes.

#### Modification des cibles des antibiotiques :

Certains micro-organismes résistants peuvent modifier les cibles des antibiotiques, ce qui empêche l'interaction de l'antibiotique avec sa cible et réduit ainsi son efficacité.

**Exemple :** des bactéries peuvent modifier leurs protéines de liaison aux pénicillines (PBPs), les cibles de nombreux antibiotiques bêta-lactamines (Davies et Davies, 2010).

- C'est le mécanisme de résistance le plus fréquent, notamment chez les bactéries à Gram négatif

#### Modification des enzymes dégradant les antibiotiques :

Certains micro-organismes résistants peuvent produire des enzymes capables de dégrader les antibiotiques. Ces enzymes, appelées bêta-lactamases, inactivent les antibiotiques bêta-lactamines, tels que les pénicillines et les céphalosporines (Bush et Jacoby, 2010).

#### Efflux actif des antibiotiques :

Certains micro-organismes résistants possèdent des systèmes de pompage actif qui éliminent rapidement les antibiotiques de leurs cellules. Cela réduit la concentration d'antibiotique à l'intérieur de la cellule, empêchant ainsi son action (Nikaido, 2009).

**Ex :** Surproduction du système MexAB-OprM chez *P.aeruginosa*

#### Modification de la perméabilité cellulaire :

Certains micro-organismes résistants peuvent modifier la perméabilité de leur membrane cellulaire, ce qui limite l'entrée des antibiotiques dans la cellule et réduit leur efficacité (Li et al., 2007).

**Exemple :** Déficit en porine OprD chez *P.aeruginosa* (carbapénèmes)

#### Formation de biofilms :

Certains micro-organismes résistants peuvent former des biofilms, des communautés structurées de cellules bactériennes enrobées dans une matrice extracellulaire. Les biofilms rendent les bactéries plus résistantes aux antibiotiques en limitant leur pénétration et en fournissant une protection contre les agents antimicrobiens (Flemming et al., 2016).

#### Sequestration de l'antibiotique :

Certains micro-organismes résistants peuvent modifier la perméabilité de leur membrane cellulaire, ce qui limite l'entrée des antibiotiques dans la cellule et réduit leur efficacité (Li et al., 2007).

**Exemple :** Surproduction d'un peptidoglycane remanié chez *S.aureus*

Figure 3 : Principaux mécanismes bactériens de la résistance aux antibiotiques



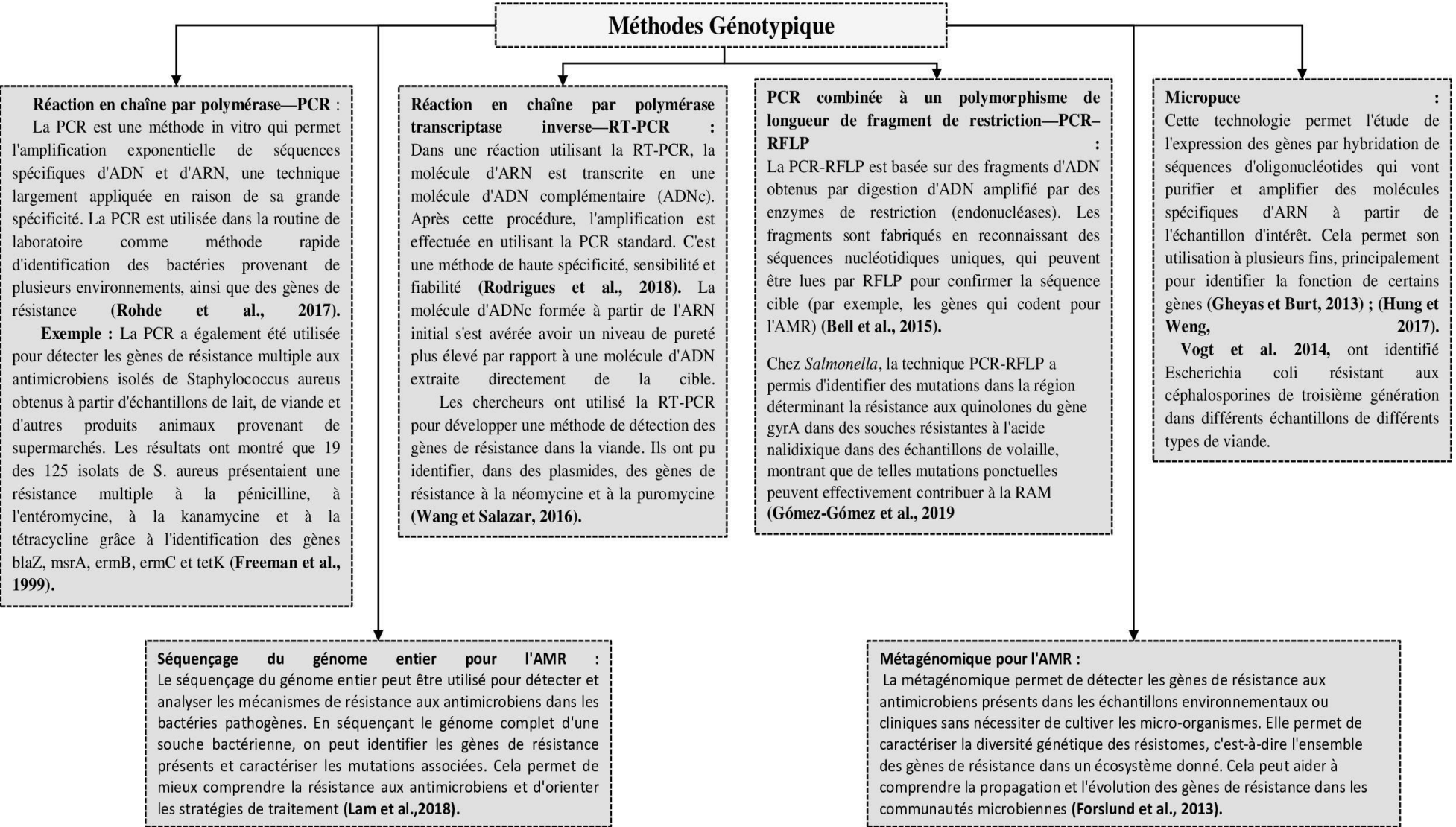


Figure 4.1 : Méthodes d'étude génétiques

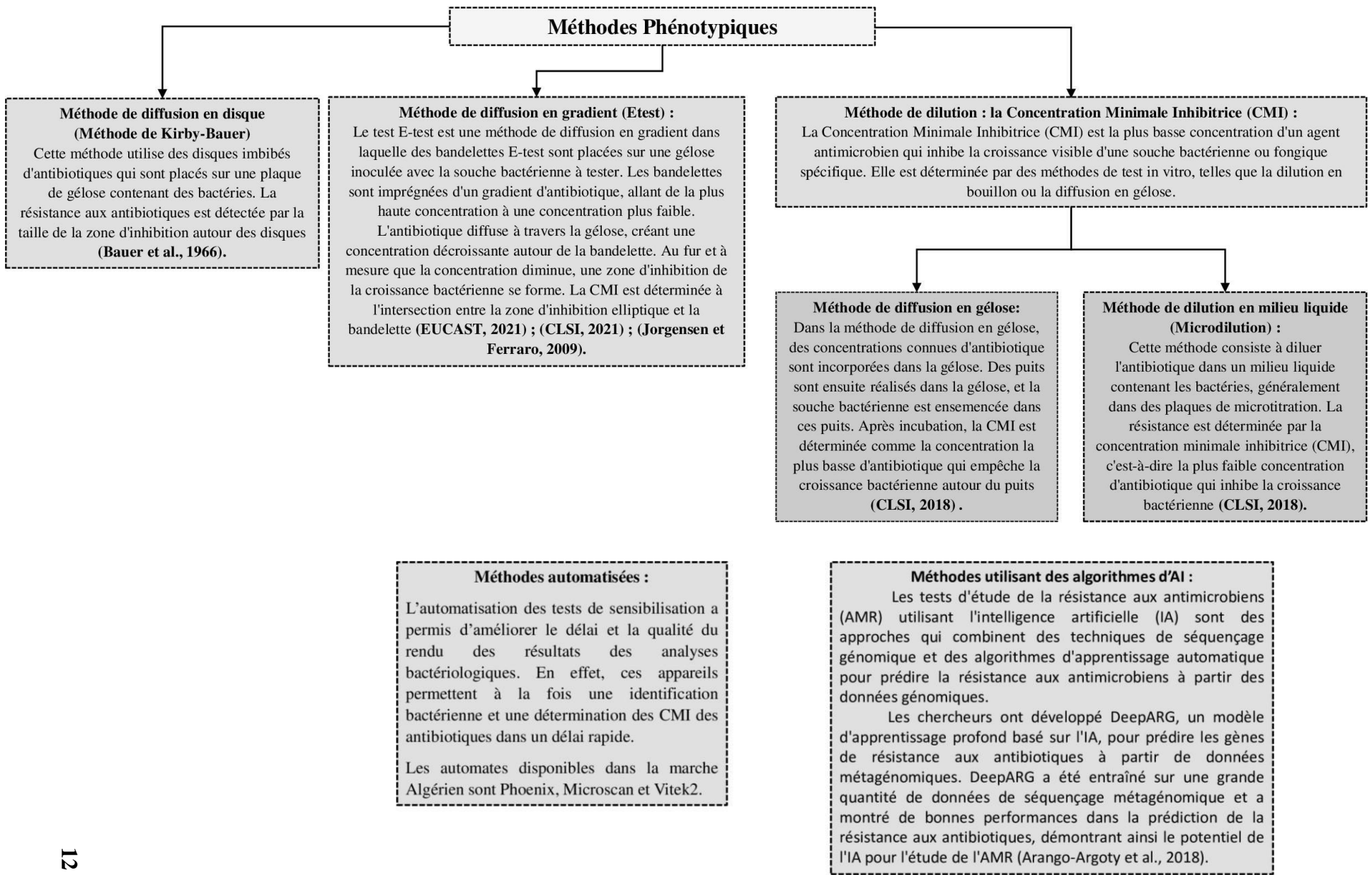


Figure 4.2 : Méthodes d'étude phénotypiques

### 3. Facteurs et causes de la résistance aux antibiotiques :

La résistance aux antibiotiques est un problème complexe et multifactoriel. Parmi les causes et facteurs connus qui contribuent à l'émergence et à la propagation de ce phénomène, nous citons principalement :

- **Utilisation abusive et excessive des antibiotiques** : L'utilisation inappropriée des antibiotiques, telle que leur prescription non nécessaire, leur utilisation incorrecte ou l'automédication. (Laxminarayan et al., 2013).
- **Transmission génétique** : Les gènes de résistance aux antibiotiques peuvent être transférés entre différentes souches bactériennes, facilitant ainsi la propagation de la résistance. Cela peut se produire par le biais de plasmides, d'intégrons ou d'autres mécanismes de transfert horizontal de gènes (Carattoli, 2013).
- **Manque de nouveaux antibiotiques** : L'absence de développement de nouvelles molécules antibiotiques, déficit en innovation, limite les options de traitement des agents microbiens infectieux résistants. Les défis liés au développement d'antibiotiques, tels que les coûts élevés et les problèmes de rentabilité, ont contribué à cette situation (Boucheret al., 2009).
- **Utilisation d'antibiotiques en production animale**: Même dans les domaines agricoles, production et élevage des animaux, notamment en zootechnie et santé animale vétérinaire, l'usage des antibiotiques est devenu un facteur préoccupant. L'utilisation des antibiotiques pour améliorer la croissance animale et prévenir les infections dans les élevages contribue à la sélection de souches bactériennes résistantes. Les bactéries résistantes peuvent se propager de l'environnement agricole aux humains via la chaîne alimentaire ou par contact direct avec les animaux (Van Boeckel et al., 2015).
- **Facteurs environnementaux et socio-économiques** : Les antibiotiques et les bactéries résistantes peuvent être présents dans l'environnement, y compris dans les sols, les eaux usées et les écosystèmes aquatiques. La pollution environnementale peut contribuer à la dissémination de la résistance aux antibiotiques (Roca et al., 2015). Les facteurs socio-économiques tels que la pauvreté, l'accès limité aux soins de santé et les conditions d'hygiène précaires participent dans l'augmentation du spectre de la résistance aux antibiotiques, faute de traitements adéquats et réguliers (Martinez, 2008.)

- **Hygiène et contrôle des infections** : Une mauvaise hygiène, un contrôle insuffisant des infections dans les établissements de santé ainsi que les pratiques d'assainissement inadéquates peuvent favoriser la propagation des bactéries résistantes aux antibiotiques (**Allegranzi et Pittet, 2009**). Les environnements hospitaliers favorisent la transmission des bactéries résistantes aux antibiotiques, en raison de la concentration de patients atteints d'infections nosocomiales et de la fréquente utilisation d'antibiotiques à large spectre (**Tacconelli et al., 2018**).
- **Échange mondial de souches bactériennes résistantes** : Les voyages internationaux facilitent la propagation mondiale des souches bactériennes résistantes aux antibiotiques, rendant la résistance un problème mondial (**O'Neill, 2016**).

Outre les principaux facteurs précités, il en demeure aussi que le manque d'une surveillance appropriée de la résistance aux antibiotiques (AMR - Antimicrobial Resistance) est un facteur important contribuant à la propagation de la résistance (**Tacconelli et al., 2018**). Le manque, parfois l'absence totale, de coordination entre les secteurs impliqués dans l'usage des antibiotiques favorisent certainement la complexité de ce phénomène d'envergure internationale.

#### 4. Suivi et surveillance de la résistance aux antibiotiques

Au sens épidémiologique, la surveillance comprend le recueil systématique et continu de données de plusieurs années, leur analyse, leur interprétation ainsi que la diffusion des résultats au secteur utilisateur, en microbiologie et en pratiques cliniques médicales, pour adopter une politique de santé en antibiothérapie (**Thacker et Berkelman, 1988**).

Les principaux objectifs, de la surveillance de l'antibiorésistance, sont d'aider les Autorités Sanitaires à établir une politique raisonnée de l'utilisation des antibiotiques, d'aider les cliniciens à prendre en charge les infections, de mettre en place des mesures de contrôle de la résistance et de participer à la recherche sur les mécanismes de résistance et les cibles d'action des antibiotiques (**Robert, 2012**).

En raison des enjeux sanitaires, médicales, microbiologiques et scientifiques, diverses institutions et autorités, nationales et internationales, travaillent pour mettre en place des procédures et des plans d'action pour mieux comprendre et analyser la problématique de la résistance aux antibiotiques (**Tableau 2**).

**Tableau 2 :** Institutions et base de données sur la surveillance aux antibiotiques :

<b>Institution/ Database</b>	
<b>National</b>	
<b>Ministère de la Santé</b> ( <a href="https://learn.sante.gov.dz/">https://learn.sante.gov.dz/</a> )	Le Ministère de la Santé en Algérie joue un rôle clé dans la surveillance et la lutte contre la résistance aux antibiotiques. Ils collectent des données sur la consommation d'antibiotiques et surveillent la résistance aux antibiotiques dans le pays. Les politiques et les actions du Ministère de la Santé sont essentielles pour prévenir et contrôler la résistance aux antibiotiques en Algérie.
<b>Algerian Antimicrobial Resistant Network (AARN)</b> ( <a href="#">Accueil - AARN - Réseau Algérien de Surveillance de la Résistance aux Antibiotiques (pasteur.dz)</a> )	Réseau chargé de la surveillance de la résistance des bactéries aux antibiotiques. Ce réseau est reconnu par arrêté ministériel algérien N85 du 25 juin 2013.
<b>International</b>	
<b>World Health Organization (WHO)</b> ( <a href="#">World Health Organization (WHO)</a> )	Global Antimicrobial Resistance Surveillance System (GLASS) Report
<b>European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC)</b> ( <a href="#">Homepage   European Centre for Disease Prevention and Control (europa.eu)</a> )	Ce tableau de bord présente les données de référence de l'Union européenne/Espace économique européen (EEE) du Réseau européen de surveillance de la consommation d'antimicrobiens (ESAC-Net).
<b>Institute for Health Metrics and Evaluation</b> ( <a href="#">Institute for Health Metrics and Evaluation   (healthdata.org)</a> )	Institut de recherche basé à l'Université de Washington à Seattle, aux États-Unis. Alors que l'IHME mène des recherches sur divers problèmes de santé mondiaux, y compris la résistance aux antimicrobiens (RAM),
<b>Base de données génétiques sur la résistance aux antibiotiques</b>	
<b>ResFinder</b> ( <a href="#">Center for Genomic Epidemiology</a> )	Base de données en ligne qui permet de détecter les gènes de résistance aux antibiotiques dans les séquences d'ADN. Elle couvre une large gamme d'antibiotiques et fournit des informations sur les séquences cibles ainsi que sur les mutations associées (Zankari et al., 2012)
<b>Comprehensive Antibiotic Resistance Database (CARD)</b> ( <a href="#">The Comprehensive Antibiotic Resistance Database (mcmaster.ca)</a> )	CARD est une base de données qui intègre des informations sur les gènes de résistance, les mutations associées, les protéines cibles des antibiotiques et les voies de résistance. Elle permet également de prédire la résistance potentielle à partir de séquences d'ADN ou de protéines (Jia et al., 2017).

<p><b>MEGARes</b> (<a href="https://cncb.ac.cn/MEGARes-Database-Commons">MEGARes - Database Commons</a> (<a href="https://cncb.ac.cn">cncb.ac.cn</a>))</p>	<p>MEGARes est une base de données qui se concentre sur la résistance aux antibiotiques dans les bactéries pathogènes chez l'homme et les animaux. Elle fournit des séquences de gènes de résistance, des annotations et des classifications détaillées (Lakin et al., 2016).</p>
<p><b>Antibiotic Resistance Gene-ANNOTation (ARG-ANNOT)</b> (<a href="https://www.ihumediterranee.com/ARG-ANNOT">ARG-ANNOT - IHU</a> (<a href="https://mediterranee-infection.com">mediterranee-infection.com</a>))</p>	<p>ANNOT est une base de données maintenue par le NCBI qui offre des informations sur les gènes de résistance aux antibiotiques chez les bactéries pathogènes. Elle comprend des annotations, des classifications et des références bibliographiques pour chaque gène répertorié (Gupta et al., 2014).</p>

### 5. Résistance aux antibiotiques dans le monde et en Algérie :

Nos consultations bibliographiques révèlent une situation très préoccupante en matière de conséquences du développement de la résistance aux antibiotiques, couramment utilisés, vis-à-vis des agents microbiens infectieux. Il s'agit réellement d'une menace émergente et grave sur la santé publique. On estime qu'environ 700 000 décès peuvent en être attribués dans le monde (O'Neill, 2016). Aux Etats Unis d'Amérique, environ 35 000 personnes meurent chaque année en raison de la résistance aux antibiotiques (CDC, 2019). Une autre étude dresse un bilan plus drastique ; environ 1,27 million de décès dans le monde peuvent en être directement attribués (Murray et al., 2019). En perspective, on s'attend à ce que l'impact de cette antibiorésistance, augmente plus et fasse environ 10 millions de morts par an d'ici 2050 (O'Neill, 2016).

Dans certaines régions du monde, cette résistance a atteint des niveaux critiques, rendant les infections bactériennes autrefois traitables potentiellement mortelles. Des combinaisons spécifiques d'agents pathogènes et de médicaments résistants peuvent aggraver considérablement la situation, limitant les options et les choix thérapeutiques disponibles pour les professionnels de la santé (WHO, 2020).

La figure (5) (IHME, 2019) présente une analyse détaillée des cas de décès attribuables à la résistance aux antibiotiques. Le tableau dévoile des données déconcertantes, révélant une hausse significative des décès causés par des infections résistantes aux antibiotiques au cours de l'année 2019. Il met en évidence des chiffres tragiques de décès liés à des infections bactériennes qui ne répondent plus aux traitements antibiotiques classiques. Il a été constaté que 3400 cas de décès étaient attribuables à la résistance aux antibiotiques. *Acinetobacter baumannii* été identifiée comme étant responsable de 357 cas de décès attribuables à la résistance à une ou plusieurs

antibiotiques. Les infections urinaires causées par *Escherichia coli* (*E. coli*) sont l'une des infections bactériennes les plus courantes dans le monde. *E. coli* est une bactérie naturellement présente dans l'intestin, mais certaines souches peuvent provoquer des infections dans le système urinaire (**Bush et Vazquez-Pertejo, 2022**).

Le cas de la bactérie *E. coli* est très préoccupant, surtout que ses transferts génétiques horizontaux sont très variables, en dépit de sa présence commune et sont adaptation dans divers environnements (**Figure 6**).

En plus de ces cas, de nombreuses autres maladies infectieuses, causées par diverses espèces bactériennes, sont reportées comme des facteurs de mortalité (**Figure 5**).

En examinant les données du pourcentage de résistance aux antibiotiques (R+I) des *E. coli* isolés des urines pour les années 2020 et 2021, menée par le Réseau National de Surveillance, on observe des variations significatives entre les deux périodes. Au cours de l'année 2020, le pourcentage de résistance aux IMP chez les *E. coli* isolés des urines était de 0.49 %. Cependant, lors de l'année 2021, ce pourcentage a augmenté de façon significative pour atteindre 0.76 %.

### Deaths attributable to bacterial antimicrobial resistance by pathogen-drug combination ①

Algeria, All Ages, Both sexes, 2019

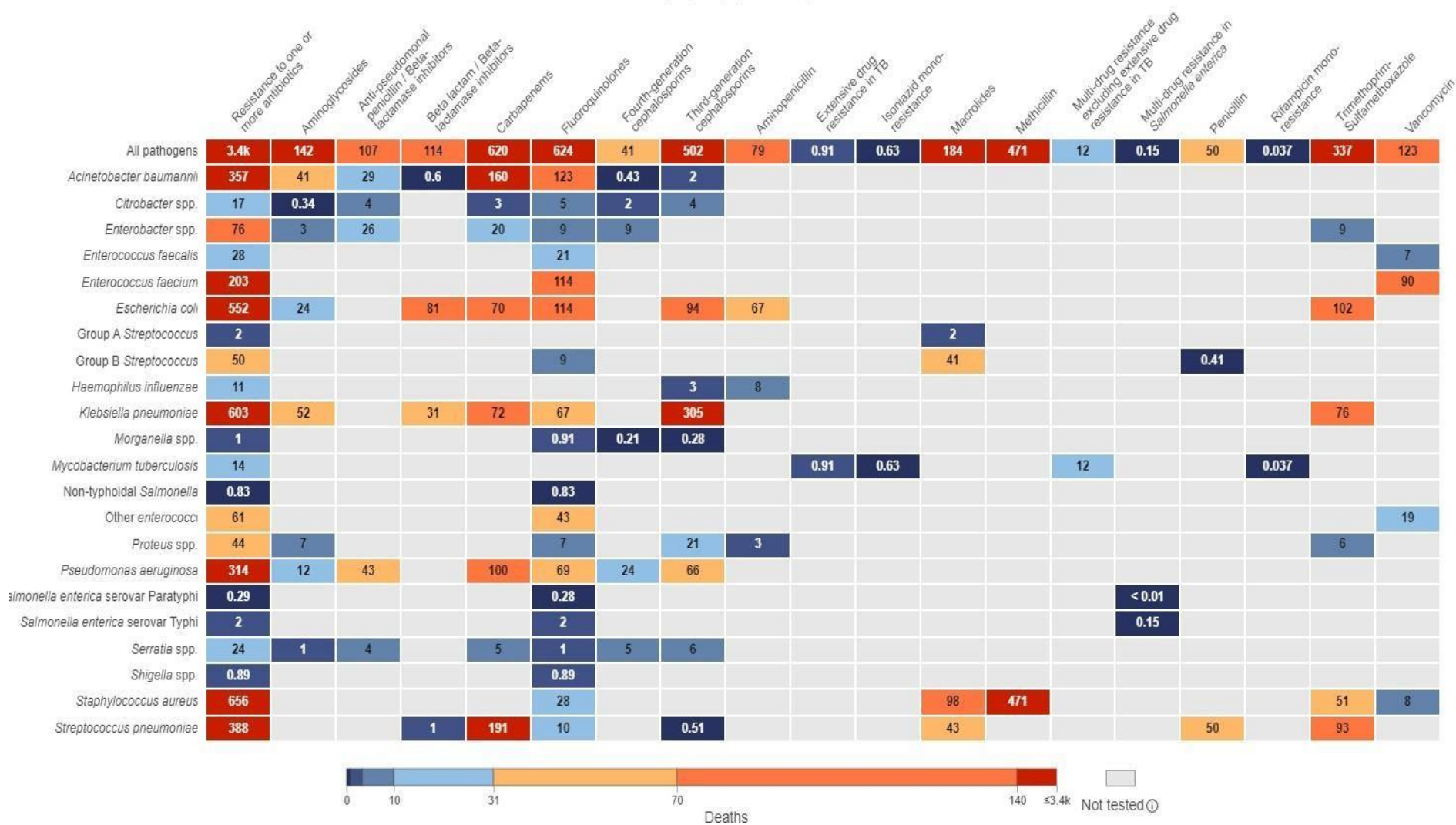


Figure 5 : Les cas de décès attribuables à la résistance aux antibiotiques en Algérie (IHME, 2019)



Percentage of *Escherichia coli* with resistance to Beta lactam / Beta-lactamase inhibitors  
All ages, Both sexes, 2019

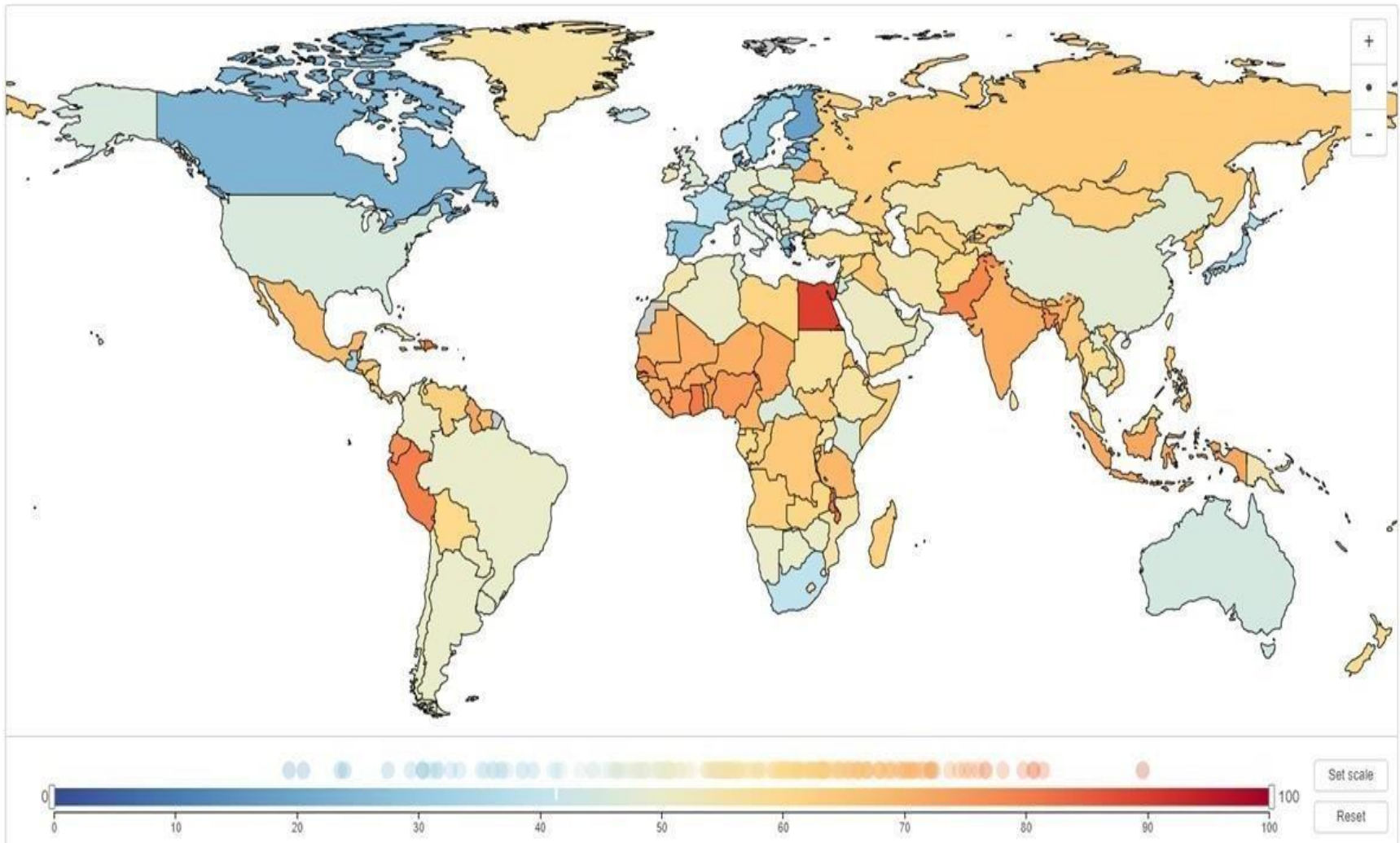


Figure 6 : Pourcentage de résistance d'*Escherichia coli* au Beta lactam

### III. Bases de données ou Database

Un système de gestion de bases de données (SGBD), ou Database, est une série de données organisée, structurées et stockées de manière numérique. Les données sont généralement organisées en tables, qui peuvent être reliées les unes aux autres par des fonctions relationnelles. Les bases de données permettent de stocker, de gérer, de manipuler et de récupérer efficacement des informations, offrant ainsi un moyen pratique organisationnel et de gestion des données (Connolly et Begg, 2014).

#### 1. Types de base des données

Les bases de données peuvent être classées en plusieurs catégories en fonction de la nature des données, de leur modèle, de leur structure et de leur utilisation. Le tableau ci-dessous résume les différents types de bases de données (Tableau 3).

**Tableau 3** : Aperçu général sur les types de base de données

Types	Définition	Exemples
Bases de données relationnelles	Basé sur le modèle relationnel, où les données sont organisées en tables avec des relations entre elles. (Silberschatz et al., 2001; Ramakrishnan et Gehrke, 2002).	MySQL ( <a href="#">MySQL</a> ) Oracle ( <a href="#">Oracle VM VirtualBox</a> ) PostgreSQL ( <a href="#">PostgreSQL: The world's most advanced open source database</a> )
Bases de données orientées en objets	Elles sont conçues pour stocker des objets, avec leurs attributs et méthodes. Elles sont utiles pour les applications orientées en objets avec des langages de programmation adéquats (Prabhu, 2010).	db4o ( <a href="#">Domain im Kundenauftrag registriert (db4o.com)</a> )
Bases de données orientées graphiques	Elles utilisent des systèmes graphiques, pour représenter et stocker les données. Elles sont particulièrement adaptées aux relations complexes entre les entités (Robinson <i>et al.</i> , 2013).	Neo4j ( <a href="https://neo4j.com/">https://neo4j.com/</a> )
Bases de données NoSQL	Elles sont conçues pour des applications nécessitant une évolutivité horizontale, une grande disponibilité et une gestion efficace des données non structurées ou semi-structurées. Les types courants de bases de données NoSQL incluent les bases de données de documents, de colonnes, de clés-valeurs et de graphes (Sadalage et Fowler, 2022).	NoSQL (Document) : MongoDB ( <a href="#">Définition Bases De Données NoSQL   MongoDB</a> ) NoSQL (Colonnes) : Apache Cassandra ( <a href="#">Apache Cassandra   Apache Cassandra Documentation</a> ) NoSQL(Clés-valeurs): Redis ( <a href="#">Redis</a> ) NoSQL (Graphes) : Amazon Neptune ( <a href="#">Amazon Neptune est un service de base de données orientée graphe entièrement géré   Amazon Neptune   Amazon Web Services</a> )

Tableau 3 (suite)

Types	Définition	Exemples
Bases de données spatiales	Elles sont conçues pour stocker et requêter des données géographiques. Elles permettent la représentation et l'analyse des objets spatiaux, tels que les points, les lignes et les polygones (Shekhar et Chawla, 2002).	PostGIS ( <a href="#">PostGIS</a> )
Bases de données médicales	Elles sont utilisées pour stocker des informations médicales : dossiers médicaux des patients, résultats d'analyses de laboratoire, Imageries médicales, prescriptions médicales, etc. Elles sont essentielles pour la gestion des données cliniques et la prise de décision médicale (Kalet et Haug, 2009).	MIMIC-III ( <a href="#">MIMIC-III Clinical Database v1.4 (physionet.org)</a> )
Bases de données génétiques	Elles stockent des informations sur les séquences nucléiques (ADN, ARN), les variants génétiques, les annotations génomiques, les données d'expression génique, etc. Elles sont utilisées pour la recherche en génomique, la médecine génomique et l'étude des maladies génétiques (Lesk, 2019).	GenBank ( <a href="#">GenBank Overview (nih.gov)</a> )
Bases de données pharmaceutiques	Elles contiennent des informations sur les médicaments, les interactions médicamenteuses, les effets indésirables, les dosages recommandés, les indications thérapeutiques, etc. Elles sont utilisées par les professionnels de la santé pour la prescription sécurisée des médicaments (Balakin et Ekins, 2009).	DrugBank ( <a href="#">DrugBank Online   Database for Drug and Drug Target Info</a> )
Bases de données épidémiologiques	Elles collectent des données sur l'incidence des maladies, la prévalence, les facteurs de risque, les schémas de propagation, etc. Ces bases de données sont essentielles pour la surveillance des maladies, la recherche épidémiologique et la santé publique (Gerstman, 2022).	World Health Organization (WHO) Global Health ( <a href="#">World Health Organization (WHO)</a> )
Bases de données d'imagerie médicale	Elles stockent des images médicales telles que les radiographies, les IRM, les scanners, etc., ainsi que des informations associées. Elles sont utilisées pour le diagnostic, le suivi des maladies et la recherche en imagerie médicale (Taylor et al., 2020).	The Cancer Imaging Archive (TCIA) ( <a href="#">cancerimagingarchive.net</a> )

#### 2. Importance et avantage des bases de données

Les bases de données jouent un rôle crucial dans la gestion et l'analyse de l'information dans de nombreux domaines scientifiques et pratiques : Recherche scientifique, l'industrie, la santé, l'éducation, le commerce électronique, et bien d'autres domaines et filières, en procurant d'énormes services dans la gestion des données :

- **Stockage et gestion de grandes quantités de données** : Stocker et organiser de grandes quantités de données, de manière structurée facilitant leur gestion et leur récupération (Codd, 1970).
- **Prise de décisions basée sur des données** : Sources d'informations fiables pour la prise de décisions éclairées. Les analyses et les requêtes effectuées sur les données stockées permettent de tirer des conclusions et des tendances significatives et efficaces (Kimball et Ross, 2013).
- **Accès et partage de l'information** : Accès facile à l'information, qu'il s'agisse d'utilisateurs individuels ou d'applications. L'information peut être partagée simultanément par plusieurs utilisateurs ou systèmes, de façon collaborative et coordonnées (Ramakrishnan et Gehrke, 2003).
- **Intégration des données** : Intégration de données provenant de différentes sources, permettant de rassembler des données hétérogènes et de les rendre cohérentes pour une utilisation efficace (Lenzerini, 2002).
- **Sécurité des données** : Assurer des fonctionnalités de sécurité avancées, pour protéger les données sensibles contre les accès non autorisés, les pertes de données et les atteintes à la confidentialité (Stonebraker et Cox, 1994).
- **Économie de temps et d'efforts** : Automatisation de nombreuses tâches liées à la gestion des données, ce qui réduit les erreurs humaines et économise le temps, les coûts et les efforts (Ullman, 1982).

### 3. Inconvénients des bases de données

La conception et la gestion des bases de données rencontrent, dans certaines situations, des difficultés et des inconvénients dues à divers paramètres :

- **Complexité de la conception** : La conception d'une base de données peut être complexe, notamment lorsqu'il s'agit de modéliser des relations complexes entre les entités. Cela peut conduire à des erreurs de conception et à des difficultés lors de la mise en œuvre (Connolly et Begg, 2014).
- **Dépendance à l'égard du système de gestion de base de données (SGBD)** : Les bases de données sont généralement dépendantes du SGBD choisi. Cela signifie que les performances, les fonctionnalités et la compatibilité de la base de données sont influencées par le SGBD utilisé (Ramakrishnan et Gehrke, 2003).
- **Besoins en maintenance et en administration** : Les bases de données nécessitent un suivi permanent et une maintenance régulière, telles que la sauvegarde des données, l'optimisation des requêtes et la résolution des problèmes de performances. De plus, les administrateurs de bases de données doivent être formés pour une gestion efficace (Coronel et al., 2015).
- **Coût de mise à l'échelle** : Les bases de données peuvent nécessiter une mise à l'échelle pour faire face à l'augmentation du volume de données et de la charge de travail. Cela peut entraîner des coûts significatifs en termes de matériel, de licences de logiciels et de personnel supplémentaire (Hellerstein et al., 2018).
- **Sécurité et confidentialité** : Les bases de données contiennent souvent des données sensibles qui nécessitent une protection adéquate contre les accès non autorisés. La sécurité des bases de données peut être vulnérable aux attaques, telles que les intrusions, les injections SQL et les compromissions et le piratage des données (Litchfield et al., 2005).

# **MATÉRIEL & MÉTHODES**

## Matériel & méthodes

La partie expérimentale s'est déroulée en deux phases, menées parallèlement :

- (i) Réalisation d'une enquête et recueillir des données auprès de laboratoires spécialisés dans l'étude et la détection des bactéries résistantes aux antibiotiques.
- (ii) Réalisation d'une étude pratique, directement dans le milieu hospitalier, englobant les principales étapes depuis l'identification bactérienne jusqu'à la réalisation des tests antibiogrammes.

### 1. Recueil des données :

La première phase, considérée comme étude rétrospective, concerne la collecte de données auprès de :

- Laboratoire d'Hygiène et de Référence (E.P.S.P Ouled Yaich, Wilaya de Blida).
- Laboratoire de Biologie Médicale 'Dr Aroua H', situé à Ouled Slama, Blida
- A travers notre enquête, nous avons ciblé les données relatives aux échantillons ayant renfermés des entités bactériennes, isolées lors des travaux d'analyses microbiologiques effectuées dans les laboratoires suscités, déclarées comme résistantes à un ou plusieurs antibiotiques.

Tout en respectant le principe de l'éthique médicale et les exigences scientifiques, les données sont consultées de façon anonyme. Les notations ont porté sur l'origine (nature et origine de l'échantillon, sexe, âge, autres considérations médicales...). Les informations recueillies sont compilées et analysées, dans le but d'identifier les tendances, les types de bactéries résistantes prédominantes, les schémas de résistance émergents, ainsi que les antibiotiques testés. Les avis et les connaissances des professionnels de la santé, tels que les médecins, les vétérinaires, les pharmaciens et les responsables de laboratoires, concernant la résistance aux antibiotiques. L'objectif était d'évaluer leur perception de ce problème majeur de santé publique et de recueillir leurs opinions sur la pertinence et la faisabilité de la création d'une plateforme de base de données dédiée à la résistance aux antibiotiques.

### 2. Compilation et organisation d'une base de données initiale

L'organisation systématique de ces données est essentielle pour leur analyse ultérieure. Par conséquent, une base de données initiale a été créée, à l'aide du logiciel Excel (version, 2010), afin de structurer et de consolider les informations provenant des deux laboratoires. Donc, nous avons établi des attributs spécifiques où chaque colonne du tableau Excel représente

des attributs suivants : Type de prélèvement, sexe, âge du patient, l'espèce bactérienne isolée, les antibiotiques testés, la sensibilité ou la résistance.

Au total, nous avons structuré sept (7) fichiers Microsoft Excel ; correspondant aux sept genres bactériens identifiés : *Entérobactérie*, *Pseudomonas*, *Streptocoque*, *Staphylocoque*, *Entérocoque*, *Mycoplasme* et *Neisseria*.

La base de données initiale a été continuellement mise à jour, à mesure que de l'introduction de nouvelles données recueillies auprès des laboratoires. Des procédures de sauvegarde régulières ont été mises en place pour prévenir toute perte accidentelle de ces données.

Les données, organisées et structurées sous format xls - Excel, a joué un rôle central dans l'interprétation des données recueillies sur la résistance aux antibiotiques. Ces données renferment la partie fondamentale utilisée dans la création d'un modèle initiale et simple pour notre base de données.

### 3- Etude de la résistance aux antibiotiques

Dans le cadre de ce projet de fin d'études (PFE – Master 2), pour bien mener ce travail scientifique, une formation spécialisée, de deux mois a été effectuée au sein du laboratoire central de biologie clinique (Unité de microbiologie, Etablissement hospitalier spécialisé en maladies cardio-vasculaires, EHS Dr. Maouche Mohand Amokrane, ex- CNMS, Alger), dirigée et supervisée par Dr Arbouz Amir Oussama. L'objectif est de consolider ma formation et d'acquérir les compétences pratiques nécessaires à l'étude de la résistance aux antibiotiques. Cette formation comprenait à la fois des aspects théoriques et pratiques, avec manipulation et utilisation de divers équipements et outils spécialisés.

A titre informatif, L'EHS Dr. M. A. Maouche est un hôpital de 114 lits, spécialisé en pathologies cardiaques et vasculaires, qui effectue également des actes de greffes rénales, ainsi que de la cardiologie interventionnelle. Le service de biologie clinique est un laboratoire multidisciplinaire qui prend en charge, principalement, les malades hospitalisés, muni de différentes unités à savoir : CTS (centre de transfusion sanguine), unité d'immuno- hématologie, unité de biochimie, unité des urgences, et l'unité de microbiologie.

L'unité de microbiologie reçoit différents prélèvements, tels que les urines, hémoculture, coproculture, liquides de ponction, pus, KT etc...

#### 3.1- Formation théorique

La formation théorique, d'une durée de deux mois de 24/03/2023 à 25/05/2023 est réalisée dans le but d'acquérir une compréhension approfondie sur les notions et les principes de la sensibilité et de la résistance aux antibiotiques, ainsi que sur les différentes techniques utilisées dans ce domaine. Cette formation avait pour objectifs spécifiques de :

- Connaissances générales sur les différents antibiotiques, leur mode d'action et leur classification



- La résistance antimicrobienne (RAM), naturelle ou acquise et les mécanismes associés.
- Les différentes techniques d'étude de la sensibilité aux antibiotiques
- Antibiogrammes (*Entérobactéries, Staphylocoques, Streptocoques*)
- Les marqueurs de résistances et BMR (MDR, XDR, BHRé)
- Techniques de surveillance de la résistance aux antibiotiques
- Tests complémentaires à l'antibiogramme proposés par le CLSI
- Lecture interprétative de l'antibiogramme
- Résistance des entérobactéries aux bêtalactamines.
- Contrôle de la qualité de l'antibiogramme.
- L'antibiogramme d'urgence.
- Etude des associations des antibiotiques.

Sous la direction du Dr Arbouz, il m'a également recommandé de réaliser un exposé spécifique sur la résistance des bacilles Gram négatif aux carbapénèmes. Cette recherche nous a permis d'approfondir nos connaissances sur ce sujet critique et d'explorer de nouvelles approches pour comprendre et contrer cette résistance émergente. La recherche se concentrera sur des généralités sur les carbapénèmes, la classification des carbapénémases et les techniques de détection en laboratoire la résistance aux carbapénèmes. La présentation de l'exposée a été présentée le 29/05/2023 devant ensembles des docteurs spécialisées en microbiologie clinique.

Grâce à cette formation théorique, nous avons acquis une compréhension approfondie sur les antibiotiques et la résistance aux ces molécules, ainsi que des compétences pratiques dans l'utilisation de différentes techniques d'études.

### 3.2- Partie pratique

Lors de notre stage pratique, nous avons mené nos manipulations microbiologiques avec la souche 12454 de *Staphylococcus aureus*, pour s'initier aux méthodes d'interprétation des antibiogrammes. Nous avons suivi différentes étapes : de l'identification de la souche, réalisation de l'antibiogramme et l'interprétation des résultats.

- **Matériel et outils :** Le matériel utilisé est :
  - Consommables
    - Gants à usage unique
    - Coton cardé
    - Compresses stériles
    - Seringues
    - Pipettes pasteur
    - Écouvillons stériles
    - Boîtes de pétries
  - Réactifs
    - Réactifs de Voges Proskau ( VP1 VP2 )
    - Réactifs de Griess ( NR 1 NR 2 )

- Poudre de zinc
- Réactif de catalase
- Réactif d'oxydase
- Milieux de culture solide
  - Gélose au sang frais
  - Gélose Muller Hinton (MH)
- Milieux d'identification classiques
  - TSI
  - Mannitol Mobilité
  - Bouillon Nitrates
  - Clark et Lubs
- Outils de laboratoire
  - Pinces
  - Portoirs
  - Pied à coulisse
  - Densitomètre
  - Agitateur
- Équipements
  - Réfrigérateur Congélateur
  - Etuves d'incubation à 37°C
  - Etuve d'incubation à 35°C
  - Un séchoir

### 3.2.1- Caractérisation macroscopique

L'étude de la macromorphologie bactérienne, qui se concentre sur les caractéristiques visibles à l'œil nu, est une étape cruciale dans l'identification des isolats bactériens purifiés. Cette approche implique l'examen de la forme, de la taille, de la couleur et de l'apparence globale des colonies bactériennes sur des milieux de culture spécifiques. Notre culture de la souche a été cultivée sur gélose au sang frais (**Annexe N° 1**).

### 3.2.2- Etude microscopique et coloration de Gram

L'étude microscopique, de l'état frais, permet d'observer la mobilité de la souche bactérienne, selon les étapes suivantes :

- Préparation d'une suspension bactérienne prélevée à partir d'une culture pure et diluée dans une solution physiologique stérile.
- Une goutte de la suspension bactérienne est déposée sur une lame de microscope et recouverte d'une lamelle. En utilisant un objectif à faible grossissement (G : x 40), pour observer les caractéristiques générales de la souche 12454.

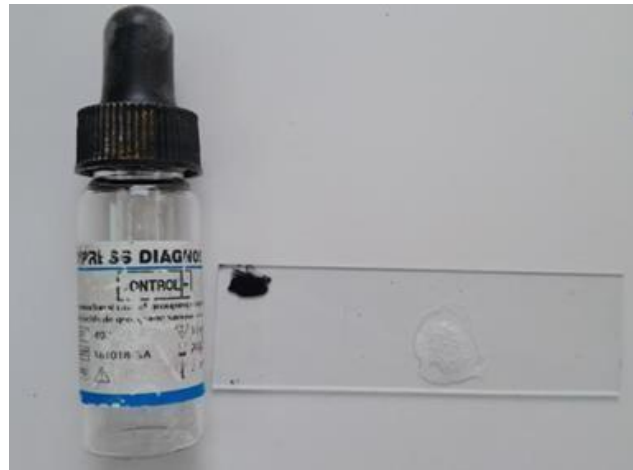
La coloration de Gram est une technique de coloration différentielle largement utilisée en microbiologie pour distinguer les bactéries en fonction de la composition de leur paroi cellulaire. Cette technique a été développée par le bactériologiste danois Hans Christian Gram en 1884, selon les étapes suivantes (**Madigan et al., 2009**) :

- **Fixation** : Les bactéries sont fixées sur une lame de verre à l'aide de chaleur douce pour les maintenir en place.
- **Coloration au cristal violet** : Les bactéries sont recouvertes de cristal violet, un colorant violet foncé qui se lie à la paroi cellulaire de toutes les bactéries.
- **Traitement à l'iode** : On ajoute de l'iode, appelé aussi solution de Lugol, qui forme un complexe avec le cristal violet, renforçant ainsi sa rétention dans les cellules.
- **Décoloration** : La lame est lavée avec de l'alcool ou de l'acétone pour éliminer l'excès de colorant des cellules.
- **Coloration à la safranine** : Les bactéries sont ensuite colorées avec de la safranine, un colorant rouge qui permet de distinguer les différentes bactéries selon leur réaction à la décoloration.
- **Observation au microscope** : Enfin, la lame est observée au microscope. Les bactéries qui conservent la coloration violette après la décoloration sont appelées "Gram-positives", tandis que celles qui prennent la coloration rouge sont désignées "Gram-négatives". L'observation microscopique se fait à l'immersion à l'objectif Gx100.

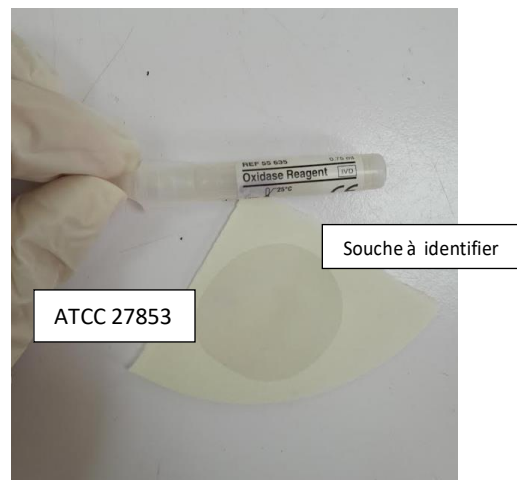
### 3.2.3- Tests de catalase et d'oxydase

Les tests de catalase et d'oxydase sont des tests sollicités, en diagnostic microbiologique, pour orienter la classification et l'identification des bactéries. Ils sont souvent réalisés après la coloration de Gram, est utilisé pour détecter la présence de l'enzyme catalase dans une bactérie. L'enzyme catalase décompose le peroxyde d'hydrogène en eau et en oxygène. Ce test est couramment utilisé pour différencier les bactéries à Gram positif catalase positive, comme *Staphylococcus*, des bactéries à Gram négatif catalase négative, telles que *Streptococcus*. (Claiborne, 1985). Le procédé classique consiste à déposer sur une lame une goutte d'eau oxygénée à 10 volumes et à y dissocier directement un peu de culture à étudier, prélevée sur milieu solide (Maehly et Chance, 1954).

**Le test d'oxydase** est utilisé pour détecter la présence de l'enzyme cytochrome oxydase, qui est impliquée dans la chaîne respiratoire des bactéries. L'enzyme réagit avec un réactif contenant du tétraméthyl-p-phenylenediamine, produisant un changement de couleur caractéristique en présence de l'enzyme oxydase. Ce test est utile pour différencier les bactéries oxydase positives, comme *Pseudomonas*, des bactéries oxydase négatives, telle que *Escherichia coli*. (Kovaks, 1956). Le procédé lequel on l'a utilisé pour réaliser le test d'oxydase, consiste à imbiber un petit morceau de papier filtre (Whatman) avec 1 goutte de réactif d'oxydase. On prélève une partie de la colonie à étudier à l'aide d'une pipette pasteur stérile et on étale sur le papier imbibé avec le réactif. Il est préférable d'associer ce test avec un témoin oxydase Positive (*Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853) (Palleroni, 1984).



**Figure 7 : Réactif du Test de catalase**



**Figure 8 : Réactif du Test d'oxydase**

### 3.2.4- Caractérisation biochimique

La caractérisation biochimique des bactéries implique l'utilisation de divers tests pour identifier leurs propriétés métaboliques, leur capacité à utiliser certains substrats, et leur réaction à certains réactifs chimiques. Ces caractères sont misés en évidence grâce à des galeries classiques et ou des galeries API

Exemple : Tests d'identification des *Staphylocoques* (Figure 9), (Annexes N° 2) composés de :

- Tube bouillon Clark et Lubs
- Tube bouillon Nitrate
- Tube milieu Mannitol Mobilité
- Tube T.S.I
- Test de coagulase.

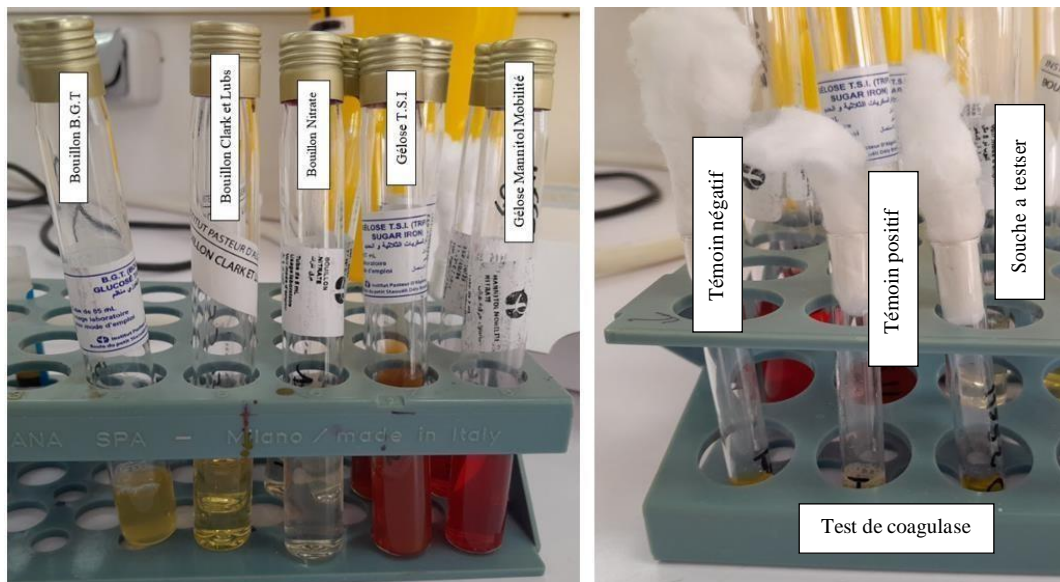


Figure 9 : Tests d'identification des *Staphylococcus*

### 3.2.4.1- Galerie API Staph:

La galerie API (Analytical Profile Index) est un système de galeries biochimiques utilisé pour l'identification des bactéries. Il est largement utilisé dans les laboratoires de microbiologie clinique et de recherche. La galerie est composée de petites bandelettes ou de tubes en plastique, contenant des compartiments individuels remplis de milieux de culture ou de substrats spécifiques. Chaque compartiment est une caractéristique métabolique particulière : des tests pour la fermentation des sucres, la production d'enzymes, l'utilisation de substrats spécifiques, la réduction de composés chimiques, et autres réactions biochimiques. Nous avons travaillé avec la galerie API 20, dont le protocole de réalisation est comme suit :

- **Préparation de l'inoculum** : A partir d'une culture bactérienne pure, l'inoculum est préparé, sous forme de suspension, selon le milieu liquide utilisé ou de l'eau distillée stérile. Dans notre cas la concentration est ajustée (densité optique,  $\lambda = 600$  nm), pour atteindre une transmittance de 0,08 à 0,1 à.
- **Préparation de la galerie**
  - Mettre de l'eau distillée sur le fond de la boîte partie alvéolée toutes les alvéoles doivent être remplies, éliminer l'excès d'eau en versant la boîte au-dessus de l'évier

- Placer la galerie sur le fond de la boîte elle doit être manipulée avec la pince.
- Recouvrir la boîte avec son couvercle.
- Inscrire nom, référence souche, date et température d'incubation sur la languette latérale de la boîte.
- **Inoculation** : A l'aide d'un inoculateur stérile, l'inoculum bactérien est transféré soigneusement dans les puits de la galerie, selon les prescriptions indiquées :
  - Pour un test souligné ou non (exemple : ONPG ou ADH), on va remplir uniquement le microtube.
  - Pour un test encadré (exemple : CIT), on va remplir le microtube et la cupule.
  - On ajoute l'huile de vaseline (anaérobiose) dans les tests soulignés à l'exemple de GLU, ADH, URE. Juste après la galerie est refermée soigneusement, afin d'éviter toute contamination croisée.
- **Incubation** : Après son inoculation, la galerie est incubée dans un incubateur (température et durée appropriées), jusqu'à ce que des résultats visibles soient obtenus.
- **Lecture et Interprétation des résultats** : Après développement des réactions, Chaque puit ou compartiment de la galerie est examiné pour détecter les changements de couleur, les précipités ou toute autre caractéristique visible. Les réactions observées sont comparées avec les tableaux de profil fournis par le fabricant pour identifier l'espèce ou le genre de la bactérie testée

### 3.2.5- Antibiogramme de la souche 12454

L'antibiogramme est utilisé pour évaluer la sensibilité ou la résistance d'une souche bactérienne vis-à-vis d'une série déterminée d'antibiotiques, dans le but d'orienter le choix d'un traitement antibiotique approprié (Forbes et al., 2007). Nous avons utilisé la méthode de diffusion des disques suggérée par CLSI (Clinical & Laboratory Standards Institute) et recommandé par l'OMS (Organisation Mondiale de la santé). Nous avons utilisé le milieu adéquat Mueller Hinton (**Annexe N°1**), préparé en en boîtes de Petri sur une épaisseur de 4 mm . A partir d'une culture pure de 18 à 24 h sur milieu d'isolement approprié, à l'aide d'une anse de platine, nous raclons quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques. Après homogénéisation de la suspension bactérienne (0,5MF, Figure 10) ou ajustement de la D.O (0,08 à 0,10,  $\lambda = 625 \text{ nm}$ ).



**Figure 10** : Inoculum de l'antibiogramme équivalent à 0.5MF.

### 3.2.5.1. Ensemencement

Les étapes d'ensemencement sont :

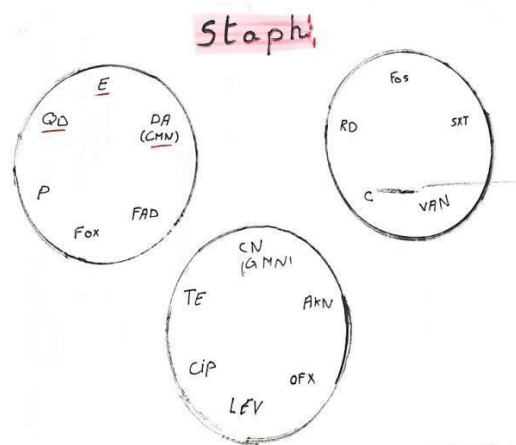
- Tremper un écouvillon stérile dans l'inoculum. L'essorer en le pressant fermement (et en le tournant) contre la paroi interne de tube afin de décharger au maximum.
- Frotter l'écouvillon sur la totalité de la surface gélosée, sèche, de haut en bas, en stries serrées.
- Répéter l'opération 2 fois, en tournant de 60° à chaque fois, sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même. Finir l'ensemencement en pressant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose. Dans le cas où l'on ensemence plusieurs boîtes de Petri, il faut recharger l'écouvillon à chaque fois (Figure 11).



**Figure 11** : Technique d'ensemencement d'inoculum sur milieu MH

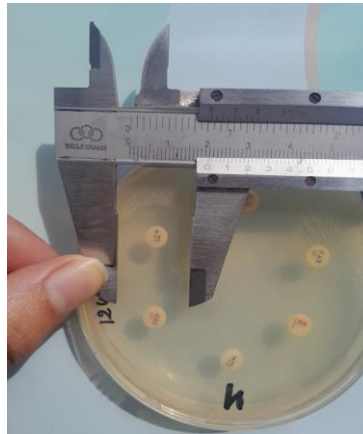
### 3.2.5.2 Application des disques d'antibiotiques

Nous avons utilisé la méthode des disques d'antibiotiques pour évaluer la sensibilité des souches bactériennes du genre *Staphylococcus* à différents antibiotiques (**Figure 12**). Presser chaque disque d'antibiotique à l'aide de pinces bactériologiques stériles et ne pas déplacer les disques après application. Il est préférable de ne pas mettre plus de 6 disques sur une boîte de 90 mm.



**Figure 12** : Disposition des disques d'antibiogramme *Staphylococcus*

Selon les exigences de croissance de chaque bactérie (température, durée d'incubation, atmosphère) les boîtes sont mises en incubation (**Annexe N° 3**). Les diamètres des zones d'inhibition sont mesurés, avec précision, à l'aide d'un pied à coulisse (Figure 13). Pour les bactéries testées sur Mueller-Hinton simple, les mesures seront prises en procédant par transparence à travers le fond de la boîte de Petri fermée. Les mesures obtenues sont comparées aux valeurs critiques figurant dans les tables de lecture correspondante (**Annexe N° 4**), afin de classer la bactérie dans l'une des catégories : Résistant (R), Sensible (S) ou Intermédiaire (I).



**Figure 13 :** Mesurer des diamètres des zones d'inhibition à l'aide d'un pied à coulisse

#### 4. Conception de la base de données :

Afin d'organiser une base de données efficace pour collecter, analyser et prévoir les nombreuses et diverses données sur la résistance aux antibiotiques, il est essentiel de développer une plateforme de gestion.

Nous avons développé la plateforme en utilisant l'architecture suivante :

- ✓ **Laravel est un framework PHP** populaire pour le développement web. Nous l'avons utilisé pour une structure solide et des fonctionnalités avancées pour construire l'application web, qui doit être robuste et évolutive.
- ✓ **Laravel Nova** est un panneau d'administration élégant et puissant pour les applications Laravel. Nous l'avons utilisé pour la création d'interfaces utilisateurs intuitifs pour gérer les données et les ressources.
- ✓ Nous avons ainsi utilisé **Vue.js** qui est un **Framework JavaScript** progressif pour la construction d'interfaces utilisateurs. Il facilite la création d'interfaces réactives et interactives pour afficher les données et interagir avec la plateforme.
- ✓ Pour la base de données nous avons utilisé une base de données relationnelle telle que **MySQL** ou **PostgreSQL** pour stocker les données collectées



L'objectif principal de notre travail était de collecter des données pour créer une base de données sur la surveillance des agents antimicrobiens (ATB). Cependant, nous nous sommes rapidement rendu compte qu'il était essentiel d'aller au-delà de la simple collecte de données passives. Nous avons entrepris de développer une interface spéciale pour les laboratoires, leur permettant d'intégrer les résultats de leurs patients et de gérer leurs propres. Les laboratoires peuvent utiliser cette interface pour saisir les résultats des tests, en veillant à ce que les informations soient complètes, précises et disponibles en temps réel. En retour, notre plateforme va bénéficier de cette collaboration, en recevant des données anonymisées des laboratoires participants, pour s'inscrire dans l'éthique du secret médical. Cette méthode permettra d'élargir considérablement notre base de données, en augmentant le nombre de cas et en enrichissant la diversité des informations disponibles.

## 5. Elaboration des questionnaires

Dans le cadre de cette étude, des questionnaires ont été élaborés à l'aide de l'outil **Google Forms** afin de recueillir les avis et les connaissances des professionnels de la santé, tels que les médecins (hôpital et privés), les pharmaciens, les vétérinaires, et les responsables de laboratoires d'analyses, sur les aspects relatifs au domaine de la résistance aux antibiotiques. L'objectif était d'évaluer leur perception de ce problème majeur de santé publique et de recueillir leurs opinions sur la pertinence et la faisabilité de la création d'une plateforme de base de données dédiée à la résistance aux antibiotiques.

Les questionnaires (**Annexe N° 5**) ont été conçus de manière à aborder plusieurs aspects clés de la résistance aux antibiotiques, notamment la connaissance des professionnels de la santé sur le sujet, leur expérience dans la gestion des infections résistantes, ainsi que leur vision quant à l'utilité et aux fonctionnalités d'une plateforme de base de données sur ce problème. Une fois les questionnaires finalisés, ils ont été distribués aux professionnels sus-indiqués. La distribution s'est faite principalement par le biais d'invitations électroniques contenant un lien vers le questionnaire en ligne. Les participants ont été informés de manière éthique sur la nature et le but de l'étude, ainsi que sur la confidentialité et l'anonymat de leurs réponses. Ils ont été encouragés à répondre de manière honnête et exhaustive, en prenant en compte leur expérience professionnelle et leurs connaissances personnelles.

Les données recueillies à partir des questionnaires sont analysées de manière quantitative et qualitative. Les résultats, réponses aux questions fermées, ont été soumis à des analyses statistiques (comparaisons de pourcentages et tests de corrélation), afin de dégager des tendances et des relations entre les différentes variables. Les réponses aux questions ouvertes ont été soumises à une analyse de contenu thématique pour identifier les idées clés et les motifs émergents.

# **RÉSULTATS ET DISCUSSION**

## 1. Recueil des données

La collecte de données sur la résistance bactériennes aux antibiotiques, à partir des laboratoires d'analyses, a donné des résultats significatifs et précieux, même s'il existe des limitations dans l'acquisition des informations.

Le recueil des données à partir du laboratoire d'Hygiène (Wilaya Blida) a permis d'obtenir 94 enregistrements. Bien que ces données aient été consignées manuellement dans un registre et qu'elles présentaient certaines limitations, elles ont été d'une grande valeur pour enrichir notre plateforme. Il est important de noter que le mode de documentation utilisé dans ce laboratoire n'a pas toujours fourni des détails sur la résistance aux antibiotiques. Parfois, seules les sensibilités étaient indiquées, tandis que d'autres fois, les résistances étaient également mentionnées. Cette variabilité dans la consignation des données peut rendre l'analyse et l'interprétation plus complexes. Elles ont contribué à alimenter notre plateforme avec des exemples réels de résistance et de sensibilité aux antibiotiques dans la Wilaya Blida. Ces données, même partielles, nous permettent d'améliorer d'enrichi notre base de données.

Les données recueillies du laboratoire d'analyse médicale, de l'année 2022 et les mois de janvier et février 2023. La raison principale de cette période spécifique de collecte de données est que le réseau de surveillance de la résistance aux antibiotiques (AARN) n'avait pas encore publié les statistiques pour cette année. L'AARN est une source de référence importante pour les données de surveillance de la résistance aux antibiotiques au niveau national. Cependant, les données statistiques pour une année donnée peuvent prendre du temps à être compilées, analysées et publiées. Par conséquent, lors de la réalisation de cette mémoire, les données les plus récentes disponibles étaient celles de l'année 2022 et des premiers mois de 2023. Au total nous avons consigné 561 enregistrements répartis comme suit :

<b>477</b>	<b>Entérobactéries,</b>
<b>33</b>	<b>Staphylocoques,</b>
<b>27</b>	<b>Streptocoques,</b>
<b>22</b>	<b>Entérocoques,</b>
<b>1</b>	<b>Mycoplasme</b>
<b>1</b>	<b>Neisseria.</b>

Ces données sont intégrées dans le système de laboratoire, facilitant notre tâche par rapport aux informations recherchées. Les comptes rendus d'étude de sensibilité aux antibiotiques sont complets, indiquant tous les antibiotiques utilisés avec leur caractérisation clinique (sensible, intermédiaire et résistante). Il y a conformation avec les recommandations du fascicule national de standardisation de l'antibiogramme (7<sup>ème</sup> Edition 2014).

Il est important de souligner que certaines données n'ont pas pu être collectées en raison de contraintes spécifiques. Parmi celles-ci, on cite des laboratoires appartenant au réseau de surveillance de la résistance aux antibiotiques (AARN) qui ont des politiques strictes de partage de données. Ces laboratoires adhèrent à un protocole de confidentialité spécifique et rigoureux

pour garantir la confidentialité des patients et la sécurité des informations médicales sensibles. De plus, certains laboratoires ont exprimé leur réticence à partager leurs données, pour le respect de confidentialité de leurs patients, en dépit de notre engagement et assurance quant à la confidentialité des informations et analyse sous anonymat. Il est crucial de respecter ces inquiétudes et de maintenir la confiance entre les laboratoires et les chercheurs afin de faciliter une collaboration efficace à l'avenir.

Cependant, il est important de souligner que pour une analyse plus approfondie et une meilleure interprétation des résultats, il serait préférable que les résultats et la classification soient détaillés, notamment en indiquant la souche, le prélèvement et la sensibilité. Pour améliorer la qualité et la standardisation des données, il est recommandé que les laboratoires suivent une procédure de standardisation de l'antibiogramme. Cela garantirait une méthodologie cohérente pour l'évaluation de la sensibilité aux antibiotiques et permettrait une comparabilité plus fiable des résultats. De plus, l'informatisation de la gestion des données est fortement recommandée, pour les opérations de stockage, de structuration et de consultation.

## 2. Organisation de la base de données initiale

Les données recueillies sont organisées dans un classeur (format xls, Excel Microsoft) dans sept fichiers distincts, correspondant aux genres bactériens étudiés (Figure 14) et (Figures 15). Cette approche est une étape préliminaire pour la création d'une base de données initiale, afin de faciliter le développement ultérieur de notre système de gestion de données. En utilisant les fichiers Excel, nous avons structuré les données selon chaque genre bactérien, permettant une organisation claire et cohérente des informations. Chaque fichier Excel contenait des colonnes spécifiques pour enregistrer les détails des échantillons, les résultats de sensibilité ou de résistance aux antibiotiques, l'âge des patients et leur sexe, etc...

La base de données initiale est essentielle pour le processus de programmation ultérieur. Les données (format Excel) sont importées dans notre système de gestion, qui est plus développé. Cette dernière étape permettra de rationaliser le processus de programmation et de garantir l'intégrité des données, de façon cohérente et accessible aux analyses ultérieures.

Il est important de noter que l'utilisation d'Excel pour une base de données initiale présente certaines limitations. Par exemple, Excel peut être moins efficace pour gérer de grandes quantités de données ou pour effectuer des requêtes et des analyses complexes. Dans de tels cas, il peut être judicieux de migrer vers une solution de base de données plus robuste et spécialement conçue pour répondre aux besoins de gestion de données à grande échelle.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	Souche	Sexe	Age	Désignation	Date	Région	ATB	AMPILOLLINE (AMP)	OXYOLLINE+ AC CLAVULANIQUE (A)	AOIDE NAUDIXIQUE (NA)	CEFAZOLINE (CZ)/CEFOXITINE (FOX)	CEFOTAXIME (CTX)	IMPENEME (IPM)	GENTAMICINE (GM)	AMIKACINE (AK)	CIPROFLOXACINE (CIP)	COLISTINE (CS - CL)	FURANES (F)	FOSFOMYINE (FOS)	TRIMETHOPRIME/SULFAMETH	
2	Escherichia coli	F	35	E.C.B.U	janv-23	BUDA		R	R	/	S	S	S	/	S	/	R	/	S	S	S
3	Escherichia coli	F	86	E.C.B.U	janv-23	BUDA		R	I	/	S	S	S	/	S	/	I	/	S	R	R
4	Enterobacter sp	F	86	E.C.B.U	janv-23	BUDA		R	R	/	R	R	R	I	S	S	S	/	S	R	S
5	Proteus mirabilis	M	1	E.C.B.U	janv-23	BUDA		R	R	/	S	S	S	/	S	/	S	/	R	R	S
6	Escherichia coli	F	29	E.C.B.U	janv-23	BUDA		R	I	/	S	S	S	/	S	/	S	/	S	S	I
7	Escherichia coli	F	62	E.C.B.U	janv-23	BUDA		R	R	/	R	S	R	S	S	S	R	/	S	S	R
8	Escherichia coli	F	12	E.C.B.U	janv-23	BUDA		R	R	/	I	S	S	/	S	/	I	/	S	S	R
9	Escherichia coli	M	41	E.C.B.U	janv-23	BUDA		S	S	/	S	S	S	/	S	/	S	/	S	S	S
10	Proteus mirabilis	F	35	E.C.B.U	janv-23	BUDA		S	S	/	S	S	S	/	R	/	S	/	R	S	R
11	klebsiella pneumoniae	F	11	E.C.B.U	janv-23	BUDA		R	S	/	S	S	S	/	S	/	S	/	I	R	S
12	Escherichia coli	F	7	E.C.B.U	janv-23	BUDA		R	I	/	S	S	S	/	S	/	R	/	S	S	R
13	Escherichia coli	F	80	E.C.B.U	janv-23	BUDA		S	S	/	S	S	S	/	S	/	S	/	S	S	S
14	klebsiella pneumoniae	F	72	E.C.B.U	janv-23	BUDA		R	R	/	I	S	S	/	S	/	S	/	R	R	S
15	Escherichia coli	F	32	E.C.B.U	janv-23	BUDA		R	R	/	I	S	S	/	S	/	I	/	S	S	R
16	Escherichia coli	F	34	E.C.B.U	janv-23	BUDA		R	I	/	I	S	S	/	S	/	S	/	S	S	R
17	klebsiella pneumoniae	F	76	E.C.B.U	janv-23	BUDA		R	I	/	I	S	S	/	S	/	S	/	R	S	S
18	Escherichia coli	F	31	E.C.B.U	janv-23	BUDA		R	R	/	S	S	S	/	S	/	S	/	S	S	R
19	Escherichia coli	F	10	E.C.B.U	janv-23	BUDA		S	S	/	S	S	S	/	S	/	S	/	S	S	S
20	klebsiella pneumoniae	F	34	E.C.B.U	janv-23	BUDA		R	S	/	S	S	S	/	S	/	S	/	R	R	R
21	Escherichia coli	F	34	E.C.B.U	janv-23	BUDA		R	I	/	I	S	S	/	S	/	S	/	S	S	R
22	Escherichia coli	F	39	E.C.B.U	janv-23	BUDA		S	S	/	S	S	S	/	S	/	I	/	S	I	R
23	klebsiella pneumoniae	F	34	E.C.B.U	janv-23	BUDA		R	S	/	S	S	S	/	S	/	S	/	R	R	S
24	Escherichia coli	F	12	E.C.B.U	janv-23	BUDA		S	S	/	S	S	S	/	S	/	S	/	S	S	S
25	Escherichia coli	F	29	E.C.B.U	janv-23	BUDA		R	R	/	R	S	R	I	S	S	I	/	S	S	S
26	Escherichia coli	F	29	E.C.B.U	janv-23	BUDA		R	R	/	S	S	S	/	S	/	S	/	S	S	R
27	Escherichia coli	F	33	E.C.B.U	janv-23	BUDA		R	R	/	S	S	S	/	S	/	R	/	S	S	R
28	Escherichia coli	M	/	E.C.B.U	janv-23	BUDA		/	/	/	I		S	S	S	S	/		/	/	S
29	Escherichia coli	F	3	E.C.B.U	févr-23	BUDA		R	R	/	R	S	S	/	S	/	S	/	S	S	S
30	Escherichia coli	F	40	E.C.B.U	févr-23	BUDA		S	S	/	S	S	S	/	S	/	S	/	S	S	S
31	Escherichia coli	F	36	E.C.B.U	févr-23	BUDA		R	R	/	I	S	S	/	S	/	S	/	S	S	S
32	Escherichia coli	F	5	E.C.B.U	févr-23	BUDA		R	R	/	S	S	S	/	S	/	S	/	S	S	R
33	klebsiella pneumoniae	F	63	E.C.B.U	févr-23	BUDA		R	R	/	R	S	R	S	S	R	/	S	R	R	R
34	klebsiella pneumoniae	M	50	E.C.B.U	févr-23	BUDA		R	S	/	S	S	S	/	R	/	R	/	R	I	R
35	Escherichia coli	F	32	E.C.B.U	févr-23	BUDA		S	S	/	S	S	S	/	S	/	R	/	S	S	S
36	Escherichia coli	F	5	E.C.B.U	févr-23	BUDA		R	R	/	S	S	S	/	S	/	R	/	S	S	R
37	klebsiella pneumoniae	F	63	E.C.B.U	févr-23	BUDA		R	R	/	R	S	R	S	S	R	/	S	R	R	R
38	Escherichia coli	F	76	E.C.B.U	févr-23	BUDA		R	R	/	I	S	S	/	R	/	R	/	S	S	R
39	Escherichia coli	F	4 mois	E.C.B.U	févr-23	BUDA		R	R	/	S	S	S	/	S	/	S	/	S	S	S
40	Escherichia coli	F	37	E.C.B.U	févr-23	BUDA		S	S	/	S	S	S	/	S	/	S	/	S	S	S
41	Escherichia coli	F	75	E.C.B.U	févr-23	BUDA		R	I	/	S	S	S	/	S	/	S	/	S	S	S
42	Escherichia coli	F	31	E.C.B.U	févr-23	BUDA		R	R	/	S	S	S	/	S	/	R	/	S	S	S
43	Escherichia coli	F	79	E.C.B.U	févr-23	BUDA		S	S	/	S	S	S	/	S	/	R	/	S	S	SS
44	Escherichia coli	M	58	E.C.B.U	févr-23	BUDA		R	R	/	I	S	S	/	S	/	S	/	S	S	S
45	Escherichia coli	F	57	E.C.B.U	févr-23	BUDA		S	S	/	S	S	S	/	R	/	I	/	S	S	R
46	Escherichia coli	F	78	E.C.B.U	févr-23	BUDA		R	R	/	R	S	R	S	S	S	/	S	S	R	R
47	Proteus mirabilis	F	30	E.C.B.U	févr-23	BUDA		R	R	/	I	S	S	/	S	/	S	/	R	S	S
48	Escherichia coli	F	41	E.C.B.U	févr-23	BUDA		R	S	/	S	S	S	/	S	/	S	/	S	S	S
49	Escherichia coli	F	2	E.C.B.U	févr-23	BUDA		R	S	/	S	S	S	/	S	/	S	/	S	S	S
50	Escherichia coli	F	66	E.C.B.U	févr-23	BUDA		R	S	/	S	S	S	/	S	/	S	/	S	S	R
51	Escherichia coli	F	27	E.C.B.U	févr-23	BUDA		S	S	/	S	S	S	/	I	/	S	/	S	S	S

Figure 14 : Classeur Excel de genre Entérobactéries

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
id	Souche	Sexe	Age	Désignation	Date	Region	Antibiotiques	Penicilline	Oxacilline	Vancomycine	Tetracycline	Gentamycine	Amikacine	Erythromycine	Clindamycine	Ofloxacine	Trimethoprim/Sulfamethoxazole
1	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	F	27	E.C.B.U	janv-23	Blida		S	S	S	R	S	S	S	S	S	R
2	<i>Staphylococcus aureus</i>	F	37	E.C.B.U	janv-23	Blida		R	S	S	R	S	S	R	R	S	S
3	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	F	27	E.C.B.U	févr-23	Blida		R	R	S	S	S	S	R	R	S	S
4	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	F	50	E.C.B.U	janv-22	Blida		R	S	S	S	S	S	S	S	S	S
5	<i>Staphylococcus aureus</i>	F	21	E.C.B.U	janv-22	Blida		R	S	S	S	S	S	S	S	S	S
6	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	F	30	E.C.B.U	janv-22	Blida		R	S	S	S	S	S	S	S	S	S
7	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	F	21	E.C.B.U	janv-22	Blida		R	S	S	S	S	S	S	S	S	S
8	<i>Staphylococcus sp</i>	M	6 mois	E.C.B.U	janv-22	Blida		R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
9	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	F	24	E.C.B.U	févr-22	Blida		R	R	S	S	S	S	S	S	S	S
10	<i>Staphylococcus aureus</i>	F	21	E.C.B.U	févr-22	Blida		R	S	S	S	S	S	S	S	S	S
11	<i>Staphylococcus aureus</i>	F	34	E.C.B.U	févr-22	Blida		R	S	S	S	S	S	S	S	S	S
12	<i>Staphylococcus aureus</i>	F	2	Cuir chevelu	févr-22	Blida		R	S	S	S	S	S	S	S	S	S
13	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	F	6	E.C.B.U	mars-22	Blida		R	S	S	S	S	S	S	S	S	S
14	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	F	55	E.C.B.U	mars-22	Blida		S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
15	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	F	30	E.C.B.U	mars-22	Blida		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
16	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	F	25	E.C.B.U	mars-22	Blida		R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
17	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	F	50	E.C.B.U	mars-22	Blida		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
18	<i>Staphylococcus aureus</i>	M	37	Prév urétral	mars-22	Blida		R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
19	<i>Staphylococcus aureus</i>	F	32	E.C.B.U	avr-22	Blida		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
20	<i>Staphylococcus sp</i>	F	31	E.C.B.U	avr-22	Blida		R	S	S	R	S	S	R	S	S	S
21	<i>Staphylococcus aureus</i>	M	62	Prév urétral	avr-22	Blida		R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
22	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	F	28	E.C.B.U	mai-22	Blida		R	R	R	S	S	S	R	R	S	S
23	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	F	32	E.C.B.U	juin-22	Blida		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
24	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	M	16	E.C.B.U	juin-22	Blida		R	R	R	S	S	S	R	R	R	R
25	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	F	5	E.C.B.U	juil-22	Blida		R	S	S	S	S	S	R	S	S	/
26	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	M	1	E.C.B.U	août-22	Blida		R	R	S	R	S	S	I	S	S	S
27	<i>Staphylococcus aureus</i>	F	58	E.C.B du pus (genou)	août-22	Blida		R	S	S	I	S	S	S	S	S	R
28	<i>Staphylococcus aureus</i>	M	15	E.C.B.U	sept-22	Blida		R	S	S	S	S	S	S	S	S	S
29	<i>Staphylococcus aureus</i>	M	71	E.C.B.U	oct-22	Blida		R	R	S	I	R	S	I	S	R	S
30	<i>Staphylococcus aureus</i>	F	41	E.C.B.U	oct-22	Blida		R	S	S	I	S	S	S	S	S	S
31	<i>Staphylococcus aureus</i>	M	39	E.C.B du pus (bassin)	oct-22	Blida		R	S	S	I	S	S	S	S	S	S
32	<i>Staphylococcus aureus</i>	M	66	E.C.B du pus (pied diabétique)	oct-22	Blida		R	S	S	I	S	S	S	S	S	S
33	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	F	27	E.C.B.U	déc-22	Blida		R	R	S	I	S	S	R	S	S	S
34	<i>Staphylococcus aureus</i>	M	38	E.C.B oreille	déc-22	Blida		R	R	S	S	S	S	S	S	S	S
35																	
36																	
37																	
38																	
39																	
40																	

Figure 15 : Classeur Excel de genre Staphylococcus

### 3. Formation théorique et pratique sur la résistance aux antibiotiques

#### 3.1- Formation théorique

La formation théorique, portant sur la résistance aux antibiotiques et les méthodes d'interprétation des antibiogrammes, est une opportunité précieuse qui nous a permis d'acquérir des connaissances approfondies et ciblées. Les retombées de cette formation sont très bénéfiques, permettant de consolider et de renforcer notre savoir-faire sur la résistance aux antibiotiques et les méthodes d'interprétation des antibiogrammes. Ainsi, nous avons éclairé et arrêté les éléments nécessaires à la construction de notre base de données (Database). L'exposé, demandé par notre superviseur, relatif à la résistance des bacilles Gram-négatif (BGN) aux carbapénèmes, a été présenté en présence des praticiens du service ; il comporte principalement :

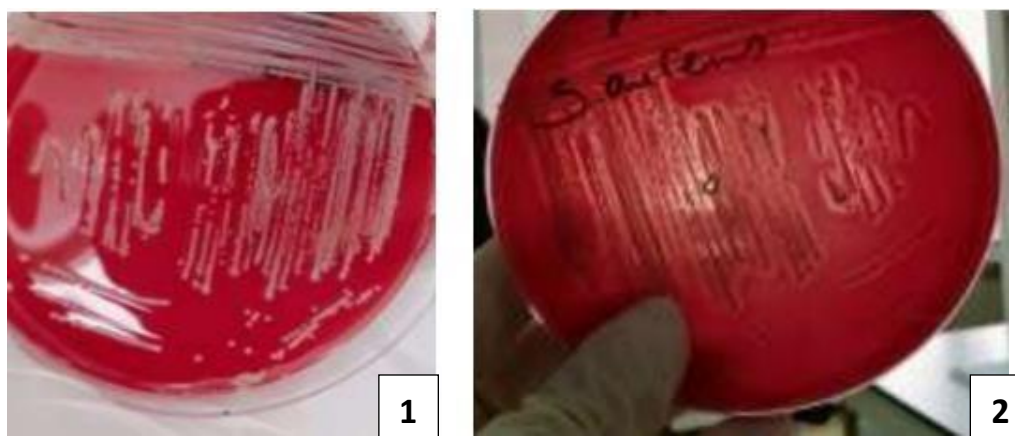
- Introduction : mis en évidence de l'importance croissante de la résistance aux carbapénèmes chez les BGN et ses implications pour le traitement des infections bactériennes.
- Généralités sur les carbapénèmes et les carbapénémases : des informations générales sur les carbapénèmes, antibiotiques utilisés en dernière ligne pour traiter les infections graves. Nous avons ensuite abordé les carbapénémases et les enzymes bactériens de leur dégradation, leur conférant la résistance.
- Classification des carbapénémases, portant sur les différentes classes de carbapénémases, y compris les carbapénémases de classe A, B, C et D.
- Techniques de détection des carbapénémases : Nous avons examiné les différentes techniques de détection des carbapénémases, en mettant l'accent sur les méthodes phénotypiques, automatisées, les méthodes moléculaires et les techniques de spectrométrie de masse.
- Conclusion : nous avons résumé les points clés abordés dans notre exposé, en soulignant l'importance d'une surveillance continue de la résistance des BGN aux carbapénèmes.

#### 3.2. Formation pratique

##### 3.2.1- Identification de la souche 12454

###### 3.2.1.1. Etude macroscopique

Description des colonies : Après développement sur le milieu de culture, les colonies sont jaunes de taille variable, circulaires, opaques, à bords réguliers, légèrement bombées (Figure 16.1). Elles sont entourées d'une hémolyse Beta (Figure 16.2).



**Figure 16 :** Colonies et culture de la souche 12454 sur milieu gélose au sang frais

### 3.2.1.2. Tests d'orientations

Les résultats obtenus sont exprimés dans le tableau ci-dessous :

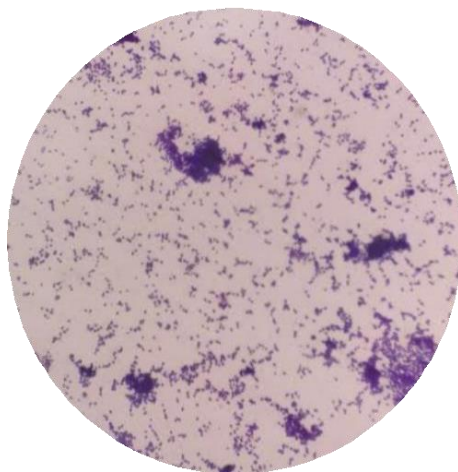
**Tableau 4 :** Les résultats des tests d'orientation

Souche 12454		
Test	Résultats	Interprétation
<b>Catalase</b>	Positif	Formation des bulles d'oxygène, cela indique que la bactérie produit de la catalase, une enzyme qui décompose l'eau oxygénée en oxygène et en eau.
<b>Oxydase</b>	Négatif	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Lors du test d'oxydase, aucun changement de couleur n'est observé sur la souche <i>S. aureus</i> après l'application du réactif d'oxydase. Cela indique l'absence d'activité oxydasique.</li> <li>– La souche témoin <i>Pseudomonas</i> ATCC 27853, la colonie est de couleur bleu foncé à violette</li> </ul>

### 3.2.1.3. Caractères microscopiques

Lors de l'observation à l'état frais, les cellules de la souche 12454, ne montrent pas de mouvement ou de flagelles. Les résultats des observations microscopiques montrent des cellules morphologiquement en cocci, se présentent en en chaînettes et sont de Gram + (**Figure 17**) :





**Figure 17 :** Test de coloration de Gram de la souche 12454 (G : ×100)

Les observations macroscopiques et microscopiques sont en parfaite cohérence avec les caractéristiques typiques des bactéries du genre *Staphylococcus*.

### 3.2.1.4. Caractérisation Biochimique

A la lecture des résultats, que ce soit des tests classiques (**Tableau 5**) ou ceux de la galerie API (**Figure 18**), nous avons noté, selon les profils observés, une bonne identification du genre *Staphylococcus aureus* (78.9% et de l'espèce *Staphylococcus simulans* (21.1 %).

**Tableau 5 :** Résultats de la galerie classique

Test	Résultats	Interprétation
<b>TSI</b>	Changement de couleur du marron rougeâtre au jaune : voie fermentaire	La bactérie fermente tous les sucres lac/ sac/ (+), glu (+)
<b>Mannitol-mobilite</b>	Positif : changement de couleur du rouge au jaune	La bactérie fermente le mannitol
<b>Bouillon nitrate</b>	Positif : virage rouge après ajout des réactifs NR1 et NR2	La bactérie réduit les nitrates (NO <sub>3</sub> -) en Nitrites (NO <sub>2</sub> -)
<b>Bouillon Clark et Lubs</b>	Positif : virage rouge rose après ajout des deux réactifs VP1 et VP2	La bactérie produit l'acétoine
<b>Coagulase</b>	Positif : formation d'un caillou	La bactérie possède l'enzyme coagulase

- **Galerie Api Staph :**

Les résultats sont montres dans la **Figure 18**

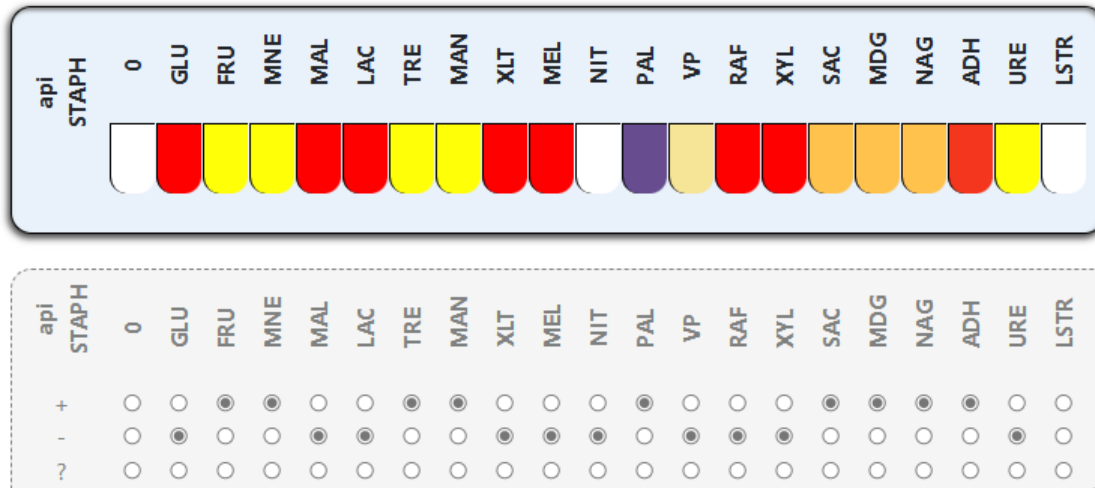


Figure 18 : Galerie API Staph

3.2.2. Antibiogramme de la souche 12454 :

Les résultats de l'antibiogramme de la souche de Staphylococcus aureus ont révélé des profils de sensibilité aux antibiotiques (Tableau 6). La souche bactérienne est sensible à plusieurs antibiotiques : méthicilline, cefoxitine, vancomycine et oxacilline. Donc, nous notons susceptibilité relative à certains antibiotiques de la classe des pénicillines et des céphalosporines de première génération. Cependant, il convient de noter que la souche était résistante à la penicilline et à l'acide fusidique.

Tableau 6 : Interprétation de test de sensibilité aux antibiotiques

Antibiotiques	Diamètre d'inhibition (mm)	Interprétation clinique
Pénicilline (P)	20	Résistant (R)
Ofloxacine (OFX)	30	Sensible (S)
Cefoxitine (FOX)	27	Sensible (S)
Amikacine (AK)	28	Sensible (S)
Gentamicine (GN)	30	Sensible (S)
Vancomycine (VA)	21	-
Tétracycline (TE)	31	Sensible (S)
Chloramphénicol (C)	32	Sensible (S)
Ciprofloxacine (CIP)	32	Sensible (S)
Levofloxacine (LEV)	34	Sensible (S)
Acide fusidique (FAD)	≤ 6	Résistant (R)
quinupristine dalfopristine (QDF)	28	Sensible (S)
Erythromycine (E)	32	Sensible (S)
Rifampicine (RD)	41	Sensible (S)
Triméthoprime + sulfaméthoxazole (SXT)	34	Sensible (S)
Clindamycine (CMN)	34	Sensible (S)

Nous tenons à souligner que nous n'avons pas pu obtenir les données sur la résistance aux antibiotiques de cet hôpital pour des raisons d'adhésion au réseau AARN. Conformément aux principes et aux politiques du réseau, la permission de tous les membres est requise pour partager les données. Nous avons pu bénéficier de leur expertise en matière d'étude et d'interprétation des antibiotiques. Ils nous ont généreusement transmis toutes les techniques nécessaires pour mener nos propres recherches dans ce domaine.

#### 4. Réalisation de la base de données

Dans cette étude, nous avons construit une base de données exhaustive sur la résistance aux antimicrobiens (AMR) en s'appuyant sur les résultats de **655 analyses** provenant de différentes sources. Cette base de données a recensé un total de **23 types de souches bactériennes**, chacune étant associée à une variété de caractéristiques et de susceptibilité aux antibiotiques. Nos résultats révèlent une abondance de données cruciales concernant les relations entre les souches bactériennes et leur sensibilité aux antibiotiques, totalisant **6163 relations** distinctes. Ces informations précieuses offrent une vue d'ensemble de l'évolution de la résistance aux antibiotiques des différentes souches bactériennes.

Avec les données recueillies, année 2022 et des deux premiers mois de 2023, notre base de données a fourni des statistiques significatives concernant les relations entre les souches bactériennes et leur sensibilité aux antibiotiques. Il s'agit de relations spécifiques entre les souches bactériennes et les antibiotiques, permettant de constater des variations significatives dans la sensibilité aux différents médicaments (**Figure 19**).

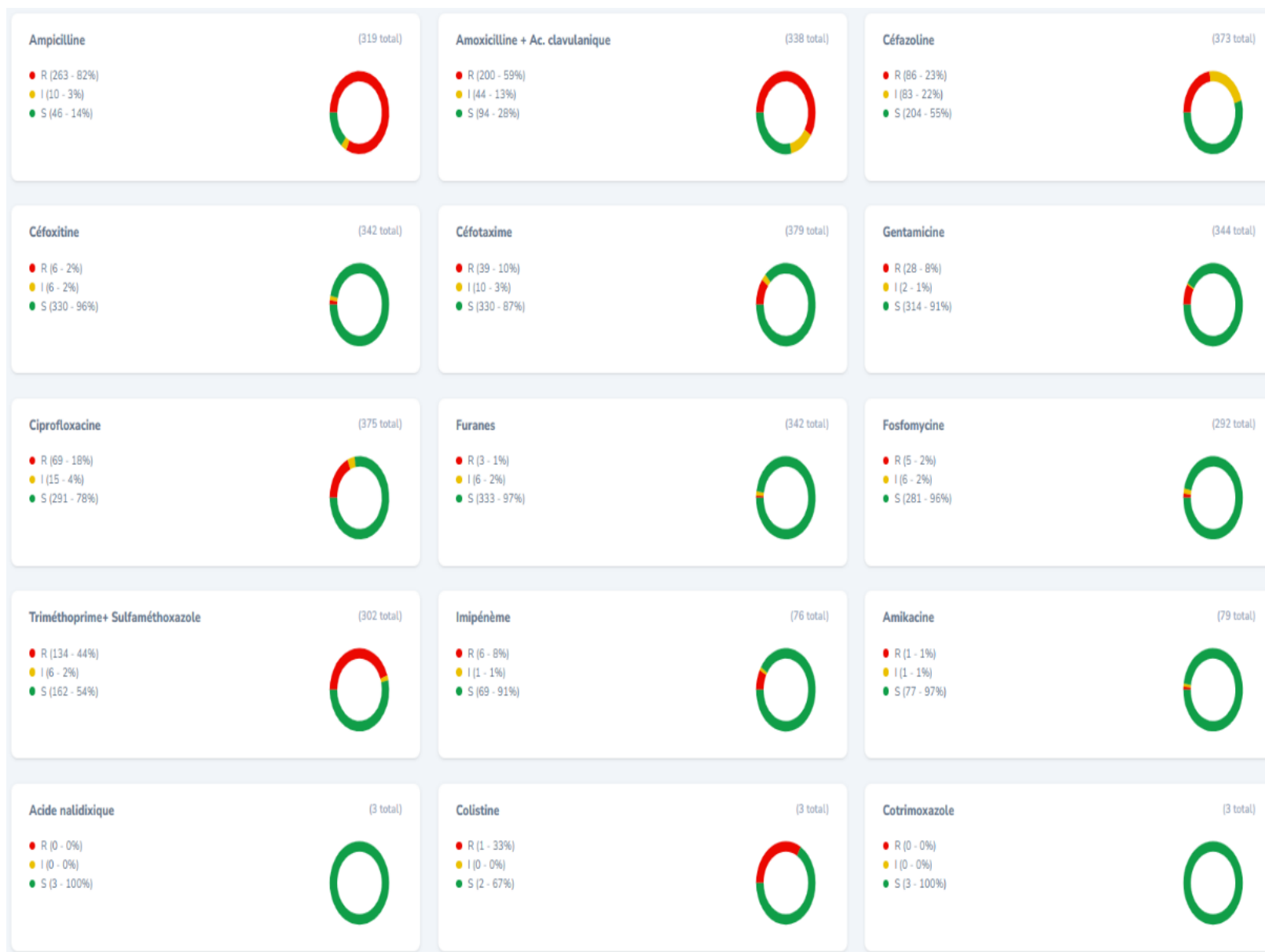


Figure 19 : Diagrammes relatifs a la résistance d'Escherichia coli

## 5. Analyse des Résultats des questionnaires

Les questionnaires élaborés, à l'aide de Google Forms, ont permis de recueillir les avis et les connaissances des professionnels de la santé sur la résistance aux antibiotiques. Ces résultats permettent l'évaluation et la perception de ce problème de santé publique, en explorant la pertinence de la plateforme de base de données.

Les résultats des questionnaires sont présentés sous forme des cercles relatifs, qui fournissent une visualisation claire des réponses des participants. Les résultats détaillés des questionnaires adressés aux médecins, aux pharmaciens, aux vétérinaires et aux responsables des laboratoires sont exprimées dans l'Annexe 6).

### 5.1. Questionnaire adressé aux médecins

Les résultats de notre questionnaire, mené auprès de 50 médecins, sur la résistance aux antibiotiques sont présentés sous forme de graphiques en pourcentage, afin d'obtenir une visualisation claire des opinions et des perceptions des participants.

Les résultats montrent que 42.6 % des médecins interrogés ont démontré qu'ils sont modérément familiarisés avec le problème de la résistance aux antibiotiques. Ils ont identifié les principaux facteurs contribuant à la résistance, tels que l'utilisation inappropriée des antibiotiques (75.5 %), la transmission de bactéries résistantes entre les patients (infections nosocomiales) a été exprimée par 2 % des médecins. Un des médecins a suggéré d'ajouter un autre facteur « utilisation chaotique des antibiotiques, mauvaise durée et dosage » (Figure 21).

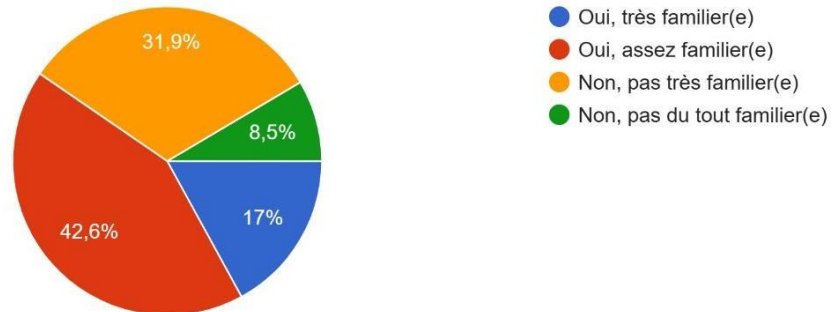
Par rapport à la question « Êtes-vous familiarisé(e) avec le problème de résistance aux antibiotiques ? » (Figures 20). Les résultats (8.3 %) révèlent une faible compréhension du problème de la résistance aux antibiotiques sur la santé humaine.

Tout d'abord, les médecins sont des acteurs clés dans la prévention et la lutte contre la résistance aux antibiotiques. Leur expertise et leur expérience directe dans la prescription et l'utilisation des antibiotiques en font des sources d'informations essentielles pour comprendre les défis et les enjeux liés à ce problème de santé publique. En recueillant les opinions des médecins sur la pertinence et la faisabilité d'une plateforme de base de données dédiée à la résistance aux antibiotiques, nous cherchions à obtenir un aperçu des besoins et des attentes des professionnels de la santé. Les médecins sont confrontés quotidiennement aux conséquences de la résistance aux antibiotiques, et leur point de vue est donc crucial pour orienter les efforts de prévention et de gestion de ce problème.

De plus, les médecins ont souvent une connaissance approfondie des réalités pratiques de leur environnement de travail, ce qui peut contribuer à identifier les défis potentiels et les opportunités liés à la mise en place d'une plateforme de base de données. Leurs opinions peuvent également aider à évaluer la faisabilité de tels projets et à identifier les facteurs clés à prendre en compte lors de la conception et de la mise en œuvre de la plateforme.

Êtes-vous familiarisé(e) avec le problème de résistance aux antibiotiques ?

47 réponses



**Figure 20 :** Diagramme relatif à la question ‘Êtes-vous familiarisé(e) avec le problème de résistance aux antibiotiques ?’

Quels sont les principaux facteurs qui contribuent à l'émergence de la résistance aux antibiotiques ?

49 réponses



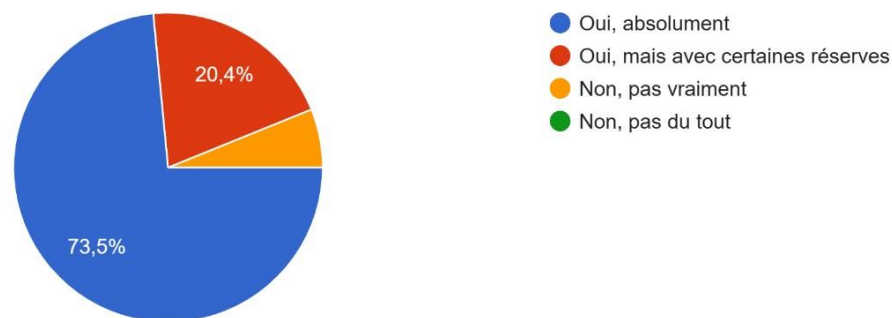
**Figure 21 :** Diagramme relatif à la question ‘Quels sont les principaux facteurs qui contribuent à l'émergence de la résistance aux antibiotiques ?’

Pour la question portant sur la pertinence de la création d'une plateforme de base de données dédiée à la résistance aux antibiotiques, les résultats ont montré que **73,5%** des médecins considèrent cette initiative comme extrêmement pertinente, tandis que **20,4 %** sont d'accord mais avec certaines réserves. Seulement **6,1%** des médecins ont exprimé une opinion contraire, en la trouvant peu pertinente.

La figure 22 montre les résultats de la question **‘Seriez-vous favorable à la création d'une plateforme sur la résistance aux antibiotiques pour partager les informations entre les professionnels de la santé ?’**

Seriez-vous favorable à la création d'une plateforme sur la résistance aux antibiotiques pour partager les informations entre les professionnels de la santé ?

49 réponses



**Figure 22 :** Diagramme relatif à la question **‘Seriez-vous favorable à la création d'une plateforme sur la résistance aux antibiotiques pour partager les informations entre les professionnels de la santé ?’**

## 5.2. Questionnaire adressé aux pharmaciens

Nous avons inclus dans notre questionnaire les pharmaciens, surtout que leur rôle est crucial dans la délivrance des antibiotiques et dans la gestion des médicaments. Ils sont des acteurs clés dans la prévention et la lutte contre la résistance aux antibiotiques. Les résultats, basés uniquement sur les réponses de 6 pharmaciens, restent comme information limitée. Malgré nos efforts pour envoyer le questionnaire à un plus grand nombre de pharmaciens, seuls 6 d'entre eux ont répondu. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette faible participation. Tout d'abord, les pharmaciens peuvent avoir été confrontés à des contraintes de temps ou à une charge de travail accrue, ce qui a limité leur disponibilité pour répondre au questionnaire. De plus, certains pharmaciens peuvent ne pas avoir perçu l'importance de leur participation ou ont tout simplement choisi de ne pas y prendre part pour des raisons personnelles ou professionnelles.

Malgré cette limitation, les réponses des 6 pharmaciens offrent, tout de même, des aperçus sur leurs connaissances et leurs pratiques concernant la résistance aux antibiotiques.

**83.3 %** des pharmaciens interrogés ont répondu qu'ils vendent occasionnellement les antibiotiques sans prescription médicale, tandis que **16.7 %** ont indiqué qu'ils le font régulièrement (Figure 23). Ces résultats révèlent une certaine préoccupation concernant la vente d'antibiotiques sans prescription médicale, car cela peut contribuer leur utilisation inappropriée et à l'émergence de la résistance.

En tant que pharmacien, vendez-vous des antibiotiques sans prescription médicale ?

6 réponses

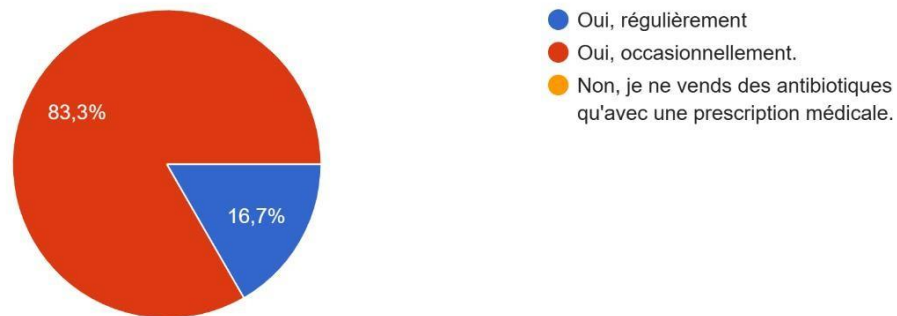


Figure 23 : Diagramme relatif à la question ‘**En tant que pharmacien, vendez-vous des antibiotiques sans prescription médicale ?**’

**50%** des pharmaciens ont exprimé leur intérêt pour l'utilisation d'une plateforme web, dédiée à la résistance aux antibiotiques, et son utilité. Donc, nous dénotons une reconnaissance relative de l'importance de disposer d'informations et de ressources spécifiques pour les aider dans leurs pratiques quotidiennes et de renforcer leurs connaissances sur la résistance aux antibiotiques (Figure 24). L'autre moitié, c'est-à-dire 3 sur 6 des pharmaciens a exprimé son intérêt pour l'utilisation d'une telle plateforme, mais ils sans idées quant à son utilisation.



Seriez-vous intéressé(e) par l'utilisation d'une plateforme web dédiée à la résistance aux antibiotiques, fournissant des informations et des ressources pour les professionnels de la santé ?

6 réponses



**Figure 24** : Diagramme relatif à la question ‘Seriez-vous intéressé(e) par l'utilisation d'une plateforme web dédiée à la résistance aux antibiotiques, fournissant des informations et des ressources pour les professionnels de la santé ?’

Les résultats ont fait ressortir trois suggestions supplémentaires. Les commentaires et suggestions reçus ont été variés et ont fourni des idées intéressantes pour améliorer la conception et les fonctionnalités de la plateforme. Les suggestions sont :

- Il faut préparer des cas cliniques (ancienne expérience) comme des exemples,
- Il faut aussi obliger les médecins de ne pas prescrire des antibiotiques sans faire un antibiogramme,
- La sensibilisation des gens doit se faire sur les réseaux sociaux et les chaînes de télévision aussi.

### 5.3. Questionnaire adressé aux responsables des laboratoires

Bien que nous ayons sollicité, à travers notre questionnaire, un grand nombre de responsables de laboratoires, seuls 7 d'entre eux ont répondu. Il est important de noter que la participation peut être influencée par divers facteurs, tels que la charge de travail, les contraintes de temps ou le manque de disponibilité des responsables des laboratoires, ou tout simplement par manque d'intérêt.

Les résultats de la question "**Comment les résultats des tests de sensibilité aux antibiotiques sont-ils interprétés dans votre laboratoire ?**", (Figure 25) nous ont permis de comprendre les pratiques d'interprétation des tests de sensibilité aux antibiotiques dans les laboratoires et d'évaluer la connaissance des responsables des laboratoires sur ce sujet crucial.

Tout d'abord, les responsables des laboratoires sont des acteurs clés dans la détection et la surveillance de la résistance aux antibiotiques. Leurs laboratoires effectuent des tests de sensibilité aux antibiotiques et recueillent des données sur les souches bactériennes résistantes. Leur expertise et leurs connaissances dans ce domaine en font des personnes bien placées pour

évaluer l'importance d'une plateforme de base de données dédiée à la résistance aux antibiotiques.

Deuxièmement, la création d'une plateforme de base de données est basée sur les résultats des laboratoires.

Les méthodes d'interprétation des tests de sensibilité aux antibiotiques varient parmi les laboratoires interrogés. Selon les réponses des participants, **85.7%** les critères définis par les recommandations internationales tandis que **14.3 %** des laboratoires ne sont pas impliqués dans l'interprétation des résultats (Figure 25).

Comment les résultats des tests de sensibilité aux antibiotiques sont-ils interprétés dans votre laboratoire ?

7 réponses



**Figure 25 :** Diagramme relatif à la question ‘Comment les résultats des tests de sensibilité aux antibiotiques sont-ils interprétés dans votre laboratoire ?’

La majorité des responsables des laboratoires (**71.4%**) est favorable pour la création d'une plateforme dédiée à la résistance aux antibiotiques pour partager des informations entre les professionnels de la santé (Figure 26). Ce résultat indique que ces professionnels reconnaissent l'importance de l'échange d'informations pour renforcer la surveillance et la lutte contre la résistance aux antibiotiques. Tandis que **28.6%** sont favorables à la création d'une telle base de données mais avec certaines réserves.

Seriez-vous favorable à la création d'une plateforme sur la résistance aux antibiotiques pour partager les informations entre les professionnels de la santé ?

7 réponses

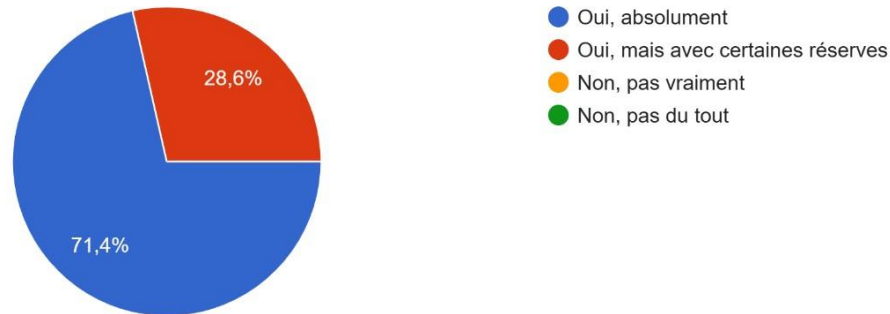


Figure 26 : Diagramme relatif à la question ‘Seriez-vous favorable à la création d'une plateforme sur la résistance aux antibiotiques pour partager les informations entre les professionnels de la santé ?’

#### 5.4.Questionnaire adressé aux vétérinaires

Les résultats illustrent les réponses de 12 vétérinaires ayant répondu à notre sollicitation. Ainsi, **50%** ont déclaré prescrire des antibiotiques pour les animaux de compagnie de manière fréquente, tandis que 25% ont indiqué le faire de manière occasionnelle. Enfin, **8,3%** ont déclaré prescrire des antibiotiques pour les animaux de compagnie rarement (Figure 27).

À quelle fréquence prescrivez-vous des antibiotiques pour les animaux de compagnie ?

12 réponses

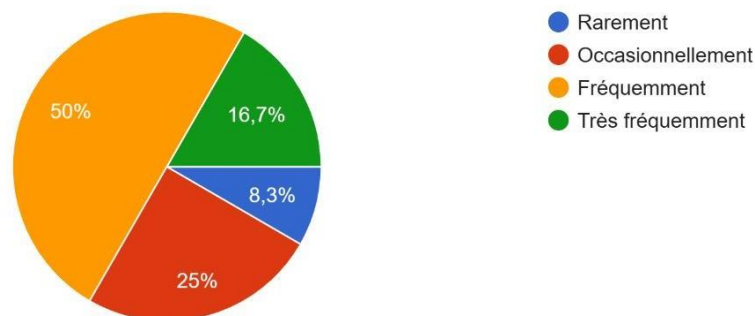


Figure (27) : Diagramme circulaire relatifs à la question ‘À quelle fréquence prescrivez-vous des antibiotiques pour les animaux de compagnie ?’

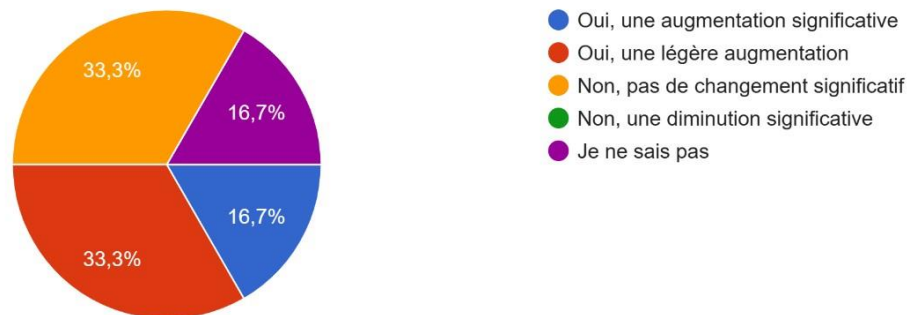
Parmi les vétérinaires interrogés (**Figure 28**), **16.7%** ont déclaré avoir observé une augmentation significative de la résistance aux antibiotiques chez les animaux de compagnie au cours des dernières années, tandis que **33.3%** ont signalé une légère augmentation. Enfin, **33.3%** ont indiqué ne pas avoir remarqué de changement significatif dans la résistance aux antibiotiques chez les animaux de compagnie.

**Figure 28** : Diagramme circulaire relatifs à la question ‘**Avez-vous observé une augmentation ou une diminution de la résistance aux antibiotiques chez les animaux de compagnie au cours des dernières années ?**’

Concernant l'intérêt des vétérinaires pour l'utilisation d'une base de données dédiée à la résistance aux antibiotiques chez les animaux, **66.7%** ont déclaré être très intéressés par

Avez-vous observé une augmentation ou une diminution de la résistance aux antibiotiques chez les animaux de compagnie au cours des dernières années ?

12 réponses



l'utilisation d'une telle plateforme, tandis que **16.7%** ont exprimé un intérêt modéré. Enfin, seulement **8.3%** ont indiqué ne pas être intéressés par cette initiative (**Figure 29**).

Dans quelle mesure seriez-vous intéressé(e) par l'utilisation d'une plateforme web dédiée à la résistance aux antibiotiques chez les animaux ?

12 réponses



**Figure 29 :** Diagramme circulaire relatifs à la question ‘**Dans quelle mesure seriez-vous intéressé(e) par l'utilisation d'une plateforme web dédiée à la résistance aux antibiotiques chez les animaux ?**’

Les vétérinaires jouent un rôle crucial dans la prescription et l'utilisation d'antibiotiques chez les animaux d'élevage et de compagnie. Comme pour la médecine humaine, la résistance aux antibiotiques est un problème majeur dans le domaine vétérinaire, et il est essentiel de comprendre leur connaissance de cette problématique ainsi que leurs pratiques en matière d'utilisation d'antibiotiques.

En interrogeant les vétérinaires, nous avons cherché à évaluer leur perception de la résistance aux antibiotiques chez les animaux, ainsi que leur compréhension des risques liés à l'utilisation excessive ou inappropriée d'antibiotiques dans le secteur vétérinaire.

### 5.6. Interprétation des réponses aux questionnaires

Les résultats des questionnaires menés auprès des professionnels de santé, tels que les médecins, les pharmaciens, les responsables des laboratoires et les vétérinaires, ont révélé des observations importantes quant à leur familiarité avec la résistance aux antibiotiques et leur attitude vis-à-vis d'une plateforme de base de données dédiée à ce problème.

Premièrement, il est apparu que certains professionnels de santé ont admis ne pas être complètement familiers avec le concept de résistance aux antibiotiques. Cela soulève une préoccupation quant à la nécessité de renforcer la formation continue et la sensibilisation sur ce sujet crucial. Il est essentiel que les professionnels de santé soient bien informés sur les mécanismes de résistance aux antibiotiques, les risques associés et les meilleures pratiques pour lutter contre ce phénomène.

Cependant, malgré certaines lacunes en termes de familiarité avec la résistance aux antibiotiques, une proportion significative de professionnels de santé s'est montrée favorable à la création d'une base de données dédiée à ce problème. Cette réaction positive indique qu'ils reconnaissent l'importance d'un accès centralisé à des informations et des ressources spécifiques sur la résistance aux antibiotiques.

Une base de données dédiée pourrait permettre aux professionnels de santé de consulter rapidement des données actualisées sur les tendances de résistance, les recommandations de traitement, ainsi que des études scientifiques pertinentes. Cela pourrait également faciliter le partage de bonnes pratiques et d'expériences entre les différentes branches de la santé, favorisant ainsi une approche collaborative pour lutter contre la résistance aux antibiotiques.

En conclusion, les résultats des questionnaires révèlent une diversité de connaissances parmi les professionnels de santé en ce qui concerne la résistance aux antibiotiques. Cependant, une proportion importante d'entre eux est favorable à l'idée d'une plateforme de base de données dédiée à ce problème. Il est essentiel de saisir cette opportunité pour renforcer la formation et la sensibilisation sur la résistance aux antibiotiques et développer une plateforme collaborative et accessible pour lutter efficacement contre ce défi mondial de santé publique. En améliorant les connaissances et la coordination entre les professionnels de santé, nous pourrions mieux préserver l'efficacité des antibiotiques et garantir des soins de qualité pour les patients humains et animaux.

# **CONCLUSION**

La résistance aux antimicrobiens (AMR) est un défi critique et mondial qui menace la santé publique, les soins de santé et l'agriculture. Au fil des décennies, l'utilisation abusive et inappropriée des antibiotiques a favorisé l'émergence de souches bactériennes résistantes, compromettant ainsi l'efficacité de ces médicaments vitaux.

Avant d'entamer l'étude proprement dite, les formations théorique et pratique réalisées au sein de l'entité hospitalière, nous ont permis de pratiquer en milieu professionnel et de renforcer nos connaissances académiques universitaires.

Les résultats obtenus à partir des laboratoires d'analyses médicales, de l'année de 2022 et les deux premiers mois de l'année 2023, sont judicieux et servent comme pierre angulaire pour notre base de données. Au total, nous avons rassemblé et analysé **655 enregistrements de données**, comprenant **23 types de souches bactériennes** différentes et **6163 relations détaillées entre les antibiotiques et les bactéries**. Ces données fournissent un aperçu approfondi de l'évolution de la résistance aux antimicrobiens et offrent des informations cruciales pour la surveillance et la gestion de cette problématique d'envergure mondiale.

Après la création de la base de données, nous avons introduit une méthode plus facile et efficace pour la collecte et la centralisation des informations. En développant une fenêtre spéciale dédiée aux laboratoires, pour faciliter la gestion des résultats des patients en revanche nous obtenons les données de manière anonyme.

Par le biais de cette étude, notre objectif est de contribuer activement à la recherche de méthodes visant à minimiser et réduire la résistance aux antibiotiques. Il s'agit d'une situation gravissime qui exige une prise de conscience collective et responsable, pour proposer des actions concrètes. Il est essentiel de mettre en œuvre des politiques de santé publique efficaces dans la gestion de l'usage des antibiotiques. Donc l'apport des concernés par ce secteur est sans doute une pierre angulaire dans la réussite de toute démarche dans ce domaine.

Notre approche de création d'une base de données en fournissant une fenêtre spéciale aux laboratoires permettra de faciliter la collecte de données avec préservation de la confidentialité des patients et en respectant les principes de l'éthique médicale de protection de la vie privée. Cette méthodologie offre de nombreux avantages, allant de la simplification de la gestion des résultats à la promotion d'une surveillance plus complète de la résistance aux antimicrobiens. En intégrant la protection des données et la confidentialité des patients, notre travail contribue à la fois à la surveillance de l'émergence de l'AMR.

Notre travail a consisté à collecter méticuleusement des données provenant de laboratoires d'analyses médicales, qui ont été utilisées pour la conception de notre base de données. Nous avons ensuite conçu et mis en place une plateforme, en utilisant une architecture basée sur Laravel, LaravelNova, Vue.js, MySQL et PostgreSQL.

Cette recherche offre de nombreuses possibilités d'approfondir nos connaissances sur l'AMR, d'améliorer la prise de décision clinique et de promouvoir des stratégies de prévention efficaces. En continuant à développer et à exploiter cette base de données, nous avons la



possibilité de faire progresser la recherche et la lutte contre la résistance aux antimicrobiens. Il serait ainsi envisageable de :

- Renforcer la collaboration avec d'autres institutions tels que les entités de recherche, les organismes de santé publique et laboratoires d'analyses médicales. Une coopération étroite permettrait d'accroître la taille de la base de données et d'améliorer la représentativité des données collectées, renforçant ainsi la pertinence et l'impact des résultats obtenus.
- Mettre en œuvre des analyses épidémiologiques approfondies sur les données pourrait permettre de mieux comprendre les schémas de propagation de l'AMR, d'identifier les facteurs de risque associés et de mettre en évidence les clés de prévention et de contrôle de cette menace, ainsi que, de signaler les zones avec un taux élevé de résistance.
- Intégrer des données de résistance chez les animaux et l'environnement offrirait une vision holistique des facteurs contribuant à la résistance aux antibiotiques et aiderait à élaborer des stratégies intégrées de prévention et de gestion de l'AMR.
- Développer des outils de prise de décision en temps réel par l'utilisation de technologies de pointe, telles que l'intelligence artificielle (IA) et l'apprentissage automatique, pour aider les cliniciens à choisir les antibiotiques les plus appropriés en fonction des données de sensibilité des souches bactériennes, disponibles dans la base de données.
- Sensibilisation et formation continue des professionnels de la santé et le grand public sur l'AMR.
- Partage et accessibilité des données de la base de données avec la communauté scientifique, les chercheurs et les institutions de santé publique.

RÉFÉRENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES

- Abraham EP, et Chain E. An enzyme from bacteria able to destroy penicillin. *Nature*. 1940.
- Allegranzi, B., & Pittet, D. (2009). Role of hand hygiene in healthcare-associated infection prevention. *Journal of Hospital Infection*, 73(4), 305-315.
- ANSM. (Juin 2012). Dix ans d'évolutions de la consommation des antibiotiques en France. [En ligne]. Disponible sur [http://ansm.sante.fr/var/ansm\\_site/storage/original/application/80021cd6bb92b94c16a3db89088fd4f0.pdf](http://ansm.sante.fr/var/ansm_site/storage/original/application/80021cd6bb92b94c16a3db89088fd4f0.pdf) (Consulté le 6/06/2023)
- Arango-Argoty, Gustavo, et al. "DeepARG: A Deep Learning Approach for Predicting Antibiotic Resistance Genes from Metagenomic Data." *Microbiome*, vol. 6, no. 1, 1 Feb. 2018, <https://doi.org/10.1186/s40168-018-0401-z>. Accessed 17 Apr. 2020.
- Arias, C., et al. "Genetic Basis for in Vivo Daptomycin Resistance in Enterococci." *New England Journal of Medicine*, vol. 365, no. 10, 8 Sept. 2011, pp. 892–900, <https://doi.org/10.1056/nejmoa1011138>. Accessed 27 Nov. 2021.
- Aswani, and Shukla. "An Early History of Phage Therapy in the United States: Is It Time to Reconsider?" *Clinical Medicine & Research*, vol. 19, no. 2, June 2021, pp. 82–89, <https://doi.org/10.3121/cmr.2021.1605>. Accessed 13 Dec. 2021.
- Bauer, A.W. et al. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *American Journal of Clinical Pathology*, 45(4), 493-496.
- Bell JA et al., 2015. Un nouveau protocole de PCR en temps réel pour la détection des hémosporeidies aviaires. *Vecteurs de parasites* ; 8 : 383. doi : 10.1186/s13071-015-0993-0.
- Bosch, F. and Rosich, L., 2008. "The contributions of Paul Ehrlich to pharmacology: a tribute on the occasion of the centenary of his Nobel Prize." *Pharmacology*, vol. 82, pp. 171-179.
- Boucher, H. W., et al. (2009). Bad bugs, no drugs: no ESKAPE! An update from the Infectious Diseases Society of America. *Clinical Infectious Diseases*, 48(1), 1-12.
- Bryskier A. 1999. Antibiotiques. Agent antibactériens et antifongiques. *Ellipses* ; Paris.p:54- 436-445.
- Bush K et al., 1995. A functional classification scheme for beta-lactamases and its correlation with molecular structure. *Antimicrob Agents Chemother*.
- Bush, K., & Jacoby, G. A. (2010). Updated functional classification of  $\beta$ -lactamases. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 54(3), 969-976.
- Bush, Larry M, and Maria T Vazquez-Pertejo. "Infections Par Escherichia Coli." *Édition Professionnelle Du Manuel MSD, Manuels MSD*, Apr. 2022, [www.msdmanuals.com/fr/professional/maladies-infectieuses/bacilles-gram-n%C3%A9gatifs/infections-par-escherichia-coli](http://www.msdmanuals.com/fr/professional/maladies-infectieuses/bacilles-gram-n%C3%A9gatifs/infections-par-escherichia-coli). Accessed 20 July 2023.
- Carattoli, A. (2013). Plasmids and the spread of resistance. *International Journal of Medical Microbiology*, 303(6-7), 298-304.
- CDC : Centers for Disease Control and Prevention (États-Unis). Menaces de résistance aux antibiotiques aux États-Unis ; Centres de Contrôle des Maladies and prevention (Etats Unis) : Atlanta, Ga, Etats Unis, 2019.
- Claiborne, A. (1985). Catalase activity. In: Greenwald RA (ed.) *CRC Handbook of methods for oxygen radical research*. CRC Press, Boca Raton, pp 283-284.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). (2018). *Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically*. CLSI standard M07, 11th ed.

- Clokie, et al. "Phages in Nature." *Bacteriophage*, vol. 1, no. 1, Jan. 2011, pp. 31–45, <https://doi.org/10.4161/bact.1.1.14942>.
- CLSI document M100 - Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. Clinical and Laboratory Standards Institute. 31st edition, 2021. Disponible sur : <https://clsi.org/standards/products/microbiology/documents/m100/>
- Conly, JM., and BL. Johnston. "Where Are All the New Antibiotics? The New Antibiotic Paradox." *PubMed*, Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology 16(3):159-60, June 2005, doi:10.1155/2005/892058. Accessed 6 Mar. 2023.
- Davies, J., & Davies, D. (2010). Origins and evolution of antibiotic resistance. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 74(3), 417-433.
- Davies, Julien, and Dorothy Davies. "Origins and Evolution of Antibiotic Resistance." *PubMed Central*, *Microbiol Mol Biol Rev.* 2010 Sep; 74(3): 417–433. , Sept. 2010, doi: 10.1128/MMBR.00016-10. Accessed 3 June 2023.
- Davies, T. A., & Davies, D. (2010). Origins and evolution of antibiotic resistance. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 74(3), 417-433.
- Demoré, B., et al. "Généralités Sur Les Antibiotiques Par Voie Systémique et Principes D'utilisation." *Pharmacie clinique et thérapeutique*, 9 June 2018.
- Epaulard, O., & Brion, J.-P. (2009). *Phénicolés (chloramphénicol et thiamphénicol)*. *EMC - Traité de Médecine AKOS*, 4(4), 1–6. doi:10.1016/s1634-6939(09)45855-1
- EUCAST guidelines for detection of resistance mechanisms and specific resistances of clinical and/or epidemiological importance. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Version 2.0, 2021. Disponible sur : [https://eucast.org/fileadmin/src/media/PDFs/EUCAST\\_files/Resistance\\_mechanisms/EUCAST\\_detection\\_of\\_resistance\\_mechanisms\\_v2.0\\_2021.pdf](https://eucast.org/fileadmin/src/media/PDFs/EUCAST_files/Resistance_mechanisms/EUCAST_detection_of_resistance_mechanisms_v2.0_2021.pdf)
- European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST). EUCAST guidelines for detection of resistance mechanisms and specific resistances of clinical and/or epidemiological importance. Disponible sur : <http://www.eucast.org>.
- Fasoulakis, G., 2016. A review of the occurrence, the fate and the effects of the antibiotics in the environment department of chemistry. Heraklion: School of Science and Engineering University of Crete.
- Fleming A. On the Antibacterial Action of Cultures of a Penicillium, with Special Reference to their Use in the Isolation of B. influenzae. *Br J Exp Pathol.* 1929 Jun;10(3):226–36. PMID: PMC2048009.
- Flemming, H. C., Wingender, J., Szewzyk, U., Steinberg, P., Rice, S. A., & Kjelleberg, S. (2016). Biofilms: an emergent form of bacterial life. *Nature Reviews Microbiology*, 14(9), 563-575.
- Forbes, B.A., Sahm, D.F., Weissfeld, A.S. (Eds.). (2007). *Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology*. Mosby.
- Forslund K et al. (2013). Country-specific antibiotic use practices impact the human gut resistome. *Genome Research*, 23(7), 1163-1169. doi: 10.1101/gr.155465.113
- Freeman WM et al., RT-PCR quantitative : pièges et potentiel. *Biotechniques.* 1999 ; 26 :112–125. doi : 10.2144/99261rv01.
- Gheyas AA et Burt, 2013. Microarray Resources for Genetic and Genomic Studies in Chicken: A Review. *Genèse.* 2013 ; 51 : 337–356. doi : 10.1002/dvg.22387.

- Gómez-Gómez et al., 2019. Emballage de particules de phages infectieux Gènes de résistance aux antibiotiques trouvés dans les produits carnés et excréments de poulet. *Sci. Rép.*; 9 :13281. doi : 10.1038/s41598-019-49898-0
- Gram, H. C. (1884). Über die isolierte Färbung der Schizomyceten in Schnitt- und Trockenpräparaten. *Fortschritte der Medizin*, 2, 185-189.
- Guilfoile P.G., Antibiotic-resistant bacteria. Chelsea house, (2007).
- Gupta S.K. et al. (2014) "ARG-ANNOT, a new bioinformatic tool to discover antibiotic resistance genes in bacterial genomes." *Antimicrob. Agents Chemother.* 58(1):212-20.
- <https://www.elmoudjahid.dz/fr/economie/chiffre-du-jour-1-500-signalements-200444>
- Hung J.-H et Weng Z. Analyse des données de profilage d'expression de microréseau et d'ARN-Seq. *Cold Spring Harb. Protocole* 2017 doi : 10.1101/pdb.top093104.
- Hutchings M., Trumon A ans Wilkinson B., 2019 – Antibiotics: past, present and future. *Current opinion in Microbiology*, Vol: 51:72 – 80.
- IHME. "VizHub - MICROBE." *Institute for Health Metrics and Evaluation*, [vizhub.healthdata.org/microbe/?settings=eyxljoiYW1yIiwil6m1hcClsljMiOiJhbXliLCI0ljoyMiwilNSI6MywiNil6MSwiNyl6MSwiOCi6MTM5LCI5IjoxLCIxMil6MSwiMTMiOjcsIjE0IjoxLCIxNSI6MSwiMTYiOjEsljE3IjoxLCIxOCi6MjAxOSwiMTkiOmZhbHNlClYmCI6dHJlZSwiMjliOjF9](https://vizhub.healthdata.org/microbe/?settings=eyxljoiYW1yIiwil6m1hcClsljMiOiJhbXliLCI0ljoyMiwilNSI6MywiNil6MSwiNyl6MSwiOCi6MTM5LCI5IjoxLCIxMil6MSwiMTMiOjcsIjE0IjoxLCIxNSI6MSwiMTYiOjEsljE3IjoxLCIxOCi6MjAxOSwiMTkiOmZhbHNlClYmCI6dHJlZSwiMjliOjF9). Accessed 1 July 2023.
- Jia, Baofeng, et al. "CARD 2017: Expansion and Model-Centric Curation of the Comprehensive Antibiotic Resistance Database." *Nucleic Acids Research*, vol. 45, no. D1, 2017, pp. D566–D573, [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27789705](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27789705), <https://doi.org/10.1093/nar/gkw1004>.
- Jin D.J et Gross C.A., 1988. Mapping and Sequencing of mutations in the Escherichia coli rpoB gene that leads to rifampicin resistance. *J. Mol. Biol.* 202: 45- 58.
- Jorgensen, James H., and M. Ferraro. "Antimicrobial Susceptibility Testing: A Review of General Principles and Contemporary Practices." *Clinical Infectious Diseases*, vol. 49, no. 11, Dec. 2009, pp. 1749–1755, <https://doi.org/10.1086/647952>.
- Julie. B. (2014). Utilisation raisonnées des antibiotiques en élevage porcin, démarche d'accompagnement
- Koneman EW, Allen SD, Janda WM, Schreckenberger PC, Winn WC. *Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology*. 6th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
- Kovacs, N. (1956). Identification of Pseudomonas pyocyanea by the oxidase reaction. *Nature*, 178(4535), 703. doi: 10.1038/178703a0.
- Lakin, Steven M., et al. "MEGARes: An Antimicrobial Resistance Database for High Throughput Sequencing." *Nucleic Acids Research*, vol. 45, no. D1, 28 Nov. 2016, pp. D574–D580, <https://doi.org/10.1093/nar/gkw1009>.
- Lam, Margaret M. C., et al. "Genetic Diversity, Mobilisation and Spread of the Yersiniabactin-Encoding Mobile Element ICEKp in Klebsiella Pneumoniae Populations." *Microbial Genomics*, vol. 4, no. 9, 1 Sept. 2018, <https://doi.org/10.1099/mgen.0.000196>. Accessed 30 Mar. 2019.
- Laxminarayan, R. et al. (2013). Antibiotic resistance-the need for global solutions. *The Lancet Infectious Diseases*, 13(12), 1057-1098.
- Li, X. Z., Mehrotra, M., Ghimire, S., & Adewoye, L. (2007).  $\beta$ -Lactam resistance and  $\beta$ -lactamases in bacteria of animal origin. *Veterinary Microbiology*, 121(3-4), 197-214.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., & Parker, J. (2009). *Brock Biology of Microorganisms* (12th ed.). Pearson.

- Maehly, A. C., & Chance, B. (1954). The assay of catalases and peroxidases. *Methods in biochemistry*, 1, 357-424. doi: 10.1016/S0076-6879(54)01016-6.
- Mangin L., 2016.. Antibiotiques et résistances : enquête sur les connaissances et les comportements du grand public. *Sciences pharmaceutiques*. hal-01734015meropenem in patients with liver disease. *Clinical Infectious Diseases*, Suppl 2, S184- 190.
- Martinez, J. L. (2008). Antibiotics and antibiotic resistance genes in natural environments. *Science*, 321(5887), 365-367.)
- Masson, Elsevier. “Dérivés Nitrés.” *EM-Consulte*, 24 Jan. 2014, [www.em-consulte.com/article/866434/derives-nitres#:~:text=Les%20d%C3%A9riv%C3%A9s%20nitr%C3%A9s%20sont%20des](http://www.em-consulte.com/article/866434/derives-nitres#:~:text=Les%20d%C3%A9riv%C3%A9s%20nitr%C3%A9s%20sont%20des). Accessed 2 June 2023.
- Meskine, A., and Benabdelkader L. *Etude de La Résistance et La Multirésistance Aux Antibiotique de Souches Isolées Du Milieu Hospitalier* . 21 June 2016, p. 74.
- Murray, juge en chef et al., Fardeau mondial de la résistance bactérienne aux antimicrobiens en 2019 : une analyse systématique. *Lancette* 2022, 399, 629–655.
- Murray, P. R., Rosenthal, K. S., & Pfaller, M. A. (2015). *Medical Microbiology* (8th ed.). Elsevier.
- Mustazzolu A. et al., A rapid unraveling of the activity and antibiotic susceptibility of mycobacteria. *Antimicrob. Agents Chemother.* 63, e02194–18 (2019).
- Nikaido, H. (2009). Multidrug resistance in bacteria. *Annual Review of Biochemistry*, 78, 119-146.
- Nikaido, H. 2003. Molecular basis of bacterial outer membrane permeability revisited. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 67:593 - 656.
- O'Neill, J. (2016). Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations. The Review on Antimicrobial Resistance. Disponible sur: [https://amr-review.org/sites/default/files/160525\\_Final%20paper\\_with%20cover.pdf](https://amr-review.org/sites/default/files/160525_Final%20paper_with%20cover.pdf)
- O'Neill, J. Revue sur la résistance aux antimicrobiens. Dans la lutte contre les infections résistantes aux médicaments à l'échelle mondiale : rapport final et recommandations ; Gouvernement du Royaume-Uni : Londres, Royaume-Uni, 2016 ; p. 1–84.
- Palleroni, N. J. (1984). Pseudomonadaceae. In: Krieg, N.R., Holt, J.G. (Eds.), *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, vol. 1. Williams & Wilkins, Baltimore, MD, pp. 141-199.
- Par Ian Chung. “L'évolution et La Dynamique Des Connaissances Médicales.” *Elsevier Connect*, 15 Apr. 2021, [www.elsevier.com/fr-fr/connect/e-sante/levolution-et-la-dynamique-des-connaissances-medicales](http://www.elsevier.com/fr-fr/connect/e-sante/levolution-et-la-dynamique-des-connaissances-medicales).
- Pitout JDD, Laupland KB. Extended-spectrum  $\beta$ -lactamase-producing Enterobacteriaceae: an emerging public-health concern. *Lancet Infect Dis.* 2008;8(3):159-166. doi:10.1016/S1473-3099(08)70041-0.
- Ploy M.-C, Gassama A., Chainier D. and Denis F., 2005. Integrons : an antibiotic resistance gene capture system, *Rev.Immuno-analyse & Biologie spécialisée* P. (20) :343-352.
- REPORTERS. “Selon Une Étude Américaine : La Consommation Des Antibiotiques Explode En Algérie - REPORTERS ALGERIE.” *REPORTERS ALGERIE*, 9 Apr. 2018, [www.reporters.dz/selon-une-etude-americaine-la-consommation-des-antibiotiques-explode-en-algerie/#:~:text=En%20chiffres%2C%20le%20rapport%20indique](http://www.reporters.dz/selon-une-etude-americaine-la-consommation-des-antibiotiques-explode-en-algerie/#:~:text=En%20chiffres%2C%20le%20rapport%20indique). Accessed 1 July 2023.
- Rice Louis B., 2012. « Genetique de la resistance », in Patrice Courvalin et Roland Leclercq, *Antibiogramme*, Paris : ed ESKA, 792.

- Roca, I., et al. (2015). The global threat of antimicrobial resistance: science for intervention. *New Microbes and New Infections*, 6, 22-29.
- Rodrigues PA et al., 2018. Application d'outils moléculaires pour élucider le microbiote des fruits de mer. *J. Appl. Microbiol.* ; 124 :1347–1365. doi : 10.1111/jam.13701.
- Rohde, A., et al. "Overview of Validated Alternative Methods for the Detection of Foodborne Bacterial Pathogens." *Trends in Food Science & Technology*, vol. 62, 1 Apr. 2017, pp. 113–118, [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224416302990?via%3Dihub](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224416302990?via%3Dihub), <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.02.006>. Accessed 18 Mar. 2023.
- Rouveix B., 1990. Médicaments en pathologie infectieuse MASSO N. Paris, P42-43.
- Sahli A. Mécanismes moléculaires de la bactéricidie : chloramphénicol. In: Courvalin P, Drugeon H, Flandrois JP, Goldstein F, editors. Bactéricidie. Aspect théoriques et pratique. Paris: Maloine; 1990. p. 73-6.
- Santé Maghreb . "Santé Maghreb - Revue de Presse." *Www.santemaghreb.com*, 5 Mar. 2006, [www.santemaghreb.com/actus.asp?id=256](http://www.santemaghreb.com/actus.asp?id=256). Accessed 1 July 2023.
- Sharma, Reeru. "Kirby Bauer Disc Diffusion Method for Antibiotic Susceptibility Testing." *Microbe Notes*, 18 May 2021, [microbenotes.com/kirby-bauer-disc-diffusion/](http://microbenotes.com/kirby-bauer-disc-diffusion/).
- Singer, Andrew C., et al. "Review of Antimicrobial Resistance in the Environment and Its Relevance to Environmental Regulators." *Frontiers in Microbiology*, vol. 7, 1 Nov. 2016, [www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5088501/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5088501/), <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01728>.
- Soussy, Claude-james. "Base de La Categorisation Clinique." *ANTIBIOGRAMME*, by Patrice Courvalin and Roland LECLERQ, Paris, Edition ESKA, 2012, p. 792.
- Spellberg B, Bartlett JG, Gilbert DN. The future of antibiotics and resistance: a tribute to a career of leadership by John Bartlett. *Clin Infect Dis*. 2014;59(Suppl 2):S71-S75. doi:10.1093/cid/ciu360.
- Spratt B.G., 1994. Resistance to antibiotics mediated by target alterations. *Science* 264: 388 - 393.
- Tacconelli, E., et al. (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.
- Thacker S et Berkelman R., 1988. Public health surveillance in the United States. *Epidemiol. Rev.* 10:164-190.
- Ungureanu V. "[Macrolides, Lincosamides, Streptogramins (MLS): Mechanisms of Action and Resistance]." *Bacteriologia, Virusologia, Parazitologia, Epidemiologia (Bucharest, Romania : 1990)*, vol. 55, no. 2, 2016, [pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21553477/](http://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21553477/). Accessed 2 June 2023.
- Van Boeckel, T. P., et al. (2015). Global trends in antimicrobial use in food animals.)
- Veyssiere A. La résistance aux antibiotiques des bactéries les plus communément rencontrées dans les infections communautaires état des lieux en 2019. *Sciences du Vivant [q-bio]*. 2019. [ffdumas02432394f](https://doi.org/10.1016/j.sdv.2019.02.001)
- Villalba, Maria I, et al. *Simple Optical Nanomotion Method for Single-Bacterium Viability and Antibiotic Response Testing*. Vol. 120, no. 18, 24 Apr. 2023, <https://doi.org/10.1073/pnas.2221284120>. Accessed 21 June 2023.
- Vogt D et al., 2014. Présence et caractéristiques génétiques d'Escherichia Coli résistant aux céphalosporines de troisième génération dans la viande vendue au détail en Suisse. *Microb. Résistance aux médicaments*. 2014 ; 20 : 485–494. doi : 10.1089/mdr.2013.0210.
- Vuillemin P., 1890. Antibiose et symbiose, Association française pour l'avancement des sciences, compte rendu de la 18e session, seconde partie, Notes et mémoires, vol. 11, p. 525 543.

- Walsh C. Antibiotics: Actions, Origins, Resistance. ASM Press. 2003.
- Wang Y et Salazar, 2016. Méthodes de détection rapide indépendantes de la culture des agents pathogènes bactériens et des toxines dans les matrices alimentaires : détection des agents pathogènes dans les matrices alimentaires. Compr. Rev Food Sci. Sécurité alimentaire. 15 : 183–205. doi : 10.1111/1541-4337.12175.
- WHO AWaRe, 2019. Classification of antibiotics for evaluation and monitoring of use. Geneva: World Health Organization; 2019. (WHO/EMP/IAU/2019.11). Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Yala, D., et al. *CLASSIFICATION et MODE D’ACTION DES ANTIBIOTIQUES*. Médecine du Maghreb 2001 n°91, 2001.
- Yala, D., et al. *RESISTANCE BACTERIENNE AUX ANTIBIOTIQUES*. Médecine du Maghreb 2001 n°91, 2001. Accessed 6 Apr. 2023. Yala, D., et al. *CLASSIFICATION et MODE D’ACTION DES ANTIBIOTIQUES*. Médecine du Maghreb 2001 n°91, 2001.
- Zankari, E., et al. “Identification of Acquired Antimicrobial Resistance Genes.” *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, vol. 67, no. 11, 10 July 2012, pp. 2640–2644, <https://doi.org/10.1093/jac/dks261>.



# ANNEXES

## ANNEXES 1 : COMPOSITION DES MILIEUX DE CULTURE

Milieux	Composition	Utilisation
<b><u>Gélose au sang frais:</u></b>	-Infusion de coeur et de muscle 375g -Bothicone 10g -Chlorure de sodium 5g -Gélose 15g <p style="text-align: center;"><b>PH=7.4</b></p>	Isolement des germes exigeant.
<b><u>Milieu Muller-Hinton:</u></b>	-infusion de viande de bœuf : 300,0 ml -peptone de caséine : 17,5 g -amidon de maïs : 1,5 g -agar : 17,0 g <p style="text-align: center;"><b>PH = 7,4</b></p>	Pour le diagnostic clinique et isoler et maintenir les espèces de Neisseria et de Moraxella Pour la réalisation des antibiogramme

**LE BOUILLON NITRATE**  
Recherche de la nitrate réductase

**1. Intérêt**

Ce milieu liquide permet de mettre en évidence la présence d'une enzyme du métabolisme énergétique : la **nitrate réductase**.

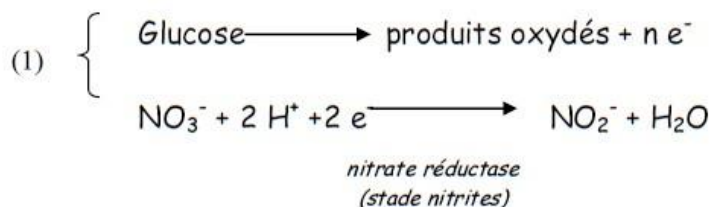
**2. Composition**

Bouillon nutritif additionné de nitrate de sodium (1%)

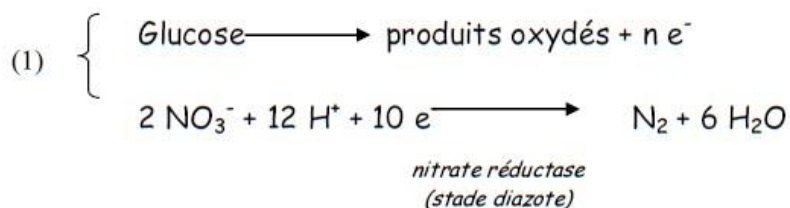
**3. Principe**

Dans la **respiration nitrate**,  $\text{NO}_3^-$  est utilisé comme accepteur final d'électrons provenant de l'oxydation d'un composé organique (ex : glucose).  $\text{NO}_3^-$  est réduit par la nitrate réductase :

- soit en nitrite  $\text{NO}_2^-$



- soit en diazote  $\text{N}_2$



La technique consiste donc :

- à mettre en évidence, dans un premier temps, la **présence éventuelle de nitrites** grâce au **réactif de Griess** (nitrite I = acide sulfanilique et nitrite II =  $\alpha$ -naphthylamine) qui forme un complexe rouge foncé avec les nitrites.  
**Remarque** : en présence d'autres composés azotés ( $\text{N}_2$ ), le réactif conserve sa couleur jaune.
- à rechercher, en absence de nitrite, la **disparition des nitrates** en ajoutant du **zinc** qui catalyse la réduction des nitrates en nitrites alors mis en évidence par le réactif de Griess.

## ANNEXES 2 : TECHNIQUE DE REALISATION DE GALERIE *Staphylococcus*

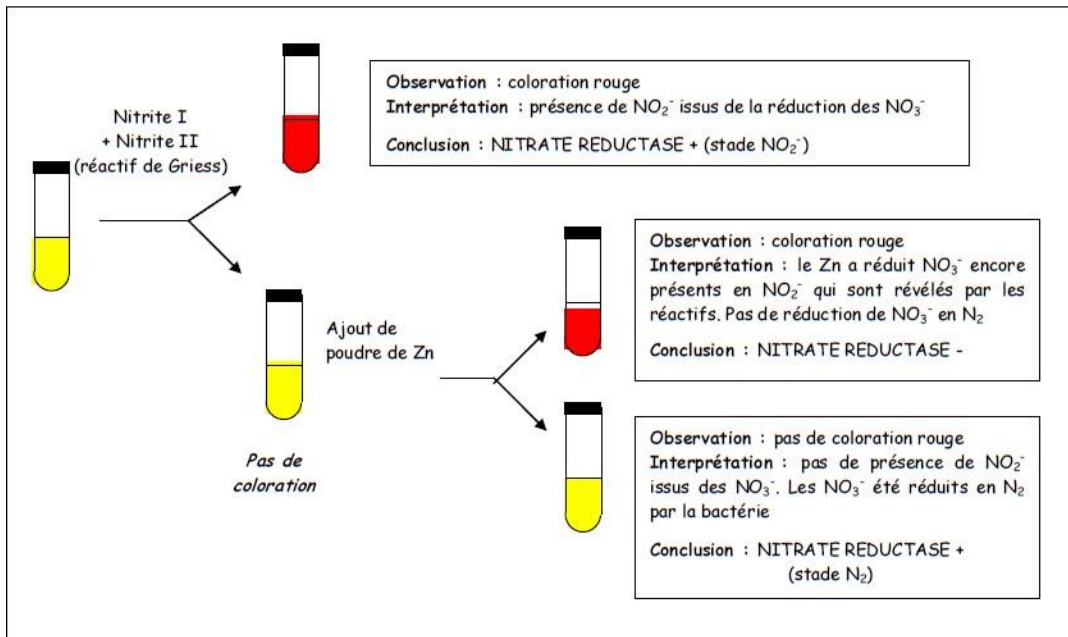
### 4. Technique d'ensemencement

- Ensemencer le bouillon nitraté avec quelques gouttes de suspension bactérienne.
- Incuber 24h à 37 °C.

### 5. Lecture

Après 24 heures d'incubation à 37°C :

- Vérifier que le bouillon est trouble (présence de culture)
- Ajouter le **réactif de Griess** (Nitrite I + Nitrite II).
- Observer la couleur du milieu.
- Ajouter du **zinc** selon le résultat de l'étape précédente et interpréter la couleur du milieu.



## ANNEXES 2 : TECHNIQUE DE REALISATION DE GALERIE *Staphylococcus*

### LE MILIEU CLARK ET LUBS

#### 1. Intérêt

Ce milieu permet d'étudier une voie de fermentation du glucose : la voie du butane diol  
L'étude de cette voie permet de différencier les bactéries de la famille des *Enterobacteriaceae* (bacilles Gram -, oxydase -).

#### 2. Composition

Composant	Quantité (g/L)	Rôle
Peptones	5	Source d'N, de C
Glucose	5	Lecture d'un caractère biochimique
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	5	Source minérale + maintien de l'isotonie
pH	7,5	

#### 3. Principe

La fermentation du glucose par la voie du butane-diol se traduit par une faible acidification du milieu ainsi que par la **formation d'acétoïne**. En présence d' $\alpha$ -naphtol en milieu basique, l'acétoïne forme un composé rose : réaction de Voges-Proskauer (VP).

#### 4. Ensemencement

- Ensemencer avec 2-3 gouttes de suspension bactérienne ou avec une colonie prélevée à l'anse sur un milieu solide.
- Incubation 24 heures à 37°C, bouchon dévissé

#### 5. Lecture

Culture bactérienne, caractérisée par un aspect trouble du milieu  
⇒ réalisation du test VP



1mL de milieu  
(≈ 20 gouttes)





AJOUTER

- 10 gouttes d' $\alpha$ -naphtol
- 10 gouttes de NaOH (ou KOH)

Tube à hémolyse  
stérile

Lecture après 10 à 15 minutes tube incliné

Observation	Interprétation	Conclusion
 <p>Coloration rose du milieu</p>	Présence d'acétoïne dans le milieu	La bactérie a produit de l'acétoïne par la voie butane-diol  Elle est dite VP+
 <p>Pas de coloration du milieu</p>	Absence d'acétoïne dans le milieu	La bactérie n'a pas produit d'acétoïne.  Elle est dite VP-

## ANNEXES 2 : TECHNIQUE DE REALISATION DE GALERIE *Staphylococcus*

### LE MILIEU MANNITOL MOBILITE NITRATE

#### 1. Intérêt

- Ce milieu permet l'étude de :
- la fermentation du mannitol
  - la mobilité de la souche
  - la recherche de la nitrate réductase

#### 2. Composition

Composant	Quantité (g/L)	Rôle
Peptone tryptique de viande	10	Source d'N, de C et d'énergie
Mannitol	7,5	Lecture d'un caractère biochimique
Nitrate de potassium	1	Lecture d'un caractère biochimique
Rouge de phénol	0,04	Indicateur de pH
Agar	4	gélifiant
pH	7,6	

#### 3. Principe

- La présence d'une faible teneur d'agar (gélose semi-molle) rend possible le déplacement des bactéries mobiles autour de la piqûre centrale.
- La lecture de l'utilisation du mannitol est possible grâce à la présence d'un indicateur de pH, le rouge de phénol. L'utilisation du mannitol acidifie le milieu qui peut ainsi être révélé par le virage de l'indicateur de pH à sa teinte acide (jaune).
- La présence de nitrate de potassium permet la recherche de la nitrate réductase.

#### 4. Technique d'ensemencement

- Par piqûre centrale à l'aide d'une pipette Pasteur fermée.
- Incuber 24 heures à 37°C.



Aspect du tube après ensemencement

#### 5. Lecture

Caractère	Observation	Interprétation	Conclusion
Fermentation du mannitol	Milieu jaune	Acidification du milieu révélée par un virage de l'indicateur de pH à sa teinte acide	La bactérie fermente le mannitol <b>Bactéries mannitol+</b>
	Milieu rouge	Absence d'acidification du milieu	La bactérie ne fermente pas le mannitol <b>Bactéries mannitol -</b>
Mobilité	Diffusion des bactéries dans la gélose	Déplacement des bactéries dans le milieu (gélose semi-molle)	Les bactéries sont mobiles <b>Mobilité +</b>
	Culture uniquement au niveau de la piqûre centrale	Pas de déplacement des bactéries dans le milieu	Les bactéries sont probablement immobiles
Recherche de la nitrate réductase	Même principe que dans le bouillon nitraté : ajout de réactif de Griess qui réagit avec les nitrites pour former un complexe rouge. En absence de coloration rouge : ajout de zinc qui réduit les nitrates (s'il en reste) en nitrites.		

### ANNEXES 3 : LES EXIGENCES DE CROISSANCES DES BACTERIES

**Tableau 9 : Technique d'antibiogramme (diffusion de disques antibiotiques).**

Microorganismes	Milieu	Inoculum	Conditions d'incubation
Enterobactéries, <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Acinetobacter</i> spp., <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Enterococcus</i> spp., <i>Vibrio</i> spp., <i>Aeromonas</i> spp., <i>Plesiomonas</i> spp., autres bactéries non exigeantes	Gélose Mueller-Hinton	0,5 MF en eau physiologique	18 heures (à prolonger pour OXA et VAN/TEC) 35°C Atmosphère ordinaire
<i>Streptococcus</i> spp.	Gélose Mueller-Hinton + 5% sang de mouton	0,5 MF en eau physiologique	20-24 heures 35°C 5% CO2
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Gélose GC+ 1% supplément*	0,5 MF en tampon PBS	20-24 heures 35°C 5% CO2
<i>Neisseria meningitidis</i>	Gélose Mueller-Hinton + 5% sang de mouton	0,5 MF en tampon PBS ou eau physiologique	18-24 heures 35°C 5% CO2 Atmosphère humidifiée
<i>Haemophilus</i> spp.	Gélose Haemophilus Test Medium*	0,5 MF en eau physiologique	16 – 18 heures 35°C 5% CO2

\* : voir composition en annexe

# ANNEXES 4 : LES VALEURS CRITIQUES DES DIAMETRES DES ZONES D'INHIBITION ET DE CMI POUR *Staphylococcus spp.*

**Table de lecture 5<sup>e</sup> : Valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition et des CMI pour *Staphylococcus spp.***

Antibiotiques testés	Charge des disques	Diamètres critiques (mm)				CMI critiques (µg/ml)				Commentaires
		R	I	S	S	R	I	S	S	
Pénicilline	10 UI	≤ 28	—	≥ 29	—	≥ 0,25	—	—	≤ 0,12	Le test de la β-lactamase confirme les cas douteux. Interprétation valable pour toutes les pénicillines inactivées par les β-lactamases (ampicilline, ticarcilline, pipéracilline...).
Oxacilline ( <i>S. aureus</i> et <i>S. lugdunensis</i> )	—	—	—	—	—	≥ 4	—	—	≤ 2	Le disque d'oxacilline n'est pas fiable. Tester le disque de céfoxiline 30 µg pour détecter la résistance à la méthicilline de <i>S. aureus</i> et des staphylocoques à coagulase négative.
Céfoxiline ( <i>S. aureus</i> et <i>S. lugdunensis</i> )	30 µg	≤ 21	—	≥ 22	—	≥ 8	—	—	≤ 4	Pour les staphylocoques (autre que <i>S. lugdunensis</i> , <i>S. epidermidis</i> , <i>S. pseudintermedius</i> et <i>S. schleiferi</i> ) les isolats dont la CMI à l'oxacilline est comprise entre 0,5 et 2 µg/ml peuvent être Meca négatif. Pour les infections sévères, ces souches pouvant être testées pour le Meca ou la PLP2a, si le résultat est négatif elles peuvent être rapportées sensibles à l'oxacilline.
Oxacilline (S.C.N. sauf <i>S. nuptunensis</i> )	—	—	—	—	—	≥ 0,5	—	—	≤ 0,25	
Céfoxiline (S.C.N. sauf <i>S. lugdunensis</i> , <i>S. pseudintermedius</i> et <i>S. schleiferi</i> )	30 µg	≤ 24	—	≥ 25	—	—	—	—	—	
Gentamicine	10 µg	≤ 12	13 – 14	≥ 15	—	≥ 16	8	—	≤ 4	Les souches résistantes à la gentamicine sont résistantes à tous les autres aminosides sauf à la streptomycine.**
Amikacine ( <i>S. aureus</i> )	30 µg	≤ 16	—	≥ 18	—	≥ 16	—	—	≤ 8	La détermination de la résistance à l'amikacine est mieux détectée avec la kanamycine :
Amikacine (SCN)	30 µg	≤ 19	—	≥ 22	—	≥ 16	—	—	≤ 8	kanamycine (30 µg) ; R < 18 mm pour <i>S. aureus</i> , R < 22 mm pour les SCN.**
Erythromycine	15 µg	≤ 13	14 – 22	≥ 23	—	≥ 8	1-4	—	≤ 0,5	Détecter la résistance inducible en plaçant le disque d'érythromycine à côté du disque de clindamycine. En présence d'une image d'antagonisme, répondre « Résistance à l'érythromycine et à la clindamycine ».
Clindamycine	2 µg	≤ 14	15 – 20	≥ 21	—	≥ 4	1-2	—	≤ 0,5	
Vancomycine ( <i>S. aureus</i> )	CMI	—	—	—	—	≥ 16	4 + 8	—	—	Le disque de vancomycine ne permet pas de différencier les souches vanco « S » et « I » de <i>Staphylococcus aureus</i> ; ni de différencier les souches vanco « S », « I » et « R » de S.C.N., car les diamètres d'inhibition sont similaires. La détermination de la CMI de la vancomycine est obligatoire.
Vancomycine (SCN)	CMI	—	—	—	—	≥ 32	8 - 16	—	—	
Teicoplanine	CMI	—	—	—	—	≥ 32	16	—	—	
Céfoxacine	5 µg	≤ 14	15 – 17	≥ 18	—	≥ 4	2	—	—	
Ciprofloxacine	5 µg	≤ 15	16 – 20	≥ 21	—	≥ 4	2	—	—	
Lévofloxacine	5 µg	≤ 15	16 – 18	≥ 19	—	≥ 4	2	—	—	
Triméthopime+ sulfaméthoxazole	1,25/23,75 µg	≤ 10	11 – 15	≥ 16	—	≥ 4/16	—	—	≤ 2/38	
Rifampicine	5 µg	≤ 16	17 – 19	≥ 20	—	≥ 4	2	—	—	Les souches sensibles à la tétracycline, sont sensibles à la doxycycline et à la minocycline.
Tétracycline	30 µg	≤ 14	15 – 18	≥ 19	—	≥ 16	8	—	—	
Chloramphénicol	30 µg	≤ 12	13 – 17	≥ 18	—	≥ 32	16	—	—	
Quinupristine-dalfopristine	15 µg	≤ 15	16 – 18	≥ 19	—	≥ 4	2	—	—	A reporter pour les souches de <i>S. aureus</i> méthicillino-sensibles. Interprétation valable pour la pristinamycine.
Acide fusidique**	10 µg	< 24	—	≥ 24	—	≥ 1	—	—	—	
Fostomycine IV**	200 µg	< 23	—	≥ 23	—	≥ 32	—	—	—	La méthode de référence pour la détermination de la CMI est la dilution en milieu gélosé en présence de glucose-6-phosphate (25 mg/l)

Tableau extrait du Document M100, 30th ed., 2020. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing.

\*\* Extraits des recommandations du CASFM/EUCAST 2020

Abréviations : SCN : *Staphylococcus* à Coagulase Négative, CMI : Concentration Minimale Inhibitrice, IV : Intra veineuse.



## Annexe N° 5 : LES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTE

### I. Questionnaires adressés aux médecins :

1. Quelle est votre spécialité médicale ?
2. Quelle est votre compréhension de la résistance aux antibiotiques ?
  - Υ Les bactéries développent une capacité à résister aux effets des antibiotiques.
  - Υ Les patients peuvent devenir résistants aux antibiotiques après un usage excessif ou inapproprié.
  - Υ Les antibiotiques sont inefficaces contre certaines bactéries résistantes.
  - Υ Toutes les réponses ci-dessus.
3. Quels sont les principaux facteurs qui contribuent à l'émergence de la résistance aux antibiotiques ?
  - Υ L'utilisation excessive ou inappropriée d'antibiotiques.
  - Υ Les pratiques d'hygiène insuffisantes.
  - Υ La transmission de bactéries résistantes entre les patients.
  - Υ Toutes les réponses ci-dessus.
4. Comment pouvez-vous contribuer à la prévention de la résistance aux antibiotiques dans votre pratique médicale ?
5. Quels sont les critères que vous utilisez pour décider de prescrire des antibiotiques ?
  - a) Les symptômes et signes cliniques du patient.
  - b) Les résultats des tests de laboratoire.
  - c) Les antécédents médicaux du patient.
  - d) Toutes les réponses ci-dessus.
6. Combien de temps recommandez-vous généralement à vos patients de prendre des antibiotiques ?
  - a) Jusqu'à ce que les symptômes disparaissent.
  - b) Pendant une durée spécifique, comme 7 jours.
  - c) Jusqu'à ce que tous les antibiotiques de la boîte soient terminés.
  - d) Autre (veuillez préciser)\_\_\_\_\_.
7. Avez-vous déjà rencontré des cas où les antibiotiques étaient inefficaces en raison de la résistance bactérienne ?
  - a) Oui
  - b) Non
8. Comment gérez-vous les cas de résistance aux antibiotiques chez vos patients ?
  - a) Réévaluation du traitement et modification des antibiotiques.
  - b) Référence à un spécialiste des maladies infectieuses.
  - c) Éducation des patients sur l'utilisation appropriée des antibiotiques.
  - d) Toutes les réponses ci-dessus.
9. Êtes-vous familiarisé(e) avec le problème de résistance aux antibiotiques ?
  - Υ Oui, très familier(e)
  - Υ Oui, assez familier(e)
  - Υ Non, pas très familier(e)
  - Υ Non, pas du tout familier(e)
10. Selon vous, à quel point la résistance aux antibiotiques est-elle un problème préoccupant dans votre pratique quotidienne ?
  - Υ Très préoccupant
  - Υ Préoccupant
  - Υ Pas très préoccupant
  - Υ Pas du tout préoccupant

## **Annexe N° 5 : LES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTE**

11. Avez-vous suivi une formation continue sur l'utilisation appropriée des antibiotiques et la prévention de la résistance ?
  - a) Oui
  - b) Non
12. Avez-vous accès à des ressources ou des directives sur l'utilisation appropriée des antibiotiques dans votre pratique ?
  - a) Oui
  - b) Non
13. Aimerez-vous recevoir plus d'informations ou de formation sur la résistance aux antibiotiques et son impact sur la pratique médicale ?
  - a) Oui
  - b) Non
14. Seriez-vous favorable à la création d'une plateforme sur la résistance aux antibiotiques pour partager les informations entre les professionnels de la santé ?
  - Oui, absolument
  - Oui, mais avec certaines réserves (veuillez préciser les réserves)
  - Non, pas vraiment
  - Non, pas du tout
15. Quels avantages pensez-vous que la création d'une telle plateforme pourrait apporter dans la lutte contre la résistance aux antibiotiques ? (Veuillez cocher toutes les réponses qui s'appliquent)
  - Meilleure surveillance de la résistance aux antibiotiques
  - Identification des tendances émergentes
  - Aide à la prise de décision pour le choix des antibiotiques
  - Meilleure coordination des soins entre les professionnels de la santé
  - Sensibilisation accrue aux problèmes de résistance aux antibiotiques
  - Autre (veuillez préciser) \_\_\_\_\_
16. Quelles sont, selon vous, les principales préoccupations ou défis liés à la création d'une base de données sur la résistance aux antibiotiques ? (Veuillez cocher toutes les réponses qui s'appliquent)
  - Confidentialité des données des patients
  - Complexité technique de la mise en œuvre
  - Manque de ressources financières
  - Manque de temps pour saisir les données
  - Risque de surcharge administrative
  - Autre (veuillez préciser) \_\_\_\_\_
17. Seriez-vous prêt(e) à contribuer activement à une telle plateforme en partageant les informations pertinentes sur la résistance aux antibiotiques ?
  - a) Oui, certainement
  - b) Oui, sous certaines conditions (veuillez préciser les conditions)
  - c) Non, probablement pas
  - d) Non, certainement pas
18. Avez-vous des commentaires supplémentaires ou des suggestions concernant la création de cette plateforme

**Merci d'avoir répondu à ce questionnaire sur la résistance aux antibiotiques. Vos réponses nous aideront à mieux comprendre les connaissances et les pratiques des médecins dans ce domaine crucial.**

## **Annexe N° 5 : LES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTE**

### **II. Questionnaires adressés aux pharmaciens :**

1. Quel est votre rôle en tant que pharmacien dans la lutte contre la résistance aux antibiotiques ?
2. À quelle fréquence rencontrez-vous des patients présentant des infections résistantes aux antibiotiques dans votre pratique quotidienne ?
3. Quels sont les antibiotiques les plus couramment prescrits dans votre pharmacie ?
4. Pouvez-vous expliquer brièvement comment fonctionnent les antibiotiques et pourquoi la résistance se développe-t-elle ?
5. Comment pouvez-vous sensibiliser les patients à l'importance de l'utilisation appropriée des antibiotiques ?
6. Quelles sont les mesures que vous prenez pour promouvoir l'utilisation responsable des antibiotiques auprès des patients ?
7. Avez-vous déjà rencontré des cas où les patients demandent spécifiquement des antibiotiques sans ordonnance appropriée ? Comment gérez-vous ces situations ?
8. Comment collaborez-vous avec les médecins pour garantir une utilisation appropriée des antibiotiques ?
9. Quelles sont les principales barrières ou défis auxquels vous êtes confrontés lors de la sensibilisation des patients à la résistance aux antibiotiques ?
10. Avez-vous des connaissances sur les alternatives aux antibiotiques, telles que les thérapies antimicrobiennes alternatives ou les approches non pharmacologiques ?
11. Quelles initiatives ou actions pensez-vous que les pharmaciens peuvent entreprendre pour aider à réduire la résistance aux antibiotiques ?
12. Comment vous tenez-vous au courant des dernières informations et recommandations en matière de résistance aux antibiotiques ?
13. Avez-vous déjà participé à des programmes de sensibilisation à la résistance aux antibiotiques ? Si oui, pouvez-vous partager votre expérience ?
14. Pensez-vous que les politiques gouvernementales devraient jouer un rôle plus actif dans la lutte contre la résistance aux antibiotiques ? Si oui, de quelle manière ?
15. Avez-vous des suggestions pour renforcer la collaboration entre les pharmaciens, les médecins et d'autres professionnels de la santé dans la lutte contre la résistance aux antibiotiques ?
16. Êtes-vous impliqué(e) dans des programmes de surveillance de la résistance aux antibiotiques au niveau local, régional ou national ?
  - Y Oui, activement
  - Y Oui, en tant que participant
  - Y Non, pas impliqué(e)
  - Y Ne sait pas
17. Êtes-vous familiarisé(e) avec le problème de résistance aux antibiotiques ?
  - Y  Oui, très familier(e)
  - Y  Oui, assez familier(e)
  - Y  Non, pas très familier(e)
  - Y  Non, pas du tout familier(e)

**Annexe N° 5 : LES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE  
SANTÉ**

18. Selon vous, à quel point la résistance aux antibiotiques est-elle un problème préoccupant dans votre pratique quotidienne ?

- Y  Très préoccupant
- Y  Préoccupant
- Y  Pas très préoccupant
- Y  Pas du tout préoccupant

19. Avez-vous suivi une formation continue sur l'utilisation appropriée des antibiotiques et la prévention de la résistance ?

- Y  Oui
- Y  Non

20. Avez-vous accès à des ressources ou des directives sur l'utilisation appropriée des antibiotiques dans votre pratique ?

- Y  Oui
- Y  Non

21. Aimerez-vous recevoir plus d'informations ou de formation sur la résistance aux antibiotiques et son impact sur la pratique médicale ?

- Y  Oui
- Y  Non

22. Seriez-vous favorable à la création d'une plateforme sur la résistance aux antibiotiques pour partager les informations entre les professionnels de la santé ?

- Y  Oui, absolument
- Y  Oui, mais avec certaines réserves (veuillez préciser les réserves)
- Y  Non, pas vraiment
- Y  Non, pas du tout

23. Quels avantages pensez-vous que la création d'une telle plateforme pourrait apporter dans la lutte contre la résistance aux antibiotiques ? (Veuillez cocher toutes les réponses qui s'appliquent)

- Y  Meilleure surveillance de la résistance aux antibiotiques
- Y  Identification des tendances émergentes
- Y  Aide à la prise de décision pour le choix des antibiotiques
- Y  Meilleure coordination des soins entre les professionnels de la santé
- Y  Sensibilisation accrue aux problèmes de résistance aux antibiotiques
- Y  Autre (veuillez préciser) \_\_\_\_\_

24. Quelles sont, selon vous, les principales préoccupations ou défis liés à la création d'une base de données sur la résistance aux antibiotiques ? (Veuillez cocher toutes les réponses qui s'appliquent)

- Y  Confidentialité des données des patients
- Y  Complexité technique de la mise en œuvre
- Y  Manque de ressources financières
- Y  Manque de temps pour saisir les données
- Y  Risque de surcharge administrative
- Y  Autre (veuillez préciser) \_\_\_\_\_

**Annexe N° 5 : LES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE  
SANTÉ**

25. Seriez-vous prêt(e) à contribuer activement à une telle plateforme en partageant les informations pertinentes sur la résistance aux antibiotiques ?

Y  Oui, certainement

Y  Oui, sous certaines conditions (veuillez préciser les conditions)

Y  Non, probablement pas

Y  Non, certainement pas

26. Avez-vous des commentaires supplémentaires ou des suggestions concernant la création de cette plateforme

**Merci d'avoir participé à ce questionnaire sur la résistance aux antibiotiques. Vos réponses nous aideront à mieux comprendre le rôle des pharmaciens dans la lutte contre ce problème critique de santé publique.**

**Annexe N° 5 : LES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE  
SANTÉ**

**III. Questionnaires adressés aux responsables des laboratoires :**

1. Quelle est votre compréhension de la résistance aux antibiotiques ?
  - Y Les bactéries deviennent plus fortes et résistent aux effets des antibiotiques.
  - Y Les antibiotiques deviennent moins efficaces contre les bactéries.
  - Y Les deux réponses ci-dessus sont correctes.
  - Y Je ne suis pas sûr(e).
2. Quels sont les facteurs qui contribuent à l'émergence de la résistance aux antibiotiques ?
  - Y L'utilisation excessive et inappropriée d'antibiotiques.
  - Y La transmission de gènes de résistance entre les bactéries.
  - Y Les pratiques d'hygiène insuffisantes.
  - Y Toutes les réponses ci-dessus.
3. Votre laboratoire effectue-t-il des tests de sensibilité aux antibiotiques ?
  - Y Oui, régulièrement.
  - Y Occasionnellement.
  - Y Non, nous ne réalisons pas de tests de sensibilité aux antibiotiques.
4. Comment les échantillons sont-ils prélevés pour les tests de sensibilité aux antibiotiques dans votre laboratoire ?
  - Y Prélèvement sanguin.
  - Y Prélèvement d'échantillons de tissus.
  - Y Prélèvement d'échantillons d'urine.
  - Y Autre (précisez) : \_\_\_\_\_
5. Comment les résultats des tests de sensibilité aux antibiotiques sont-ils interprétés dans votre laboratoire ?
  - Y En utilisant les critères définis par les recommandations internationales.
  - Y En se basant sur notre propre protocole interne.
  - Y Je ne suis pas impliqué(e) dans l'interprétation des résultats.
6. Votre laboratoire mène-t-il des programmes de sensibilisation sur la résistance aux antibiotiques ?
  - Y Oui, régulièrement.
  - Y De temps en temps.
  - Y Non, nous ne menons pas de programmes de sensibilisation.
7. Quelles mesures votre laboratoire prend-il pour prévenir la résistance aux antibiotiques ?
  - Y Promouvoir une utilisation responsable des antibiotiques.
  - Y Mettre en place des programmes de surveillance de la résistance aux antibiotiques.
  - Y Renforcer les pratiques d'hygiène et de prévention des infections.
  - Y Toutes les réponses ci-dessus.
8. Êtes-vous familiarisé(e) avec le problème de résistance aux antibiotiques ?
  - Y Oui, très familier(e)
  - Y Oui, assez familier(e)
  - Y Non, pas très familier(e)
  - Y Non, pas du tout familier(e)

**Annexe N° 5 : LES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE  
SANTÉ**

9. Selon vous, à quel point la résistance aux antibiotiques est-elle un problème préoccupant dans votre pratique quotidienne ?
- Très préoccupant
  - Préoccupant
  - Pas très préoccupant
  - Pas du tout préoccupant
10. Avez-vous suivi une formation continue sur l'utilisation appropriée des antibiotiques et la prévention de la résistance ?
- Oui
  - Non
11. Avez-vous accès à des ressources ou des directives sur l'utilisation appropriée des antibiotiques dans votre pratique ?
- Oui
  - Non
12. Aimeriez-vous recevoir plus d'informations ou de formation sur la résistance aux antibiotiques et son impact sur la pratique médicale ?
- Oui
  - Non
13. Seriez-vous favorable à la création d'une plateforme sur la résistance aux antibiotiques pour partager les informations entre les professionnels de la santé ?
- Oui, absolument
  - Oui, mais avec certaines réserves (veuillez préciser les réserves)
  - Non, pas vraiment
  - Non, pas du tout
14. Quels avantages pensez-vous que la création d'une telle plateforme pourrait apporter dans la lutte contre la résistance aux antibiotiques ? (Veuillez cocher toutes les réponses qui s'appliquent)
- Meilleure surveillance de la résistance aux antibiotiques
  - Identification des tendances émergentes
  - Aide à la prise de décision pour le choix des antibiotiques
  - Meilleure coordination des soins entre les professionnels de la santé
  - Sensibilisation accrue aux problèmes de résistance aux antibiotiques
  - Autre (veuillez préciser) \_\_\_\_\_
15. Quelles sont, selon vous, les principales préoccupations ou défis liés à la création d'une base de données sur la résistance aux antibiotiques ? (Veuillez cocher toutes les réponses qui s'appliquent)
- Confidentialité des données des patients
  - Complexité technique de la mise en œuvre
  - Manque de ressources financières
  - Manque de temps pour saisir les données
  - Risque de surcharge administrative
  - Autre (veuillez préciser) \_\_\_\_\_

**Annexe N° 5 : LES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE  
SANTÉ**

16. Seriez-vous prêt(e) à contribuer activement à une telle plateforme en partageant les informations pertinentes sur la résistance aux antibiotiques ?
- Y Oui, certainement
  - Y Oui, sous certaines conditions (veuillez préciser les conditions)
  - Y Non, probablement pas
  - Y Non, certainement pas
17. Avez-vous des commentaires supplémentaires ou des suggestions concernant la résistance aux antibiotiques dans votre laboratoire ou en général ?
18. Avez-vous des commentaires supplémentaires ou des suggestions concernant la création de cette plateforme

**Si vous avez répondu "oui" à la question précédente, veuillez décrire brièvement les activités de sensibilisation menées par votre laboratoire.**



## Annexe N° 5 : LES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTÉ

### IV. Questionnaires adressés aux vétérinaires :

1. Depuis combien d'années exercez-vous en tant que vétérinaire ?
2. Dans quelle(s) domaine(s) de la médecine vétérinaire travaillez-vous principalement ?
3. Pouvez-vous expliquer brièvement ce qu'est la résistance aux antibiotiques ?
4. Dans quelle mesure pensez-vous que la résistance aux antibiotiques constitue un problème majeur dans la pratique vétérinaire ?
  - γ Très préoccupant
  - γ Préoccupant
  - γ Modérément préoccupant
  - γ Pas préoccupant du tout
  - γ Ne sait pas
5. Utilisez-vous régulièrement des antibiotiques dans votre pratique vétérinaire ?
  - γ Oui, fréquemment
  - γ Oui, occasionnellement
  - γ Non, rarement
  - γ Non, jamais
  - γ Ne sait pas
6. Comment décidez-vous du choix de l'antibiotique à prescrire pour un animal donné ?
  - γ Je me réfère aux directives et protocoles de prescription établis
  - γ Je me base sur mon expérience clinique
  - γ Je me fie aux recommandations d'autres vétérinaires
  - γ Je consulte des ressources en ligne spécialisées
  - γ Autre (veuillez préciser) \_\_\_\_\_
7. Dans quelles situations prescrivez-vous généralement des antibiotiques aux animaux ?
  - γ Infections bactériennes confirmées
  - γ Suspensions d'infections bactériennes
  - γ Prévention des infections post-opératoires
  - γ Autre (veuillez préciser) \_\_\_\_\_
8. Êtes-vous familiarisé avec les principes de l'utilisation responsable des antibiotiques chez les animaux ?
  - γ Oui, très familier
  - γ Oui, relativement familier
  - γ Non, pas du tout familier
  - γ Ne sait pas
9. Quelles mesures mettez-vous en place pour promouvoir l'utilisation responsable des antibiotiques dans votre pratique ?
  - γ Sensibilisation des propriétaires d'animaux aux risques de la résistance aux antibiotiques
  - γ Utilisation de tests de sensibilité pour guider la prescription d'antibiotiques
  - γ Promotion des bonnes pratiques d'hygiène et de prévention des infections
  - γ Restriction de l'utilisation des antibiotiques aux cas strictement nécessaires

**Annexe N° 5 : LES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE  
SANTÉ**

- γ Autre (veuillez préciser) \_\_\_\_\_
10. Avez-vous reçu une formation spécifique sur la résistance aux antibiotiques au cours de vos études vétérinaires ?
- γ Oui, une formation approfondie
  - γ Oui, une formation de base
  - γ Non, aucune formation spécifique
  - γ Ne sait pas
11. Utilisez-vous régulièrement des ressources ou des outils en ligne pour vous tenir informé(e) des dernières informations sur la résistance aux antibiotiques ?
- γ Oui, régulièrement
  - γ Oui, occasionnellement
  - γ Non, rarement
  - γ Non, jamais
  - γ Ne sait pas
12. Collaborez-vous avec d'autres vétérinaires ou professionnels de la santé dans le cadre de la surveillance de la résistance aux antibiotiques ?
- γ Oui, régulièrement
  - γ Oui, occasionnellement
  - γ Non, jamais
  - γ Ne sait pas
13. Êtes-vous impliqué(e) dans des programmes de surveillance de la résistance aux antibiotiques au niveau local, régional ou national ?
- γ Oui, activement
  - γ Oui, en tant que participant
  - γ Non, pas impliqué(e)
  - γ Ne sait pas
14. Êtes-vous familiarisé(e) avec le problème de résistance aux antibiotiques ?
- Oui, très familier(e)
  - Oui, assez familier(e)
  - Non, pas très familier(e)
  - Non, pas du tout familier(e)
15. Selon vous, à quel point la résistance aux antibiotiques est-elle un problème préoccupant dans votre pratique quotidienne ?
- Très préoccupant
  - Préoccupant
  - Pas très préoccupant
  - Pas du tout préoccupant
16. Avez-vous suivi une formation continue sur l'utilisation appropriée des antibiotiques et la prévention de la résistance ?
- γ Oui
  - γ Non

**Annexe N° 5 : LES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE  
SANTÉ**

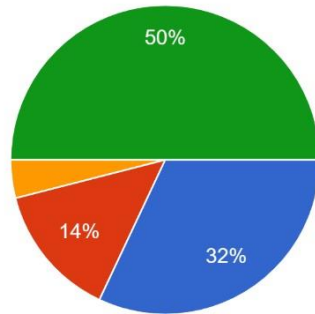
17. Avez-vous accès à des ressources ou des directives sur l'utilisation appropriée des antibiotiques dans votre pratique ?
- Oui
  - Non
18. Aimerez-vous recevoir plus d'informations ou de formation sur la résistance aux antibiotiques et son impact sur la pratique médicale ?
- Oui
  - Non
19. Seriez-vous favorable à la création d'une plateforme sur la résistance aux antibiotiques pour partager les informations entre les professionnels de la santé ?
- Oui, absolument
  - Oui, mais avec certaines réserves (veuillez préciser les réserves)
  - Non, pas vraiment
  - Non, pas du tout
20. Quels avantages pensez-vous que la création d'une telle plateforme pourrait apporter dans la lutte contre la résistance aux antibiotiques ? (Veuillez cocher toutes les réponses qui s'appliquent)
- Meilleure surveillance de la résistance aux antibiotiques
  - Identification des tendances émergentes
  - Aide à la prise de décision pour le choix des antibiotiques
  - Meilleure coordination des soins entre les professionnels de la santé
  - Sensibilisation accrue aux problèmes de résistance aux antibiotiques
  - Autre (veuillez préciser) \_\_\_\_\_
21. Quelles sont, selon vous, les principales préoccupations ou défis liés à la création d'une base de données sur la résistance aux antibiotiques ? (Veuillez cocher toutes les réponses qui s'appliquent)
- Confidentialité des données des patients
  - Complexité technique de la mise en œuvre
  - Manque de ressources financières
  - Manque de temps pour saisir les données
  - Risque de surcharge administrative
  - Autre (veuillez préciser) \_\_\_\_\_
22. Seriez-vous prêt(e) à contribuer activement à une telle plateforme en partageant les informations pertinentes sur la résistance aux antibiotiques ?
- Oui, certainement
  - Oui, sous certaines conditions (veuillez préciser les conditions)
  - Non, probablement pas
  - Non, certainement pas
23. Avez-vous des commentaires supplémentaires ou des suggestions concernant la création de cette plateforme

## ANNEXES 6 : RESULTATS DES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTE

### 1. Résultats de questionnaire adresse aux médecins :

Quelle est votre compréhension de la résistance aux antibiotiques ?

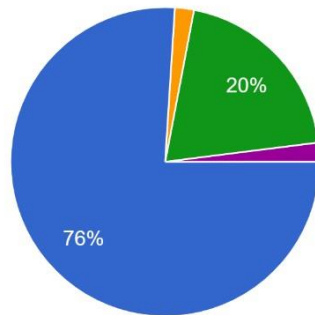
50 réponses



- Les bactéries développent une capacité à résister aux effets des antibiotiques.
- Les patients peuvent devenir résistants aux antibiotiques après un usage excessif ou inapproprié.
- Les antibiotiques sont inefficaces contre certaines bactéries résistantes.
- Toutes les réponses ci-dessus.

Quels sont les principaux facteurs qui contribuent à l'émergence de la résistance aux antibiotiques ?

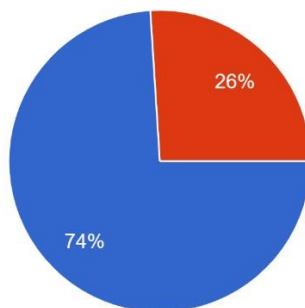
50 réponses



- L'utilisation excessive ou inappropriée d'antibiotiques.
- Les pratiques d'hygiène insuffisantes
- La transmission de bactéries résistantes entre les patients.
- Toutes les réponses ci-dessus
- utilisation chaotique des antibiotiques, mauvaise durée, mauvais dosage

Comment pouvez-vous contribuer à la prévention de la résistance aux antibiotiques dans votre pratique médicale ?

50 réponses

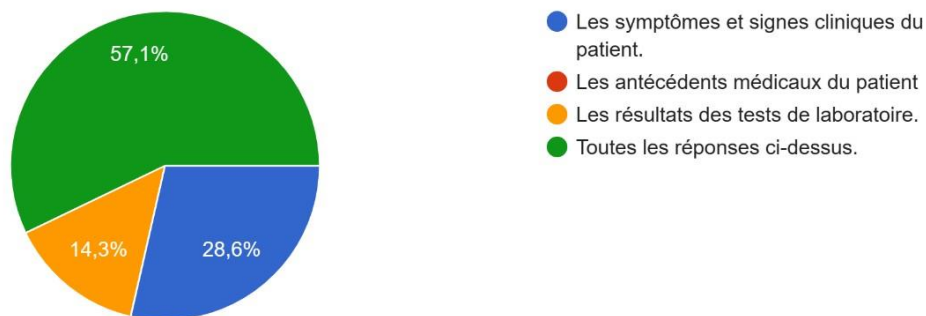


- Réévaluation du traitement et modification des antibiotiques.
- Référence à un spécialiste des maladies infectieuses.

## ANNEXES 6 : RESULTATS DES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTE

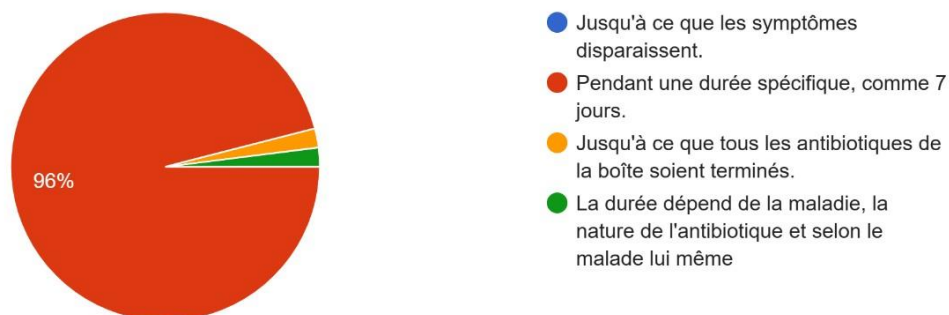
Quels sont les critères que vous utilisez pour décider de prescrire des antibiotiques ?

49 réponses



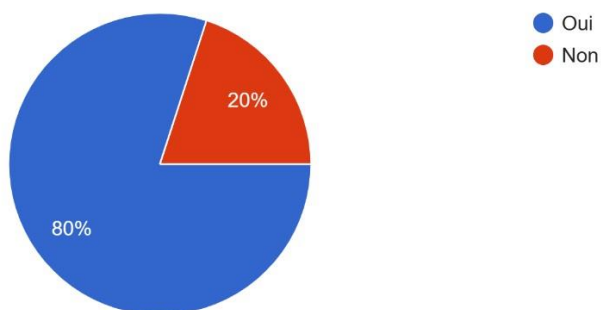
Combien de temps recommandez-vous généralement à vos patients de prendre des antibiotiques ?

50 réponses



Avez-vous déjà rencontré des cas où les antibiotiques étaient inefficaces en raison de la résistance bactérienne ?

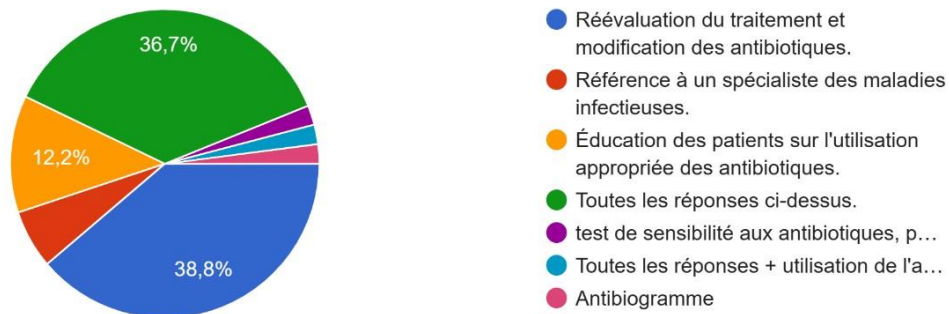
50 réponses



## ANNEXES 6 : RESULTATS DES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTE

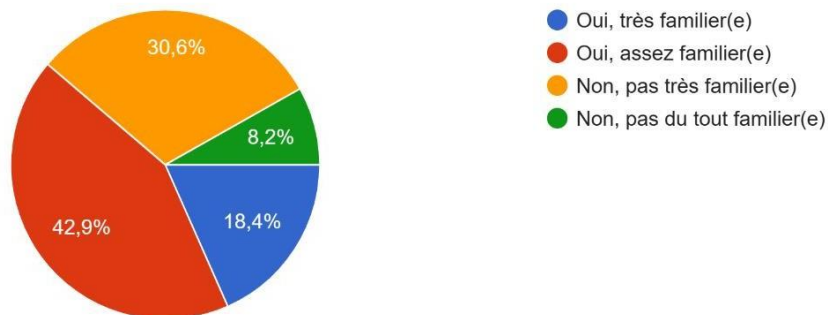
Comment gérez-vous les cas de résistance aux antibiotiques chez vos patients ?

49 réponses



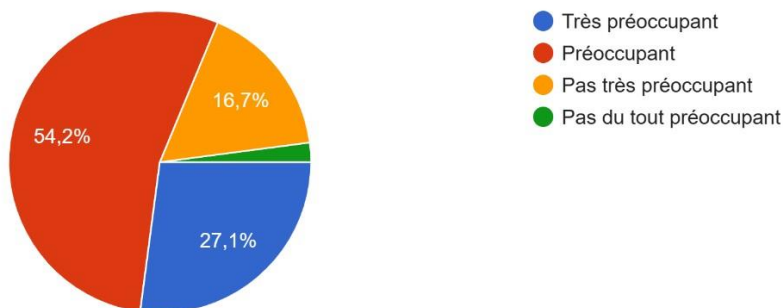
Êtes-vous familiarisé(e) avec le problème de résistance aux antibiotiques ?

49 réponses



Selon vous, à quel point la résistance aux antibiotiques est-elle un problème préoccupant dans votre pratique quotidienne ?

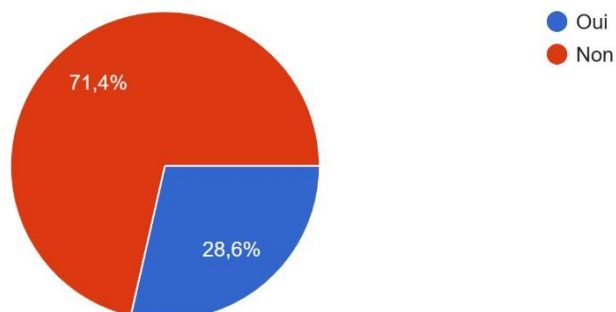
48 réponses



## ANNEXES 6 : RESULTATS DES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTE

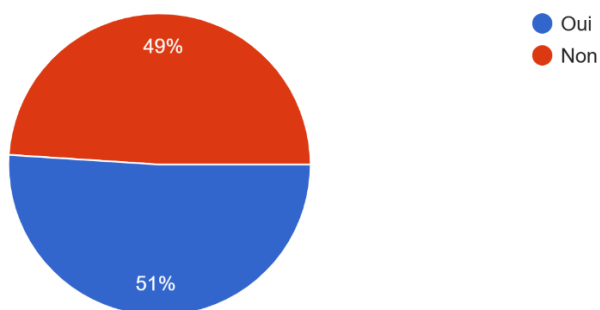
Avez-vous suivi une formation continue sur l'utilisation appropriée des antibiotiques et la prévention de la résistance ?

49 réponses



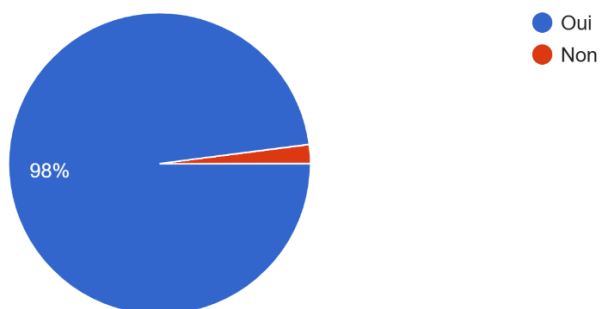
Avez-vous accès à des ressources ou des directives sur l'utilisation appropriée des antibiotiques dans votre pratique ?

49 réponses



Aimeriez-vous recevoir plus d'informations ou de formation sur la résistance aux antibiotiques et son impact sur la pratique médicale ?

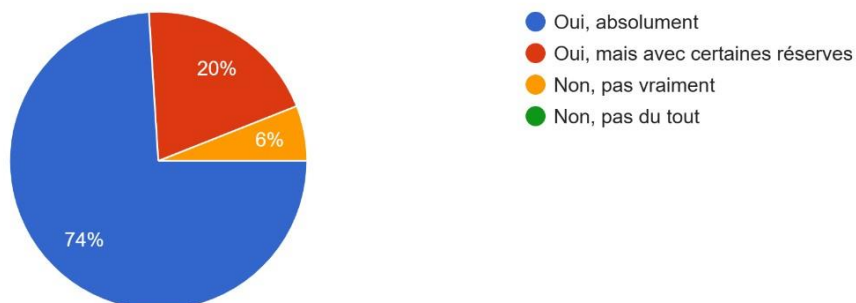
49 réponses



## ANNEXES 6 : RESULTATS DES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTE

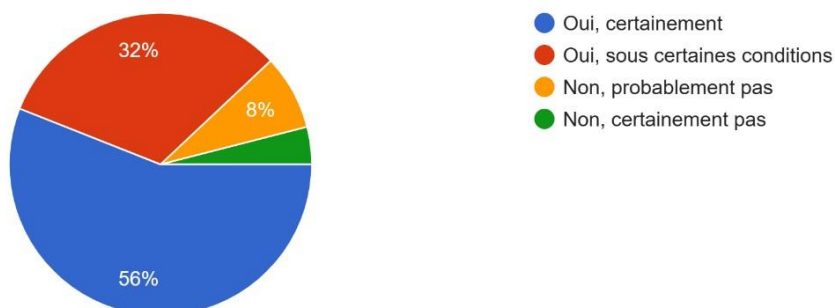
Seriez-vous favorable à la création d'une plateforme sur la résistance aux antibiotiques pour partager les informations entre les professionnels de la santé ?

50 réponses



Seriez-vous prêt(e) à contribuer activement à une telle plateforme en partageant les informations pertinentes sur la résistance aux antibiotiques ?

50 réponses



Quels avantages pensez-vous que la création d'une telle plateforme pourrait apporter dans la lutte contre la résistance aux antibiotiques ?

49 réponses



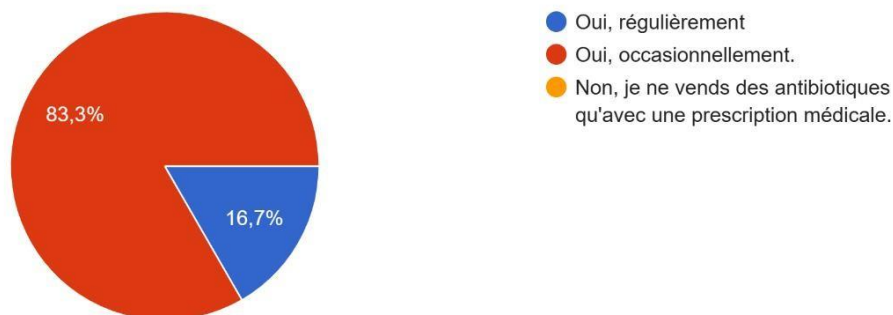


## ANNEXES 6 : RESULTATS DES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTE

### 2. Résultats de questionnaire adresse aux pharmaciens :

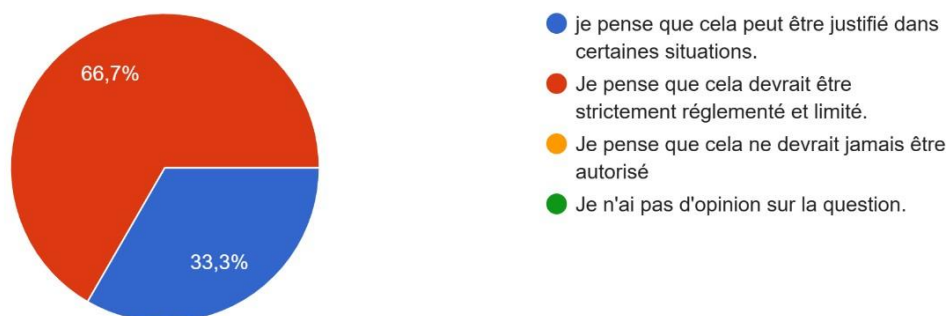
En tant que pharmacien, vendez-vous des antibiotiques sans prescription médicale ?

6 réponses



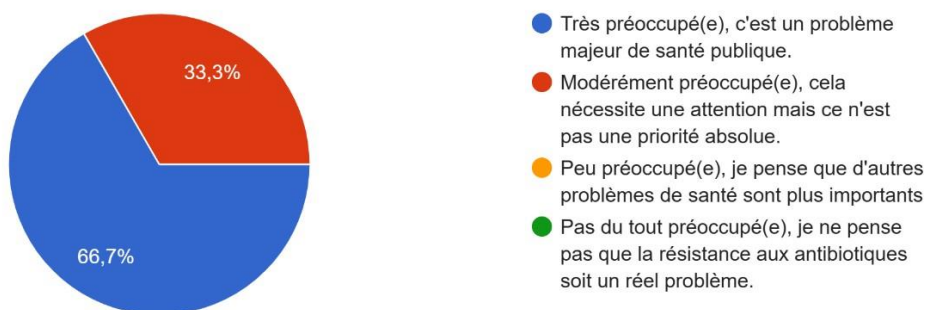
Quelle est votre opinion sur la vente d'antibiotiques sans prescription médicale ?

6 réponses



Dans quelle mesure êtes-vous préoccupé(e) par la résistance aux antibiotiques ?

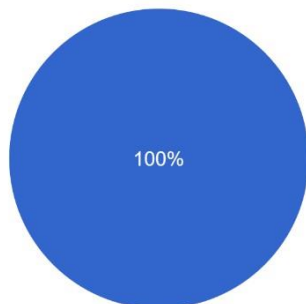
6 réponses



## ANNEXES 6 : RESULTATS DES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTE

Pensez-vous qu'il est nécessaire d'améliorer la sensibilisation du public à la résistance aux antibiotiques ?

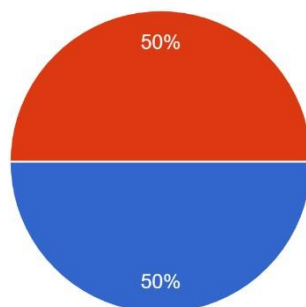
6 réponses



- Oui, absolument, le public doit être informé et conscient des dangers de la résistance aux antibiotiques.
- Oui, mais cela devrait être principalement du ressort des professionnels de la santé.
- Non, je pense que la sensibilisation actuelle est suffisante.
- Je n'ai pas d'opinion sur la question.

Seriez-vous intéressé(e) par l'utilisation d'une plateforme web dédiée à la résistance aux antibiotiques, fournissant des informations et des ressources pour les professionnels de la santé ?

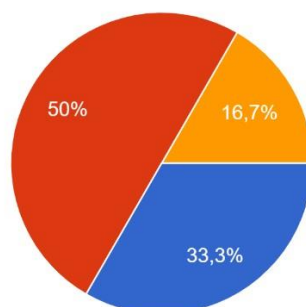
6 réponses



- Oui, je trouverais cela très utile dans ma pratique quotidienne.
- Oui, cela pourrait être intéressant mais je ne sais pas dans quelle mesure je l'utiliserais.
- Non, je ne pense pas que cela m'apporterait beaucoup de valeur ajoutée.
- Je ne sais pas, je n'ai pas suffisamment d'informations sur une telle plateforme...

Quelles fonctionnalités souhaiteriez-vous voir sur une plateforme web dédiée à la résistance aux antibiotiques ?

6 réponses

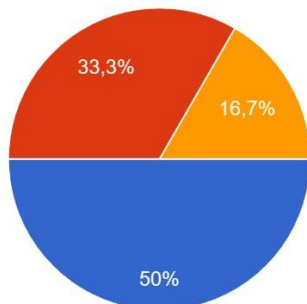


- Informations sur les directives et les recommandations actuelles en matière...
- Ressources éducatives sur l'utilisation appropriée des antibiotiques pour les...
- Outils pour évaluer la sensibilité des agents pathogènes aux antibiotiques.
- Forum de discussion pour échanger avec d'autres professionnels de la san...
- Accès à des études et des recherches récentes sur la résistance aux antibioti...

## ANNEXES 6 : RESULTATS DES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTE

Seriez-vous prêt(e) à contribuer activement à une plateforme web dédiée à la résistance aux antibiotiques en partageant vos connaissances et en participant aux discussions ?

6 réponses



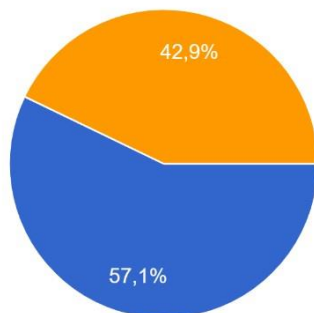
- Oui, je serais prêt(e) à participer activement à la plateforme.
- Non, je préférerais simplement consulter les informations sans y contribuer activement.
- Je ne suis pas sûr(e) ou je n'ai pas d'opinion à ce sujet.

## ANNEXES 6 : RESULTATS DES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTE

### 3. Résultats de questionnaire adresse aux responsables de laboratoires :

Quelle est votre compréhension de la résistance aux antibiotiques ?

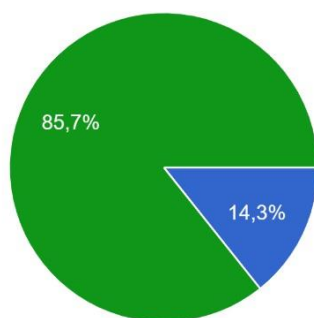
7 réponses



- Les bactéries deviennent plus fortes et résistent aux effets des antibiotiques.
- Les antibiotiques deviennent moins efficaces contre les bactéries.
- Les deux réponses ci-dessus sont correctes.
- Je ne suis pas sûr(e).

Quels sont les facteurs qui contribuent à l'émergence de la résistance aux antibiotiques ?

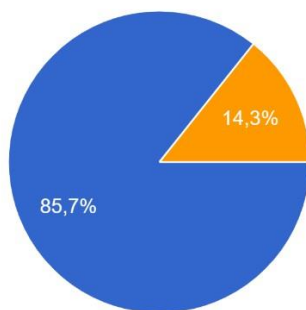
7 réponses



- L'utilisation excessive et inappropriée d'antibiotiques.
- La transmission de gènes de résistance entre les bactéries.
- Les pratiques d'hygiène insuffisantes.
- Toutes les réponses ci-dessus

Votre laboratoire effectue-t-il des tests de sensibilité aux antibiotiques ?

7 réponses

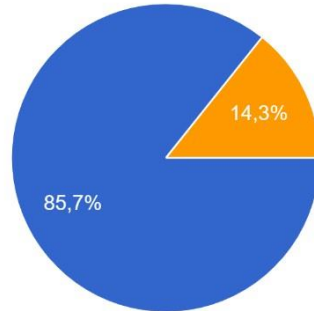


- Oui, régulièrement.
- Occasionnellement.
- Non, nous ne réalisons pas de tests de sensibilité aux antibiotiques.

## ANNEXES 6 : RESULTATS DES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTE

Comment les résultats des tests de sensibilité aux antibiotiques sont-ils interprétés dans votre laboratoire ?

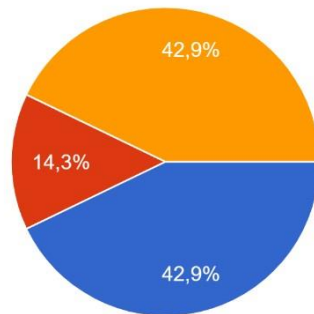
7 réponses



- En utilisant les critères définis par les recommandations internationales
- En se basant sur notre propre protocole interne.
- Je ne suis pas impliqué(e) dans l'interprétation des résultats.

Votre laboratoire mène-t-il des programmes de sensibilisation sur la résistance aux antibiotiques ?

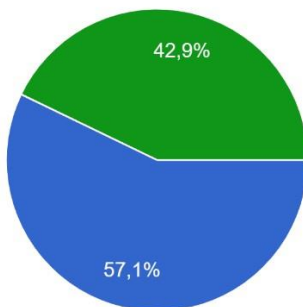
7 réponses



- Oui, régulièrement.
- De temps en temps.
- Non, nous ne menons pas de programmes de sensibilisation.

Quelles mesures votre laboratoire prend-il pour prévenir la résistance aux antibiotiques ?

7 réponses

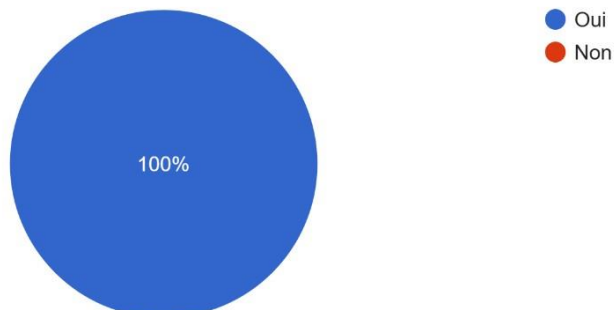


- Promouvoir une utilisation responsable des antibiotiques.
- Mettre en place des programmes de surveillance de la résistance aux antibiotiques.
- Renforcer les pratiques d'hygiène et de prévention des infections.
- Toutes les réponses ci-dessus.

## ANNEXES 6 : RESULTATS DES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTE

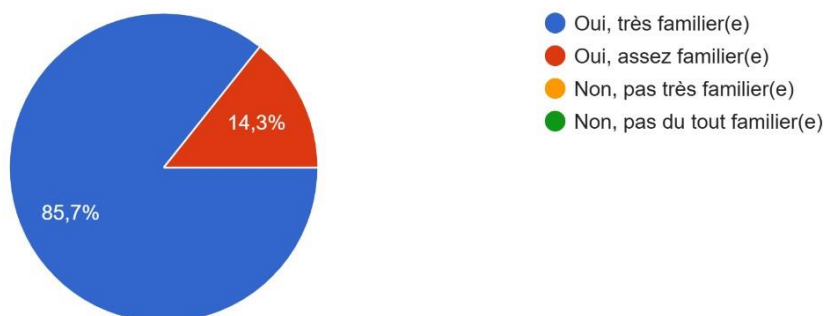
Est-ce que vous suivre les standardisations menées par des comités nationaux tels que (CA-SFM) et/ou (CLSI)

7 réponses



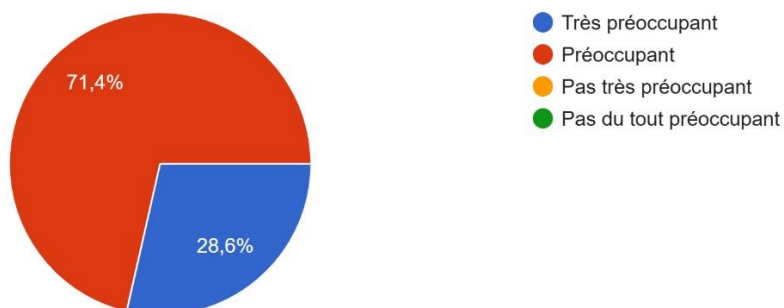
Êtes-vous familiarisé(e) avec le problème de résistance aux antibiotiques ?

7 réponses



Selon vous, à quel point la résistance aux antibiotiques est-elle un problème préoccupant dans votre pratique quotidienne ?

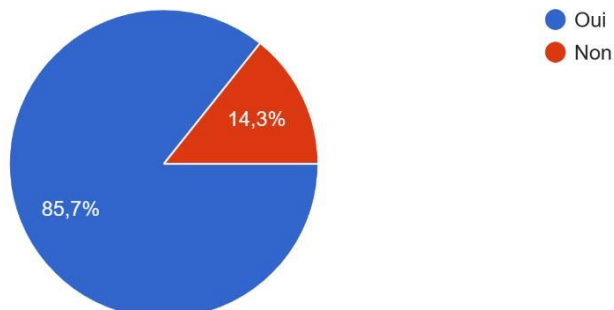
7 réponses



## ANNEXES 6 : RESULTATS DES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTE

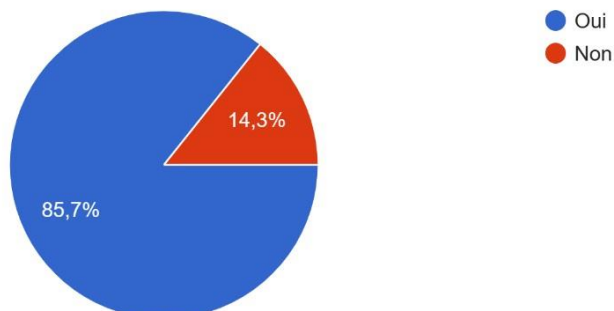
Avez-vous suivi une formation continue sur l'utilisation appropriée des antibiotiques et la prévention de la résistance ?

7 réponses



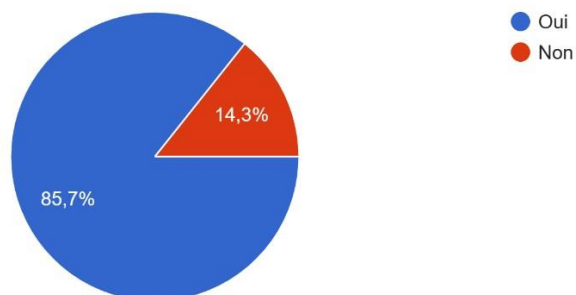
Avez-vous accès à des ressources ou des directives sur l'utilisation appropriée des antibiotiques dans votre pratique ?

7 réponses



Aimeriez-vous recevoir plus d'informations ou de formation sur la résistance aux antibiotiques et son impact sur la pratique médicale ?

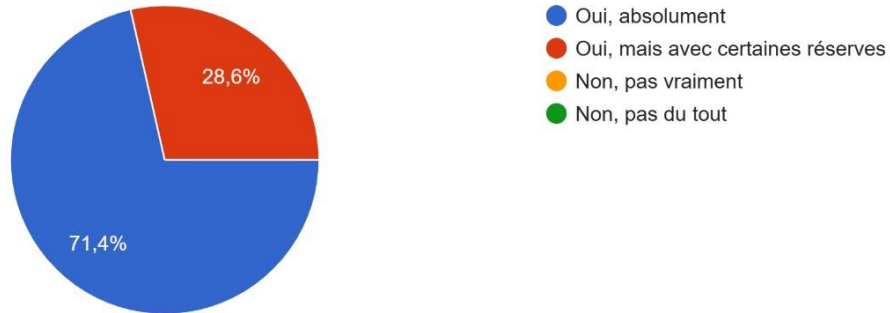
7 réponses



## ANNEXES 6 : RESULTATS DES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTE

Seriez-vous favorable à la création d'une plateforme sur la résistance aux antibiotiques pour partager les informations entre les professionnels de la santé ?

7 réponses



Quels avantages pensez-vous que la création d'une telle plateforme pourrait apporter dans la lutte contre la résistance aux antibiotiques ?

7 réponses



Quelles sont, selon vous, les principales préoccupations ou défis liés à la création d'une base de données sur la résistance aux antibiotiques ?

7 réponses

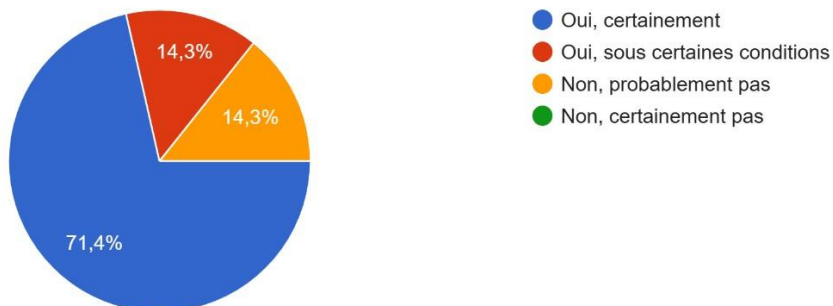




## ANNEXES 6 : RESULTATS DES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTE

Seriez-vous prêt(e) à contribuer activement à une telle plateforme en partageant les informations pertinentes sur la résistance aux antibiotiques ?

7 réponses

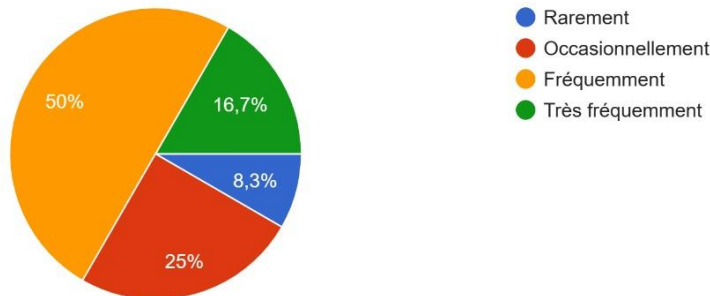


## ANNEXES 6 : RESULTATS DES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELLS DE SANTE

### 4. Résultats de questionnaire adresse aux responsables de laboratoires :

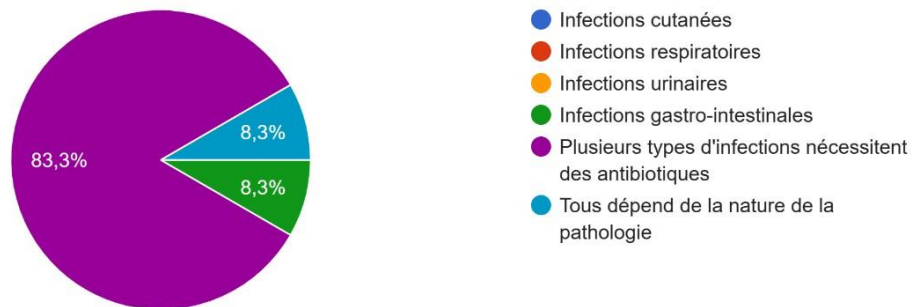
À quelle fréquence prescrivez-vous des antibiotiques pour les animaux de compagnie ?

12 réponses



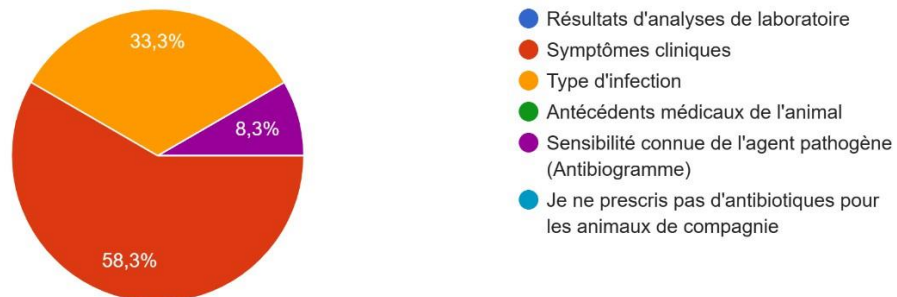
Quels types d'infections chez les animaux de compagnie nécessitent généralement l'utilisation d'antibiotiques ?

12 réponses



Quels facteurs prenez-vous en compte lors de la prescription d'antibiotiques pour les animaux de compagnie ?

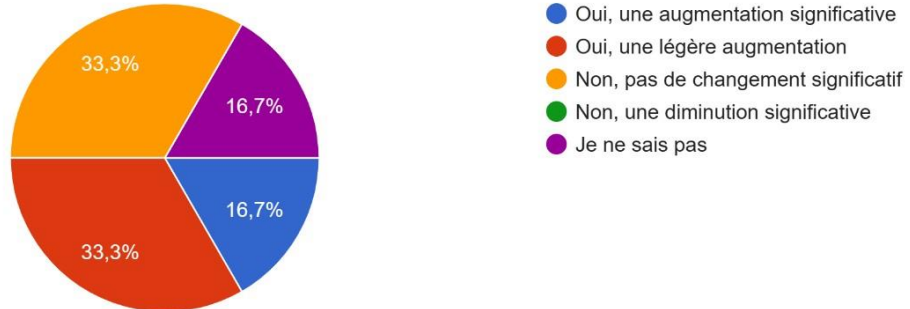
12 réponses



## ANNEXES 6 : RESULTATS DES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELLS DE SANTE

Avez-vous observé une augmentation ou une diminution de la résistance aux antibiotiques chez les animaux de compagnie au cours des dernières années ?

12 réponses



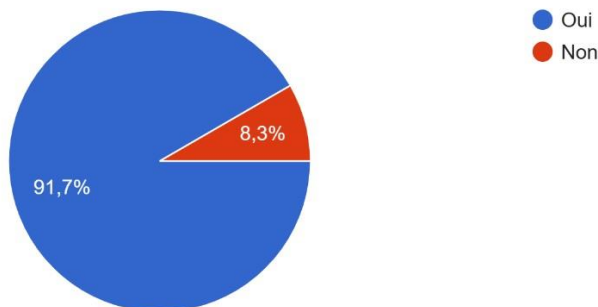
Quelles mesures prenez-vous pour prévenir ou minimiser le développement de la résistance aux antibiotiques chez les animaux de compagnie ?

12 réponses



Avez-vous de l'expérience dans le traitement des animaux d'élevage ?

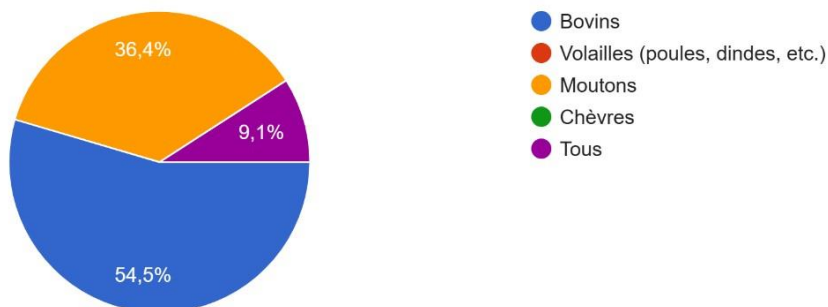
12 réponses



## ANNEXES 6 : RESULTATS DES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELLS DE SANTE

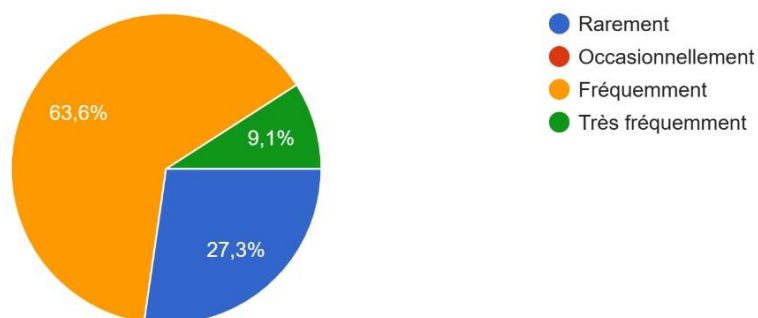
Quels types d'animaux d'élevage traitez-vous généralement ?

11 réponses



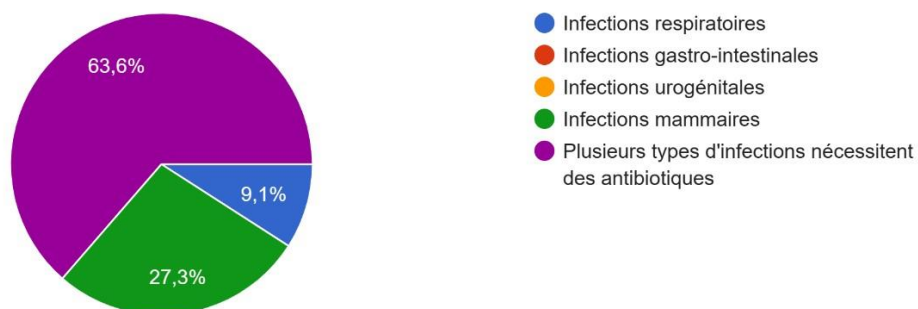
À quelle fréquence prescrivez-vous des antibiotiques pour les animaux d'élevage ?

11 réponses



Quelles maladies ou affections chez les animaux d'élevage nécessitent généralement l'utilisation d'antibiotiques ?

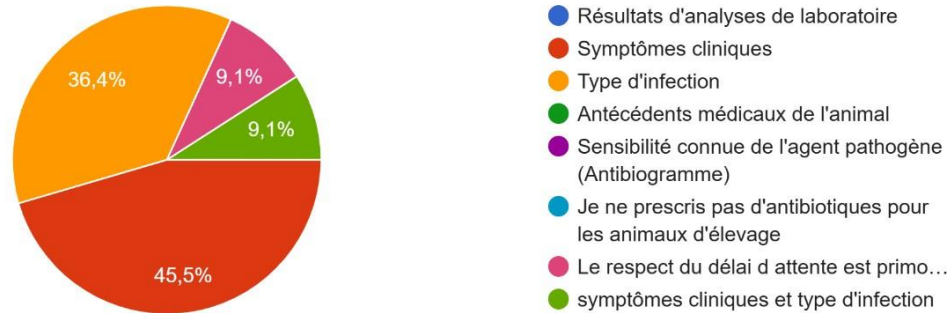
11 réponses



## ANNEXES 6 : RESULTATS DES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTE

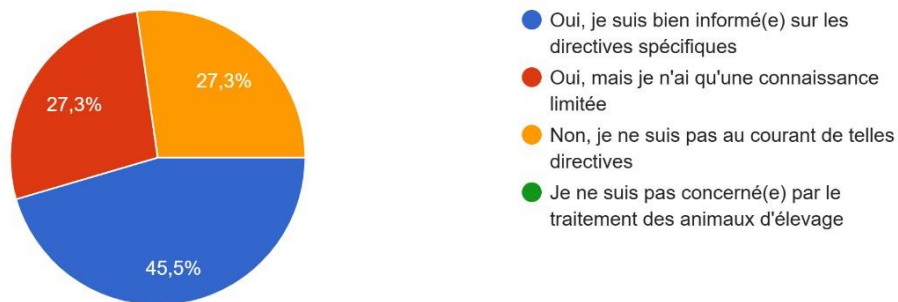
Quels facteurs prenez-vous en compte lors de la prescription d'antibiotiques pour les animaux d'élevage ?

11 réponses



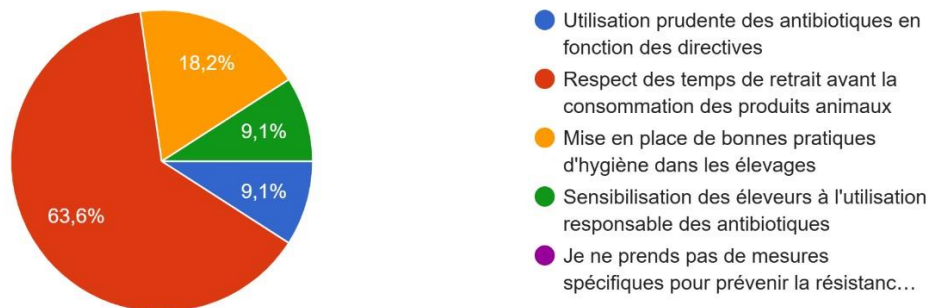
Avez-vous connaissance de directives spécifiques sur l'utilisation responsable des antibiotiques chez les animaux d'élevage ?

11 réponses



Quelles mesures prenez-vous pour prévenir ou minimiser le développement de la résistance aux antibiotiques chez les animaux d'élevage ?

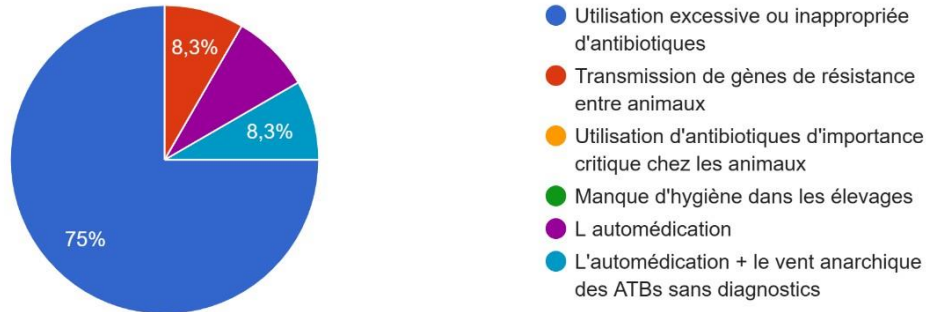
11 réponses



## ANNEXES 6 : RESULTATS DES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTE

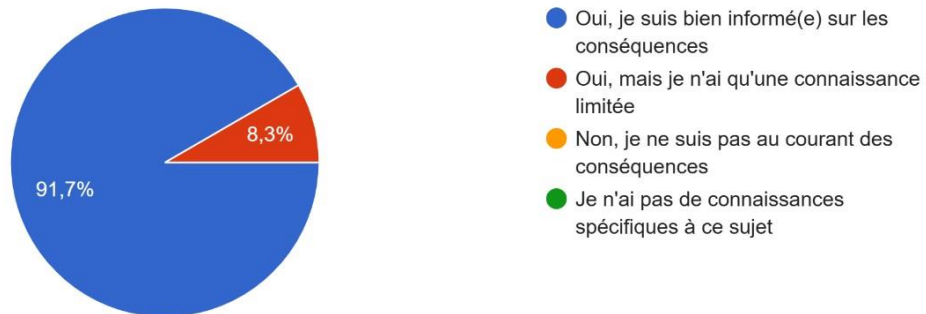
Quels sont les principaux facteurs contribuant à la résistance aux antibiotiques chez les animaux ?

12 réponses



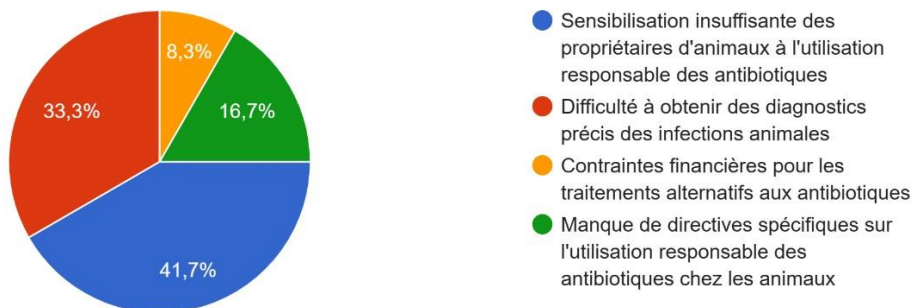
Connaissez-vous les conséquences de la résistance aux antibiotiques pour la santé des animaux d'élevage et des animaux de compagnie ?

12 réponses



Quels sont les principaux défis auxquels les vétérinaires sont confrontés dans la lutte contre la résistance aux antibiotiques chez les animaux ?

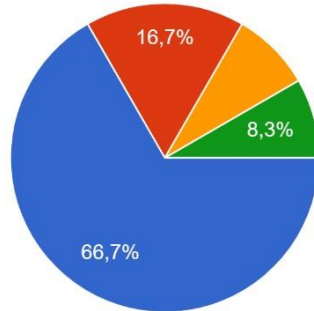
12 réponses



## ANNEXES 6 : RESULTATS DES QUESTIONNAIRES ADRESSES AUX PROFESSIONNELS DE SANTE

Dans quelle mesure seriez-vous intéressé(e) par l'utilisation d'une plateforme web dédiée à la résistance aux antibiotiques chez les animaux ?

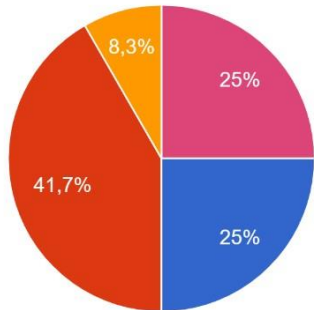
12 réponses



- Très intéressé(e), j'aimerais avoir accès à une telle plateforme.
- Modérément intéressé(e), cela pourrait être utile mais pas indispensable.
- Peu intéressé(e), je pense que je n'en aurais pas besoin.
- Pas du tout intéressé(e), je ne vois pas l'utilité d'une telle plateforme.

Quels types de fonctionnalités souhaiteriez-vous voir sur une plateforme web dédiée à la résistance aux antibiotiques ?

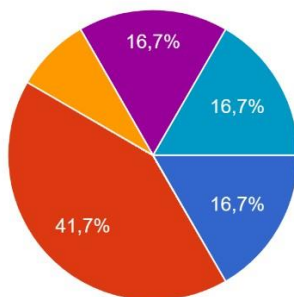
12 réponses



- Informations sur les dernières recherches et études sur la résistance...
- Ressources éducatives pour les vétérinaires sur l'utilisation responsabl...
- Directives et protocoles actualisés sur la prescription appropriée d'antibiotiques.
- Forum de discussion pour échanger a...
- Outils interactifs pour évaluer et améli...
- Rappels et mises à jour régulières sur...
- Je ne suis pas intéressé(e) par une tel...

Quels avantages percevez-vous dans l'utilisation d'une plateforme web dédiée à la résistance aux antibiotiques ?

12 réponses



- Accès facile à des informations actualisées sur la résistance aux antib...
- Possibilité d'améliorer mes connaissances sur l'utilisation respons...
- Interaction avec d'autres vétérinaires et partage d'expériences dans la lutte co...
- Accès à des outils pratiques pour optimiser mes pratiques de prescriptio...
- Me tenir informé(e) des dernières dire...
- Je ne vois aucun avantage dans l'utilis...