



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de  
la vie  
Département des sciences de la nature et de la vie

## MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie  
Filière : Sciences biologiques  
Spécialité : Microbiologie appliquée

Réf. : .....

---

Présenté et soutenu par :  
**Rayane AMRANE et Roumaïssa MERAGHNI**

Le : dimanche 4 juillet 2021

# Etude systématique de développement des infections et la résistance bactérienne en Algérie

---

### Jury :

Mme. Sara BOULMAIZ	MAA	Université de Biskra	Président
Mme. Hayat TRABSA	MCA	Université de Biskra	Rapporteur
M. Fathi BENBELAID	MCA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2020-2021

# Remerciements

*En premier lieu, nous tenons à remercier notre **Dieu**, notre créateur pour nous avoir donné la force et le courage pour accomplir ce travail.*

*Ce travail est inspiré d'une idée du :*

***Dr. Trabssa Hayat, directrice de ce mémoire.***

*C'est pourquoi nous voudrions lui exprimer toute notre profonde gratitude d'avoir accepté de nous encadrer, de nous fournir les conseils et les orientations nécessaires.*

*Merci pour votre disponibilité et votre support permanent.*

***Nous remercions les honorables membres du jury***

*Pour l'intérêt porté à ce travail et d'avoir accepté de l'examiner, et pour vos efforts pour l'améliorer.*

*Tous les mots de merci à tous les enseignants de biologie de l'université de Biskra pour leurs disponibilité et conseils.*

***Touts l'équipe de la bibliothèque de département des sciences de la nature et de la vie***

*Merci pour vos efforts, patience et gentillesse.*

*Enfin, nous remercions sincèrement tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

# Dédicace

*À mon chère père Mohamed Nadhir*

*Tu m'as inculqué les principes de l'honneur, de droiture et du dévouement. Je souhaite que ce mémoire t'apporte la joie et la fierté de voir aboutir tes sacrifices et j'espère avoir été digne de ta confiance. Puisse Dieu te procurer santé, bonheur et longue vie.*

*À ma chère maman Nassima Aourar*

*Aucun mot ne saurait exprimer tout ce que je ressens pour toi. Tes encouragements ont été pour moi une source de motivation tout au long de mes études. Merci pour tes sacrifices, ta bonté, ta tendresse et ton grand amour.*

*À ma chère enseignante Hayat Trabsa*

*Les mots me manquent pour vous remercier. J'ai été frappée par votre courage, votre rigueur scientifique et votre disponibilité. Puisse Dieu vous protéger et vous donner longue vie avec votre famille.*

*À ma chère sœur Khadidja*

*Puisse la fraternité nous unisse à jamais. Je te souhaite une vie prospère, pleine de réussite et de bonheur.*

*À mes chers frères Ahmed Taha, Ayoub et Khalil*

*Puisse la fraternité nous unisse à jamais. Je vous souhaite une vie prospère, pleine de réussite et de bonheur.*

*À ma grand-mère Messasouda Ben bouziène*

*Mon grand père Aourar Abd El Rahman*

*Puisse Dieu vous procurer santé, bonheur et longue vie.*

*Veillez trouver dans ce travail l'expression de Ma gratitude et de mon affection.*

*A tous mes enseignants*

*Merci pour vos efforts et vos patiences le long de toute la durée de mes études.*

*À toutes mes amies: Yousra, Kaouther, Atra, Wafa, Ahl lkahf et celles qui me sont chères et que j'ai omis de citer.*

**Rayane**

**À mon chère père Abdelhakim**

*Tu m'as inculqué les principes de l'honneur, de droiture et du dévouement. Je souhaite que ce mémoire t'apporte la joie et la fierté de voir aboutir tes sacrifices et j'espère avoir été digne de ta confiance. Puisse Dieu te procurer santé, bonheur et longue vie.*

**À ma chère maman Rachida Guehef**

*Aucun mot ne saurait exprimer tout ce que je ressens pour toi. Tes encouragements ont été pour moi une source de motivation tout au long de mes études. Merci pour tes sacrifices, ta bonté, ta tendresse et ton grand amour.*

**À ma chère enseignante Hayat Trabsa**

*Les mots me manquent pour vous remercier. J'ai été frappée par votre courage, votre rigueur scientifique et votre disponibilité. Puisse Dieu vous protéger et vous donner longue vie avec votre famille.*

**À mon chère frère Ahmed Tidjani**

*Puisse la fraternité nous unisse à jamais. Je te souhaite une vie prospère, pleine de réussite et de bonheur.*

**À mes chères sœurs Rofaida, Rodaina et Ritedj**

*Puisse la fraternité nous unisse à jamais. Je vous souhaite une vie prospère, pleine de réussite et de bonheur.*

**À ma grand-mère Saadia**

*Puisse Dieu vous procurer santé, bonheur et longue vie.*

*Veillez trouver dans ce travail l'expression de Ma gratitude et de mon affection.*

**À ma soulmate Bouchra Khahlaoui**

**A Wasila au coeur aimable**

**À toutes mes amies : Wafa, Atra, Nour, Yousra, Ahl lkahf et celles qui me sont chères et que j'ai omis de citer.**

**Roumaissa**

# Table des matières

Liste des tableaux .....	I
Liste des figures .....	II
Liste des abréviations .....	III

## Introduction

Introduction générale .....	1
-----------------------------	---

## Première partie : Synthèse bibliographique

### Chapitre 1. Généralité sur les infections bactériennes

<b>I. Généralités sur les infections bactériennes .....</b>	<b>2</b>
1.1 Infection bactérienne .....	2
1.1.1 Définition .....	2
1.1.2 Bactéries pathogènes.....	2
1.1.3 Pathologies infectieuses .....	3
1.1.4 Infections bactériennes invasives et non invasives.....	3
1.1.4.1 Infections bactériennes invasives (SIBI).....	3
1.1.4.2 Infections bactériennes non invasives (non SIBI).....	3
1.1.5 Quelques principales entités cliniques des infections bactériennes.....	3

### Chapitre 2. Antibiorésistance des infections bactériennes

<b>II. Antibiorésistance des infections bactériennes.....</b>	<b>4</b>
2.1 Antibiotiques.....	4
2.2 Classification d'antibiotique .....	4
2.2.1 Selon la structure chimique .....	4
2.2.2 Selon mécanisme d'action.....	5
2.3 Découverte de la résistance .....	5
2.4 Résistance bactérienne aux antibiotiques .....	5
2.4.1 Résistance naturelle .....	5
2.4.2 Résistance acquise .....	6
2.5 Mécanismes de résistance.....	6
2.5.1 Inhibition enzymatique .....	6
2.5.2 Réduction de la perméabilité cellulaire.....	6
2.5.3 Altération des sites de liaison ciblés par l'antibiotique .....	6
2.5.4 Pompes à efflux .....	6
2.6 Bactéries multi-résistantes (BMR).....	7
2.7 Super bactéries .....	7
2.8 Bactéries hautement résistantes émergentes .....	8
2.9 Mésusage des antibiotiques et impact économique de la résistance .....	8

2.9.1 Utilisation abusive dans le milieu vétérinaire .....	8
2.9.2 Arrêt du traitement.....	8
2.9.3 Prescription d'antibiotiques pour des pathologies virales.....	9
2.9.4 Utilisation du mauvais antibiotique pour la mauvaise bactérie.....	9

## **Deuxième partie : Partie pratique**

### **Chapitre 3. Matériel et méthodes**

<b>III. Matériel et méthodes.....</b>	<b>10</b>
3.1 Sources d'information et stratégies de la recherche.....	10
3.2 Mots clés.....	10
3.3 Méthodologie de sélection.....	11
3.3.1 Critères de l'inclusion.....	11
3.3.2 Critères de l'exclusion .....	12
3.4 Recherches sélectionnées et analysées .....	14
3.5 Analyse des données .....	16
3.6 Analyse descriptive et statistique .....	19
<b>IV. Résultats et discussions.....</b>	<b>21</b>
4.1 Analyse des recherches scientifiques sélectionnées sur la résistance bactérienne en Algérie.....	21
4.1.1 Types des recherches sélectionnées.....	22
4.1.2 Répartition temporelle des recherches sur la résistance bactérienne .....	22
4.1.3 Etude de la distribution géographique des recherches.....	23
4.1.4 Répartition des recherches scientifiques en fonction de Wilaya .....	24
4.1.5 Types de laboratoires hôtes des recherches scientifiques sélectionnées.....	25
4.1.6 Durée de la réalisation des études sur la résistance bactérienne .....	25
4.2 Collaborations pour la réalisation des travaux sur la résistance bactérienne .....	27
4.2.1 Collaboration de laboratoire de recherche avec les CHU .....	27
4.2.2 Collaboration des laboratoires dans différente wilaya.....	27
4.2.3 Collaboration des laboratoires nationaux avec des laboratoires étrangers .....	27
4.3 Source des échantillons dans les recherches scientifiques étudiées.....	29
4.4 Description de la population étudiée dans les recherches sélectionnées.....	30
4.4.1 Âge.....	30
4.4.2 Genre.....	31
4.4.3 Admission hospitalière.....	32
4.5 Prélèvements impliqués dans les recherches scientifiques.....	32
4.5.1 Nombre de type de prélèvement.....	32
4.5.2 Types de prélèvement .....	33
4.6 Nombre des échantillons étudiés .....	34

4.7 Nombre des échantillons positifs .....	35
4.8 Conservation des échantillons .....	35
4.9 Analyse des infections bactériennes étudiées .....	36
4.9.1 Nombre des infections .....	36
4.9.2 Infections bactériennes ciblées .....	37
4.10 Méthodes d'identification des souches bactériennes .....	38
4.11 Analyses des espèces isolées .....	39
4.11.1 Nombre des espèces bactériennes en fonction de nombre des infections .....	41
4.11.2 Nombre des espèces bactériennes en fonction de la durée de l'étude .....	42
4.12 Antibiogramme .....	43
4.12.1 Technique utilisée pour l'application d'antibiogramme .....	43
4.12.2 Nombre d'antibiotique utilisé dans l'antibiogramme .....	44
4.13 Effectif des recherches sur la résistance bactérienne .....	45
4.14 Nombre de souches inclus dans les recherches de résistance bactérienne .....	45
4.15 Analyse de profil de la résistance bactérienne des souches étudiées .....	46
4.16 Techniques moléculaires .....	47
4.17 Techniques thérapeutiques après un antibiogramme chez les patients hospitalisés .....	48
<b>Conclusion .....</b>	<b>49</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>51</b>
<b>Annexes</b>	
<b>Résumé</b>	

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Organismes infectieux bactériens. ....	3
<b>Tableau 2.</b> Classification d'antibiotique selon le mode d'action. ....	5
<b>Tableau 3.</b> Quelques exemples de mécanisme de résistance contre quelques classes d'antibiotiques et leurs conséquences. ....	7
<b>Tableau 4.</b> Caractéristiques des études incluses dans la recherche systématique de la littérature. ....	14
<b>Tableau 5.</b> Critères des études incluses dans la recherche systématique de la littérature par logiciel SPSS. ....	16
<b>Tableau 6.</b> Type des recherches scientifiques étudiées. ....	22
<b>Tableau 7.</b> Durée de l'étude en fonction de temps. ....	26
<b>Tableau 8.</b> Analyse du facteur de l'hospitalisation. ....	32
<b>Tableau 9.</b> Nombre des échantillons positifs dans les recherches scientifiques. ....	35
<b>Tableau 10.</b> Répartition des patients hospitalisés en fonction de l'infection urinaire. ....	38
<b>Tableau 11.</b> Techniques de l'antibiogramme utilisées. ....	44
<b>Tableau 12.</b> Répartition pourcentage d'effectif de la résistance bactérienne. ....	45
<b>Tableau 13.</b> Exemple sur l'hétérogénéité de choix de l'antibiotique. ....	46
<b>Tableau 14.</b> Quelque exemple des espèces résistantes (100%) ....	47
<b>Tableau 15.</b> Relation entre techniques moléculaires et collaboration étrangère. ....	48
<b>Tableau 16.</b> Traitement et techniques thérapeutiques. ....	48



## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Diagramme de flux des études dans ce travail systématique. ....	13
<b>Figure 2.</b> Diagramme résume l'analyse des recherches scientifiques sur la résistance bactérienne. ....	21
<b>Figure 3.</b> Répartition des recherches scientifiques en fonction de l'année de publication. ....	23
<b>Figure 4.</b> Répartition en pourcentage des régions de l'étude en Algérie. ....	24
<b>Figure 5.</b> Répartition en pourcentage les wilayas hôtes. ....	24
<b>Figure 6.</b> Répartition de types de laboratoire. ....	25
<b>Figure 7.</b> Effectif de la durée de l'étude en fonction de temps. ....	26
<b>Figure 8.</b> Répartition de différentes collaborations. ....	28
<b>Figure 9.</b> Répartition des pays étrangers collaborés. ....	28
<b>Figure 10.</b> Répartition de l'échantillonnage. ....	29
<b>Figure 11.</b> Répartition en pourcentage des tranches d'âge. ....	31
<b>Figure 12.</b> Répartition en pourcentage du genre. ....	32
<b>Figure 13.</b> Répartition du nombre de type de prélèvement. ....	33
<b>Figure 14.</b> Répartition de type prélèvement. ....	34
<b>Figure 15.</b> Répartition du nombre des échantillons. ....	35
<b>Figure 16.</b> Nombre d'infections étudiés. ....	37
<b>Figure 17.</b> Répartition de type des infections bactériennes. ....	38
<b>Figure 18.</b> Nombre des espèces isolées. ....	40
<b>Figure 19.</b> Comparaison statistique entre trois espèces bactériennes majeures. ....	40
<b>Figure 20.</b> Nombre des espèces les plus répondues pour trois types d'infections bactériennes. ....	42
<b>Figure 21.</b> Répartition des espèces en fonction de la durée de l'étude. ....	43
<b>Figure 22.</b> Distribution en pourcentage de nombre des ATBs utilisés. ....	45
<b>Figure 23.</b> Nombre des souches isolées. ....	46

# Liste des abréviations

<b>ATB</b>	Antibiotique
<b>BHR<sub>e</sub></b>	Bactéries hautement résistantes émergentes
<b>BMR</b>	Bactérie multi résistance
<b>BPs</b>	Bactéries pathogènes
<b>BLSE</b>	Bêta-lactamase à spectre étendu
<b>CHU</b>	Centre hôpitaux universitaires
<b>CLSI</b>	Clinical Laboratory Standards Institute
<b>CMI</b>	Concentration minimale inhibitrice
<b>CVC</b>	Cathéter veineux central
<b>ECBU</b>	Examen cyto bactériologique des urines
<b>EPC</b>	Entérobactéries productrices de carbapénémases
<b>ERG</b>	Entérobactéries glycopeptides
<b>MLST</b>	Multi Locus Sequencing Typing
<b>OMS</b>	Organisation mondiale de la santé
<b>PCR</b>	Polymerase Chain Reaction
<b>Pubmed</b>	Publications médicales
<b>PRISMA</b>	Performed Reporting Items for systematic Reviews and Meta-Analysis
<b>PSDP</b>	Pneumocoque de sensibilité diminuée à la pénicilline
<b>RAM</b>	Résistance aux antimicrobiens
<b>SARM</b>	<i>Staphylococcus aureus</i> méticilline-résistant
<b>SIBI</b>	Infections bactérienne invasive
<b>SPSS</b>	Paquet statistique pour les sciences sociales
<b>VRE</b>	Entérocoque vancomycine-résistant
<b>XDR</b>	Extensively Drug Resistant
$\alpha$	Niveau de signification
$\sigma$	Signification asymptotique
$\chi^2$	Khi- deux
<b>H<sub>0</sub></b>	Hypothèse <sub>0</sub>
<b>H<sub>1</sub></b>	Hypothèse <sub>1</sub>

# **Introduction**

# Introduction générale

Les infections bactériennes sont les principales causes des maladies dans l'histoire humaines. Avec l'introduction des antibiotiques (ATB), on a pensé que ce problème devrait disparaître (**Martínez et Baquero, 2002**). Cependant, les bactéries ont pu évoluer pour devenir résistantes aux antibiotiques. Cette dernière a rapidement constitué un problème de santé important à l'échelle mondiale et nationale précisément. Le problème de la résistance aux ATB a commencé à se poser presque en même temps que l'introduction de ces molécules en thérapeutiques dès leur apparition (**Dali, 2015**). La situation provoquée par l'utilisation d'antibiotiques dans le monde entier change sans aucun doute les populations bactériennes. Ces changements pourraient modifier les propriétés non seulement des bactéries pathogènes mais aussi le microbiote normal de l'hôte. Pour cette raison, il est devenu indispensable à la communauté scientifique de développer de nouveaux antibiotiques. Cette stratégie a démontré son inefficacité car on ne peut pas les développer indéfiniment, donc il est nécessaire de penser aux facteurs qui influent cette résistance. Ainsi, on s'est basé sur les recherches moléculaires pour avoir les gènes de résistance dans les souches bactériennes dans le cas de résistance acquise.

À cet égard, avec les circonstances forcées de la pandémie du COVID-19, au vue de la carence des recherches dans cet axe en Algérie, nous avons choisi ce thème pour recenser les recherches réalisées au niveau national dans le but d'étudier le développement de la résistance bactérienne et suggérer des études sur les facteurs qui influencent cette résistance.

Dans la première partie de ce mémoire, nous avons présenté une étude de la littérature existante; le premier chapitre présente des généralités concernant les infections bactériennes, le deuxième chapitre concerne le phénomène de l'antibiorésistance et les causes de son évolution. La deuxième partie représente l'essentiel de ce travail, qu'est l'analyse de quelque facteurs, et l'effet de ces facteurs sur les infections et le développement de la Résistance bactérienne en Algérie, où une recherche systématique est développée basée sur les données recueillies d'une enquête sur vingt-six études, analysées d'une manière descriptive et statistique avec des critères sélectionnés attentivement : Les données basiques d'une publication, les infections étudiées, les prélèvements choisis, la population sélectionnée, les souches bactériennes pathogènes et leur relation avec les infections et la durée de l'étude ainsi que les ATBs utilisées.

**Première partie :**  
**Synthèse bibliographique**

**Chapitre 1.**

**Généralité sur les**

**infections bactériennes**

# I. Généralités sur les infections bactériennes

Les infections et les maladies infectieuses demeurent des causes majeures de morbidité et mortalité (**Richard et al., 2008**), et de coût économique qui touche les deux pays industrialisés et pauvres en ressources.

La découverte des antibiotiques a laissé croire, pendant longtemps, qu'il existerait pour chaque maladie infectieuse un antibiotique spécifique actif, mais la résistance bactérienne aux agents antimicrobiens mit fin à cette hypothèse (**Barika et Boussaidi, 2019**).

## 1.1 Infection bactérienne

### 1.1.1 Définition

L'infection est la conséquence de la rencontre d'un micro-organisme potentiellement pathogène avec un hôte humain sensible à travers un portail d'entrée approprié (**Brachman et Abrutyn, 2009**), et d'après **Lynn et Stephen (2007)** l'infection bactérienne est une série d'événements se produit appelée la transmission de l'infection, c'est une chaîne qui représente le dépôt, la colonisation et la multiplication de cette micro-organisme chez l'hôte généralement accompagnée d'une réponse immunitaire (**Evans et Brachman, 2009**), en effet, les bactéries ne sont pas toutes néfastes au corps humain (**Battraud, 2017**) seul un petit nombre entre eux sont des bactéries pathogènes, et selon **Evans et Brachman (2009)** l'infection peut se produire avec ou sans maladie clinique.

### 1.1.2 Bactéries pathogènes

Pour qu'un organisme soit considéré comme un agent pathogène, il doit, au cours d'une phase de son cycle de vie, faire progresser la maladie et modifier la santé ou le comportement d'un autre organisme (**Eduardo, 2001**). Pour de nombreux bactériens pathogènes, le système immunitaire hôte élimine avec succès les bactéries envahissantes et l'infection se résorbe. Dans certaines infections, les bactéries échappent au système immunitaire de l'hôte et persistent à l'intérieur de l'hôte (**Grant et Hung, 2013**), les origines et les bases génétiques de la virulence influence la structure de la population de pathogènes, ces sujets sont interconnectés et largement pertinents pour l'émergence, l'éclosion, le contrôle et la prévention des maladies causées par les pathogènes microbiens (**Eduardo, 2001**)

### 1.1.3 Pathologies infectieuses

Se définissent comme étant un envahissement de l'organisme par des agents étiologiques (bactéries, virus, champignons et parasites) responsables des maladies dont les manifestations cliniques varient d'un organisme à un autre (**Flanon, 2007**).

### 1.1.4 Infections bactériennes invasives et non invasives

#### 1.1.4.1 Infections bactériennes invasives (SIBI)

Une nouvelle entité nosologique regroupant un certain nombre de pathologies infectieuses causées principalement par des bactéries et dont les manifestations sont fonction de l'organe atteint. Les SIBI les plus couramment rencontrées sont les suivantes : La méningite, la pneumonie, la pleurésie, les arthrites, la fièvre typhoïde, la septicémie, et la pyomyosite.

#### 1.1.4.2 Infections bactériennes non invasives (non SIBI)

Regroupent les pathologies infectieuses dont l'agent pathogène n'est pas forcément une bactérie, mais peut être due à un autre agent étiologique (**Flanon, 2007**).

### 1.1.5 Quelques principales entités cliniques des infections bactériennes

Selon **Richard et al. (2008)** Affirment qu'il existe un groupe limité d'infections, y compris les maladies diarrhéiques, les infections respiratoires aiguës, les infections transmissibles sexuellement, la tuberculose et les infections nosocomiales ou liées aux soins de santé.

Les Organismes bactériens et leur manifestations cliniques sont montré par **Parsons et Krau (2007)** dans le **tableau 1**.

**Tableau 1.** Organismes infectieux bactériens.

Bactéries/processus de la maladie	Les manifestations communes de la maladie
<i>Staphylococcus</i>	Infections cutanées superficielles, pneumonie, infections des voies urinaires, pneumonie, bactériémie
<i>Streptococcus</i>	Infections cutanées, pharyngite, pneumonie
<i>Neisseria meningitidis</i>	Méningites
<i>Escherichia coli</i>	Infection des voies urinaires, (source fréquente pour infections nosocomiales)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Infection de Peau et muqueuse, otite, infection des voies urinaires



**Chapitre 2.**

**Antibiorésistance des  
infections bactériennes**

## II. Antibiorésistance des infections bactériennes

### 2.1 Antibiotiques

L'adjectif anti-biotique (du grec anti : contre, bioti- kos : concernant la vie utilisé pour la première fois en 1889 (**Muylaert et MainilJ, 2012**). Un antibiotique est donc une substance naturelle, semi-synthétique ou synthétique qui est capable d'inhiber la multiplication ou de détruire d'autres microorganismes (**Boulahbal, 2006**). Dans le langage médical, un antibiotique est « une substance chimique organique d'origine naturelle ou synthétique, inhibant ou tuant les bactéries pathogènes à faible concentration et possédant une toxicité sélective ». Par toxicité sélective, on entend que celle-ci est spécifique des bactéries et que la molécule antibiotique n'affecte pas l'hôte infecté, au moins aux doses utilisées pour le traitement (**Anaïs, 2019**).

### 2.2 Classification d'antibiotique

Il existe plusieurs modalités de classification des antibiotiques d'utilité variable. La classification la plus courante repose sur la structure chimique, mécanisme et spectre d'action (**Hnich, 2017**) :

#### 2.2.1 Selon la structure chimique

D'après **Patrick (2007)** les antibiotiques sont classées en 5 groupes qui sont :

- Un groupe d'antibiotiques, appelé  $\beta$ -lactams, contient une « tête militaire chimique » hautement active, comme l'a décrit Christopher Walsh.
- Un autre groupe d'antibiotiques sont des Tétracyclines, ainsi nommé parce qu'ils contiennent une structure à quatre anneaux.
- Un troisième grand groupe d'antibiotiques sont les aminoglycosides. Les aminoglycosides ont des sucres (glycosides) avec des groupes aminés (NH<sub>2</sub>) attachés.
- Les macrolides représentent un autre groupe important d'anticorps. Comme son nom l'indique, ces composés contiennent une grande (macro) structure annulaire.
- Les quinolones représentent une cinquième classe d'antibiotiques.

### 2.2.2 Selon mécanisme d'action

D'après **Barika et Boussaidi (2019)** les antibiotiques sont classés aussi selon leur mode d'action et sont résumés dans le Tableau suivant :

**Tableau 2.** Classification d'antibiotique selon le mode d'action.

Famille	Mode d'action
$\beta$ -lactams	Agissant sur la paroi bactérienne
Aminoside, Tétracycline, Phénicoles	Agissant sur la synthèse protéique
Quinolones + Fluoroquinolone, Rifamycines	Agissant sur la synthèse des acides nucléiques
Polymixines	Agissant sur la membrane cytoplasmique
Sulfamides	Agissant sur la synthèse de l'acide folique

### 2.3 Découverte de la résistance

Quelques années plus tard en 1942, la première résistance aux sulfamines est décrite suivie en 1946 de la résistance à la pénicilline G mais c'est le japonais T. Watanabe qui démontre pour la première fois l'origine génétique de l'antibiorésistance en montrant que le gène responsable est porté par un plasmide bactérien (**Anaïs, 2019**).

### 2.4 Résistance bactérienne aux antibiotiques

Les antibiotiques sont des médicaments utilisés pour traiter et prévenir les infections dues à des bactéries, c'est une des découvertes les plus importantes de la médecine qui a sauvé et qui sauve des millions de vies chaque année, mais leur efficacité est menacée car les bactéries peuvent s'adapter et résister aux traitements (**Anaïs, 2019**).

Après une période de forte efficacité contre les maladies infectieuses, les antibiotiques se présentent de moins en moins efficaces face à certaines infections bactériennes. Dès 1940, juste après la découverte de la pénicilline, (**Abraham et Chain, 1940**) avaient mis en évidence l'existence de résistance à cet antibiotique chez *Escherichia coli*. Les bactéries s'adaptent aux antibiotiques et deviennent résistantes (**Jean-Luc, 2013**).

On distingue deux types de résistance bactérienne. La résistance naturelle et la résistance acquise (**Jean-Luc, 2013**).

#### 2.4.1 Résistance naturelle

Les gènes de résistance font partie du patrimoine génétique de la bactérie. La résistance naturelle est un caractère présent chez toutes les souches appartenant à la même espèce. Ce type de résistance est détecté dès les premières études réalisées sur l'antibiotique afin de déterminer son activité et contribue à définir son spectre antibactérien. Cette résistance peut

être due à l'inaccessibilité de la cible pour l'antibiotique, à une faible affinité de la cible pour l'antibiotique ou encore à l'absence de la cible. La résistance naturelle est stable, transmise à la descendance (transmission verticale) lors de la division cellulaire, mais une transmission horizontale c'est généralement pas transférable d'une bactérie à l'autre (**Sylvie, 2009**).

#### **2.4.2 Résistance acquise**

La résistance bactérienne acquise à un antibiotique est un phénomène qui apparaît au niveau des souches d'une espèce donnée, normalement sensible à cet antibiotique. C'est l'acquisition d'un facteur génétique qui se traduit par une réduction de la sensibilité à la molécule qui lui était fatale (**Jean-Luc, 2013**). Cette résistance est souvent instable (**Sylvie, 2009**). Ces changements peuvent être de deux types : soit par mutation chromosomique (une mutation spontanée) soit par acquisition des gènes transférés d'un autre micro-organisme.

#### **2.5 Mécanismes de résistance**

Selon **Sylvie et Bogdan-Ioan (2009)**, il existe quatre mécanismes principaux par lesquels les micro-organismes développent de la résistance.

##### **2.5.1 Inhibition enzymatique**

Le micro-organisme produit une enzyme qui détruit ou inactive l'antibiotique. La production enzymatique peut être induite par un facteur externe (un autre antibiotique) ou constante (non affectée par stimuli externes).

##### **2.5.2 Réduction de la perméabilité cellulaire**

La réduction de la perméabilité cellulaire se produit par diminution de l'entrée de l'antibiotique sur son site, provoquée par une modification de la perméabilité de la membrane interne ou externe de la bactérie. Une altération des porines dans la paroi des bactéries à gram négatif peut réduire ou bloquer la pénétration de l'antibiotique jusqu'à son site d'action.

##### **2.5.3 Altération des sites de liaison ciblés par l'antibiotique**

Phénomène en gendre par des chromosomes ou des plasmides, ce mécanisme de résistance produit une baisse de l'affinité de l'antibiotique pour son site d'action.

##### **2.5.4 Pompes à efflux**

Le **tableau 3** représente quelques exemples de mécanisme de résistance contre quelques classes d'antibiotiques et leurs conséquences.

**Tableau 3.** Quelques exemples de mécanisme de résistance contre quelques classes d'antibiotiques et leurs conséquences.

Mécanisme de résistance	Classe d'antibiotique	Conséquences	Référence
Inhibition enzymatique	Pénicilline Céphalosporine	Production d'une enzyme qui inactive ou détruit l'antibiotique ; Mécanisme de résistance le plus répandu.	(Sylvie, 2009)
Réduction de la perméabilité cellulaire	Imipénem Quinolones	Changements de perméabilité de la paroi ou de la membrane bactérienne empêchant le médicament d'atteindre sa cible	(Sylvie, 2009) (Patrik <i>et al.</i> , 2006).
Altération des sites de liaison ciblés par l'antibiotique	Clindamycine Macrolides vancomycine Sulfamide	Baisse de l'affinité de l'antibiotique pour son site d'action.	(Sylvie, 2009)
Pompes à efflux	Chloramphenicol Tétracyclines	Antibiotique éjecté de la cellule par transport actif et site d'action devenant inaccessible.	(Sylvie, 2009), (Patrik <i>et al.</i> , 2006).

## 2.6 Bactéries multi-résistantes (BMR)

La résistance aux antimicrobiens (RAM) se produit lorsque des microorganismes, notamment des bactéries, des virus, des champignons et des parasites, deviennent capables de s'adapter et de croître en présence de médicaments qui les ont touchés. La RAM est considérée comme une menace importante pour les systèmes de santé publique non seulement dans les pays en développement, mais dans le monde entier.

Les bactéries sont dites multi-résistantes (BMR) aux antibiotiques, lorsqu'une bactérie résiste de façon acquise à plusieurs familles d'antibiotiques, elles ne sont plus sensibles qu'à un petit nombre d'antibiotiques utilisables en thérapeutique (résistance à plus de 3 familles différentes). Les BMR les plus souvent détectées en microbiologie par ordre de fréquence sont les entérobactéries avec les bêta-lactamase à spectre étendu ou élargi (BLSE), *Staphylococcus aureus* méticilline-résistant ou SARM et l'entérocoque *Enterococcus faecium* vancomycine-résistant ou VRE. Dans cette catégorie, il existe un autre acronyme les PSDP ou pneumocoque de sensibilité diminuée à la pénicilline (Anaïs, 2019).

## 2.7 Super bactéries

Dans ce contexte de bactéries multi-résistantes, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a listé 12 familles de bactéries contre les quelles elle juge urgent de développer de nouveaux traitements : ces ont les « super bactéries ». Parmi ces 12 familles de bactéries on

retrouve le staphylocoque doré, des salmonelles, l'*Helicobacter pylori* encore la *Neisseria gonorrhoeae* mais également le pneumocoque l'*Haemophilus influenzae*, et les *Shigella spp.* Selon **Anaïs (2019)** quant à *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* et entérobactéries.

## 2.8 Bactéries hautement résistantes émergentes

Outre ces bactéries multi-résistantes, il est aussi défini des bactéries hautement résistantes émergentes (BHRe) ou plus communément appelées XDR pour Extensively Drug Resistant qui sont des bactéries sensibles à une ou deux classes d'antibiotiques maximum, ce sont donc des bactéries pour lesquels la thérapeutique vas'avérer très restreint afin d'éviter de transformer ces bactéries en bactéries résistantes à toutes les classes d'antibiotiques et pour lesquelles nous n'aurions plus de solutions thérapeutiques à apporter.

Parmi les BHRe on retrouve, les entérobactéries productrices de carbapénémases (EPC) et l'*Enterococcus faecium* résistant aux glycopeptides (ERG), les BHRe sont des bactéries commensales du tube digestif, leur prévalence est actuellement faible (**Anaïs, 2019**).

## 2.9 Mésusage des antibiotiques et impact économique de la résistance

Quelque exemple concernant la mésusage des antibiotiques et impact économique de la résistance selon **Anaïs (2019)**.

### 2.9.1 Utilisation abusive dans le milieu vétérinaire

Les animaux comme tout être vivant sont sujets à des maladies qu'il est nécessaire de prévenir ou de traiter. Dès lors qu'un animal est sujet à une infection bactérienne, il doit recevoir un antibiotique, pour son bien-être. L'administration d'antibiotiques devrait être sous contrôle vétérinaire et sur prescription.

### 2.9.2 Arrêt du traitement

La durée d'un traitement est la durée suffisante pour obtenir la guérison définitive d'une infection. Cette durée est fondée sur des données empiriques et exprimée le plus souvent sous la forme de fourchette. Mais Il est courant que de nombreuses personnes, lorsqu'elles se sentent mieux et qu'elles n'ont plus de symptômes arrêtent spontanément et simplement leur traitement d'antibiotique. Outre, la durée ou l'arrêt précoce du traitement, la prise d'antibiotiques à une concentration sub-inhibitrice provoque un stress qui augmente la pression de sélection et donc la résistance bactérienne.

### **2.9.3 Prescription d'antibiotiques pour des pathologies virales**

Normalement l'examen clinique oriente le médecin vers l'hypothèse d'une infection par un micro-organisme, mais certains symptômes sont communs aux infections virales et bactériennes et ne permettent pas toujours un diagnostic différentiel précis.

### **2.9.4 Utilisation du mauvais antibiotique pour la mauvaise bactérie**

Les médecins peuvent procéder à des examens plus spécifiques pour lesquels il s'agit de trouver le germe responsable de l'infection pour éviter ce type de mésusage.

**Deuxième partie :**  
**Partie pratique**



# **Chapitre 3.**

## **Matériel et méthodes**

### III. Matériel et méthodes

A cause de la crise sanitaire qui secoue aujourd'hui l'Algérie et la plupart des pays de la planète, nous sommes obligées de réaliser ce modeste travail systématique descriptif. Il s'agit d'une recherche systématique sur l'évolution de la résistance bactérienne contre les antibiotiques dans des différentes infections bactériennes, et les facteurs qui influencent l'antibiorésistance dans ces infections dans plusieurs régions en Algérie. Des articles scientifiques sont notre base de données et notre matériel dans cette étude. Cette dernière, se base sur deux méthodologies exhaustives. La première, est la collection et la sélection des articles pour obtenir des articles d'intérêt. La deuxième méthodologie est la stratégie d'analyse des données de ces articles pour discuter le sujet statistiquement avec la méthode ci-dessous.

#### 3.1 Sources d'information et stratégies de la recherche

Une recherche systématique est une revue d'une question clairement formulée qui utilise des méthodes systématiques et explicites pour identifier, sélectionner et évaluer de façon critique la recherche pertinente, et pour recueillir et analyser les données des études incluses dans la recherche. Des méthodes statistiques (méta-analyse) peuvent ou non être utilisées pour analyser et résumer les résultats des études incluses. La méta-analyse fait référence à l'utilisation de techniques statistiques dans un examen systématique pour intégrer les résultats des études incluses. La recherche systématique est réalisée selon les directives Performed Reporting Items for systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA). Cette dernière, est un ensemble des données probantes pour la production de rapports dans le cadre d'examen systématiques et de méta-analyses.

Pour cette raison, on a sélectionné des articles par une recherche méthodologique par l'importation de ceux-ci des différentes plateformes telles que; les moteurs de recherches : Publications Médicales (Pubmed) et Google Scholar. En orientant l'utilisation des différentes combinaisons des mots clés.

À certain niveaux de sélection des articles, on a inclus des nouveaux articles d'après la liste de références d'article initiale.

#### 3.2 Mots clés

Les mots clés utilisés sont en anglais et en français : « bacterial infection » « bacterial infection » avec « Algeria », « isolat strains », « isolat strains from infections », « isolat

strains », « urinary infection » avec « bacteria », « isolation of bacterial strains », « intestinal infection », « humain bactériale infection », « souche isolée bactérienne », et « infection bactérienne ». Et des opérateurs booléens (AND, OR, NOT).

Le recueil des données a été réalisé du 03 Avril 2021 jusqu'à 13 Mai 2021. Le tableau ci-dessous représente le nombre d'effectifs des résultats obtenus.

**Tableau 4.** Nombre d'effectifs des résultats obtenus.

Mots-clés	Effectif des résultats obtenus
bacterial infection	1,062,813
bacterial infection AND Algeria	687
isolate strains	316,324
isolat strains from infections	145,823
urinary infection	83,567
intestinal infection	122,720
humain bactériale infection	854,515
infection bactérienne	962

### 3.3 Méthodologie de sélection

On a fait une sélection de trois niveaux, on commence par la filtration rapide selon le lien direct des titres des articles avec la thématique ciblée.

En second, on a basé sur le contenant de le résumé de l'article, pour éliminer celle qui ne correspondent pas à la question de notre recherche, le résumé ne porte pas tout les signes des méthodes et résultats utilisés. En troisième niveau, est basé sur la lecture du contenu scientifique (corps de l'article), pour fixer les critères étudiés et leurs propositions, qui vont nous guider pour déterminer les facteurs qui influencent le développement de la résistance bactérienne.

Tous les articles sont initialement triés en appliquant les critères d'inclusion et d'exclusion pour identifier les articles qui traitent la résistance bactérienne en Algérie.

#### 3.3.1 Critères de l'inclusion

- Langue de publication : Anglais ou Français.
- Doivent être des articles de recherche scientifique sous forme (IMRD).
- Doivent être des articles ciblent les infections humaines (isolats clinique humaine).

- Doivent être des articles ciblant la résistance bactérienne en Algérie.

### 3.3.2 Critères de l'exclusion

- Les articles systématiques, reviews.
- Les articles qui ciblent principalement la résistance bactérienne à l'origine moléculaires.
- Les articles étudient principalement les infections et qui ne traitent pas la résistance bactérienne.
- Les articles qui ciblent les infections chez les animaux.
- Les articles qui ciblent les contaminations alimentaires.
- Les articles qui ciblent les contaminations environnementales.
- Les articles traitent la résistance bactérienne à l'échelle internationale.

Finalement, vingt-six articles sont sélectionnés. On a complété la saisie dans le logiciel (SPSS) avec les informations brutes de ces articles sélectionnées.

L'ensemble des données sur la sélection des articles sont résumées dans le diagramme des flux (PRISMA) de sélection et de l'inclusion des articles (**Figure 1**).

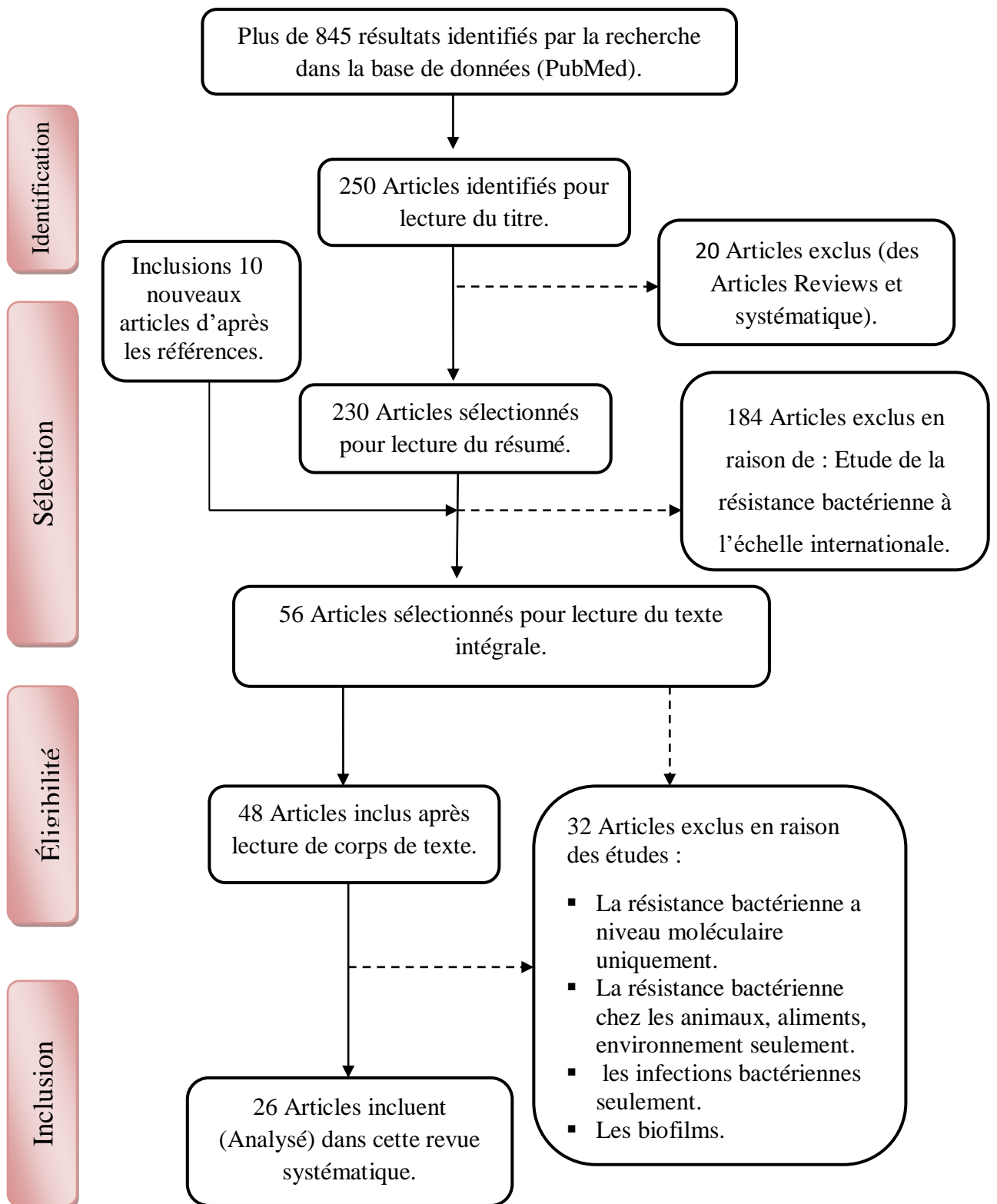


Figure 1. Diagramme de flux des études dans ce travail systématique.

### 3.4 Recherches sélectionnées et analysées

Pour faciliter la présentation synthétique de l'article, l'évaluation de sa qualité et l'extraction des variables qui vont entrer dans l'analyse afin de résoudre la problématique, on a effectué une description textuelle et une présentation tabulaire des données extraites des études sélectionnées.

Parmi les variables liées à l'identification de l'article on a le titre, nom de premier auteur, la revue de Publication et l'année de publication.

**Tableau 4.** Caractéristiques des études incluses dans la recherche systématique de la littérature.

N°	Titre de l'article	Premier auteur	Journal	Année de publication
1	Sensibilité aux antibiotiques et mécanismes de résistance aux bêta-lactamines des souches cliniques de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> : première étude en Algérie.	M. Drissi	<i>Médecine et maladies infectieuses</i>	2008
2	Les infections urinaires à Ain M'lila (Algérie). Résistance aux antibiotiques des 239 souches isolées entre 2006 et 2007.	F. Bouzenoune	<i>Médecine et maladies infectieuses</i>	2009
3	Antimicrobial Resistance of Respiratory pathogens in North African Countries.	A. Ben Ouda	<i>Journal of Chemotherapy</i>	2009
4	Emergence de souches de <i>Staphylococcus aureus</i> résistantes à la vancomycine isolées du centre hospitalo-universitaire de Tlemcen (Algérie Nord-ouest).	S.A. Rebiahi	<i>Médecine et maladies infectieuses</i>	2011
5	Résistance aux antibiotiques des entérobactéries au niveau du CHU de Sidi Bel Abbes (Algérie).	Souna djahida	<i>Microbiol. Hyg. Ali</i>	2011
6	Prevalence and characterization of extended spectrum -lactamases in <i>Klebsiella-Enterobacter-Serratia</i> group bacteria, in Algeria.	S. Nedjai	<i>Médecine et maladies infectieuses</i>	2011
7	Sérotypage et sensibilité aux antibiotiques des souches de <i>Streptococcus pneumoniae</i> isolées en Algérie de 2001 à 2010.	H. Tali-Maamar	<i>Médecine et maladies infectieuses</i>	2012
8	Molecular epidemiology of <i>Enterococcus sp.</i> isolated in a university hospital in Algeria	Assima Djehmi	<i>Scandinavian Journal of Infectious Diseases</i>	2012

<b>9</b>	Émergence d' <i>Enterococcus faecium</i> résistant aux glycopeptides en Algérie : à propos d'un cas.	Moufida Hamidi	<i>Ann Biol Clin</i>	2013
<b>10</b>	Biotyping of Multidrug-Resistant <i>Klebsiella pneumoniae</i> Clinical Isolates from France and Algeria Using MALDI- TOF MS.	Meryem Berrazeg	<i>Plos One</i>	2013
<b>11</b>	Antibiotic resistance determinants of multidrug-resistant <i>Acinetobacter baumannii</i> clinical isolates in Algeria.	Sofiane Bakour	<i>Diagnostic Microbiology and Infectious Disease</i>	2013
<b>12</b>	Identification and study of the emergence of antibiotic resistance of microorganisms responsible for urinary tract infections in Bechar (Algeria).	El Hassan Benyaqoub	<i>La science en liberté</i>	2013
<b>13</b>	Molecular epidemiology of <i>Staphylococcus aureus</i> strains isolated from inpatients with infected diabetic foot ulcers in an Algerian University Hospital.	N. Djahmi	<i>Clinical Microbiology and Infection</i>	2013
<b>14</b>	Determinants of quinolone resistance In <i>Escherichia coli</i> causing community-acquired urinary tract infection in Bejaia, Algeria.	Yanat Betitr	<i>Asian Pacific journal of Tropical Medicine</i>	2014
<b>15</b>	<i>Enterococcus hirae</i> , an unusual pathogen in humans causing urinary tract infection in a patient with benign prostatic hyperplasia: first case report in Algeria.	N. Bourafa	<i>New Microbes and New Infections</i>	2015
<b>16</b>	Evolution of antimicrobial resistance and serotype distribution of <i>Streptococcus pneumoniae</i> isolated from children with invasive and noninvasive pneumococcal diseases in Algeria from 2005 to 2012.	N. Ramdani-Bouguessa	<i>New Microbes and New Infections</i>	2015
<b>17</b>	Prevalence and characterization of urinary tract infections among Algerian diabetics.	Moumen Chentouf W.	<i>J. Chem. Pharm. Res</i>	2015
<b>18</b>	Hemodialysis catheter-related infection: rates, risk factors and pathogens.	Farida Fahli	<i>Elsevier</i>	2016
<b>19</b>	Multidrug-resistant bacteria isolated from patients hospitalized in Intensive Care Unit in University Hospital of Constantine, Algeria (2011 - 2015).	Abla Hecini-Hannachi	<i>African Journal of Microbiology Research</i>	2016

20	Microbiological and molecular characterization of <i>Corynebacterium diphtheriae</i> isolated in Algeria between 1992 and 2015.	N. Benamrouche	<i>Clinical Microbiology and Infection</i>	2016
21	Characterization of carbapenem resistant <i>Acinetobacter baumannii</i> isolated from intensive care units in two teaching hospitals from Algeria and Tunisia.	Sabrina Amiri	<i>Pan African Medical</i>	2017
22	Emerging of antimicrobial resistance in <i>staphylococci</i> isolated from clinical and food samples in Algeria.	Rachid Achek	<i>BMC Research Notes</i>	2018
23	Characterization of uropathogenic ESBL-producing <i>Escherichia coli</i> isolated from hospitalized patients in western Algeria.	Fatima Zenati	<i>J Infect Dev Ctries</i>	2018
24	High Prevalence of Multidrug-Resistant <i>Escherichia coli</i> in Urine Samples from Inpatients and Outpatients at a Tertiary Care Hospital in Sétif, Algeria.	Larbi Zakaria Nabti	<i>Microbial drug resistance</i>	2019
25	Bacterial ecology and antibiotic resistance mechanisms of isolated resistant strains from diabetic foot infections in the north west of Algeria.	Bakhta Bouharkat	<i>Diabetes et Metabolic Disorders</i>	2020
26	Prevalence and isolation frequency of pathogenic strains responsible for some infections in Bechar's community (Southwest of Algeria): About 1 458 cases.	El Hassan Benyagoub	<i>Bangladesh Journal of Medical Science</i>	2020

### 3.5 Analyse des données

Les données de vingt-six recherches scientifiques collectées ont été colligées, traitées et consacrées à la restitution des résultats chiffrés sous forme de tableaux et graphiques statistiques à l'aide du logiciel paquet statistique pour les sciences sociales (SPSS) version 25 et le logiciel GraphPad Prism version 9. Une analyse descriptive présentée sous forme des critères exprimés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 5.** Critères des études incluses dans la recherche systématique de la littérature par logiciel SPSS.

N°	Critères	Objectif de critère
1	Code d'article	Organisation
2	Type d'article	L'étude de l'avancement des recherches



3	Année de publication	scientifiques qui ciblent les infections et la résistance bactériennes en Algérie
4	Affiliation de 1er auteur	
5	Région d'étude	
6	Collaboration	
7	Collaboration étrangère	
8	Pays de collaboration	
9	Collaboration entre wilaya	
10	Collaboration entre labo et CHU	
11	Laboratoire de pratique de publication	
12	Durée d'étude	
13	Année de l'échantillonnage	
14	Nombre de source d'échantillon	
15	Source d'échantillon	
16	Hospitalisation	
17	Non hospitalisation	
18	Age	
19	Nombre de sexe femelle	
20	Nombre de sexe male	
21	Nombre des infections étudiées	
22	Nombre des souches étudiées	Etude sur les infections bactériennes
23	Septicémie	
24	Infection neuronale	
25	Infection nosocomiale	
26	Infection du peau	
27	Infection ORL	
28	Infection pulmonaire	
29	Endocardite	
30	Infection intestinale	
31	Infection du sein	
32	Infection génitale	
33	Infection séreuse	
34	Infection urinaire	
35	Infection liée au CVC	
36	Infection diabétique du pied	
37	Nombre de type de prélèvement	Etude sur les prélèvements
38	Pus	
39	Urine	
40	Culture du sang	
41	Nasopharyngé	
42	Auriculaire	
43	Aspiration bronchique	
44	Prélèvement vaginales	
45	Liquide Biologique	
46	Peau	

47	Culture de la gorge	
48	Crachat	
49	Sinus	
50	Matière fécale	
51	Prélèvement profond	
52	Prélèvement de sperme	
53	Prélèvement de plaie	
54	Prélèvement rectale	
55	Cathéter	
56	Conservation d'échantillon	Conditions de conservation
57	Température de conservation	
58	Nombre d'échantillon	Le nombre des échantillons étudiés
59	Nombre d'échantillon positive	
60	Méthode d'identification	Identifications des espèces bactériennes
61	Technique d'antibiogramme	Etudier la résistance bactérienne
62	Technique moléculaire	
63	Technique moléculaire utilisée	
64	Nombre d'antibiotique utilisée	
65	Traitement	Antibiothérapie
66	Technique de traitements	
67	Etude d'effectif de résistance	La résistance bactérienne dans les recherches
68	Nombre d'espèce étudiée	
69	<i>Escherichia coli</i>	
70	Nombre d' <i>Escherichia coli</i> isolée	
71	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	
72	Nombre de <i>Klebsiella pneumoniae</i> isolée	
73	<i>Proteus mirabilis</i>	
74	Nombre de <i>Proteus mirabilis</i> isolée	
75	<i>Proteus spp.</i>	
76	Nombre de <i>Proteus spp.</i>	
77	Staphylococci couagulase négative	
78	Nombre de Staphylococci Coagulase négative isolée	Etudier les espèces les plus répondues et les plus pathogènes
79	<i>Staphylococcus aureus</i>	
80	Nombre de <i>Staphylococcus aureus</i>	
81	<i>Staphylococcus aureus</i> externe	
82	Nombre de <i>Staphylococcus aureus</i> externe isolée	
83	<i>Acinetobacter baumannii</i>	
84	Nombre d' <i>Acinetobacter baumannii</i>	
85	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	
86	Nombre de <i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	
87	Autres entérobactéries	
88	Nombre d'autres entérobactéries	

	isolées
89	BGN non fermentaires
90	Nombre de BGN non fermentaires isolée
91	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>
92	Nombre de <i>Corynebacterium diphtheriae</i> isolée
93	<i>Streptococcus pyogenes</i>
94	Nombre de <i>Streptococcus pyogenes</i> isolée
95	<i>Haemophilus influenzae</i>
96	Nombre d' <i>Haemophilus influenzae</i> isolée
97	<i>Streptococcus pneumoniae</i>
98	Nombre de <i>Streptococcus pneumoniae</i> isolée
99	<i>Enterococcus hirae</i>
100	Nombre d' <i>Enterococcus hirae</i> isolée
101	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
102	Nombre de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> isolée
103	<i>Enterococcus faecium</i>
104	Nombre d' <i>Enterococcus faecium</i> isolée
105	<i>Enterococcus cloacae</i>
106	Nombre d' <i>Enterococcus cloacae</i>
107	<i>Streptococcus sp.</i>
108	Nombre <i>Streptococcus sp.</i>
109	<i>Enterococcus sp</i>
110	Nombre d' <i>Enterococcus sp</i>
111	<i>Enterococcus faecalis</i>
112	Nombre d' <i>Enterococcus faecalis</i>
113	<i>Klebsiella oxytoca</i>
114	Nombre d' <i>Klebsiella oxytoca</i>
115	<i>Enterobacter aerogenes</i>
116	Nombre d' <i>Enterobacter aerogenes</i>
117	<i>Serratia marcescens</i>
118	Nombre de <i>Serratia marcescens</i>

### 3.6 Analyse descriptive et statistique

Une analyse statistique a été portée en fonction des variables traitées : le test d'indépendance Khi-deux ( $\chi^2$ ) pour étudier l'indépendance ou la relation entre deux variables qualitatives pour déterminer le risque de la résistance bactérienne chez une population exposée à un tel facteur, Ces tests ont été portés pour confirmer de quelques relations entre les

données des recherches. Le niveau de signification ( $\alpha$ ) a été fixé à 0.05. Les valeurs de signification asymptotique bilatérale ( $\sigma$ ) des résultats d'analyse de  $\chi^2$  ont été comparées à  $\alpha$ , dont si :  $\sigma < \alpha$  hypothèse 0 (H0) est vrai, et les deux variables sont dépendantes;  $\sigma > \alpha$  hypothèse 1 (H1) est vrai, et les deux variables sont indépendantes. Ainsi qu'une corrélation linéaire a été effectuée pour l'analyse de profil de l'antibiorésistance bactérienne.

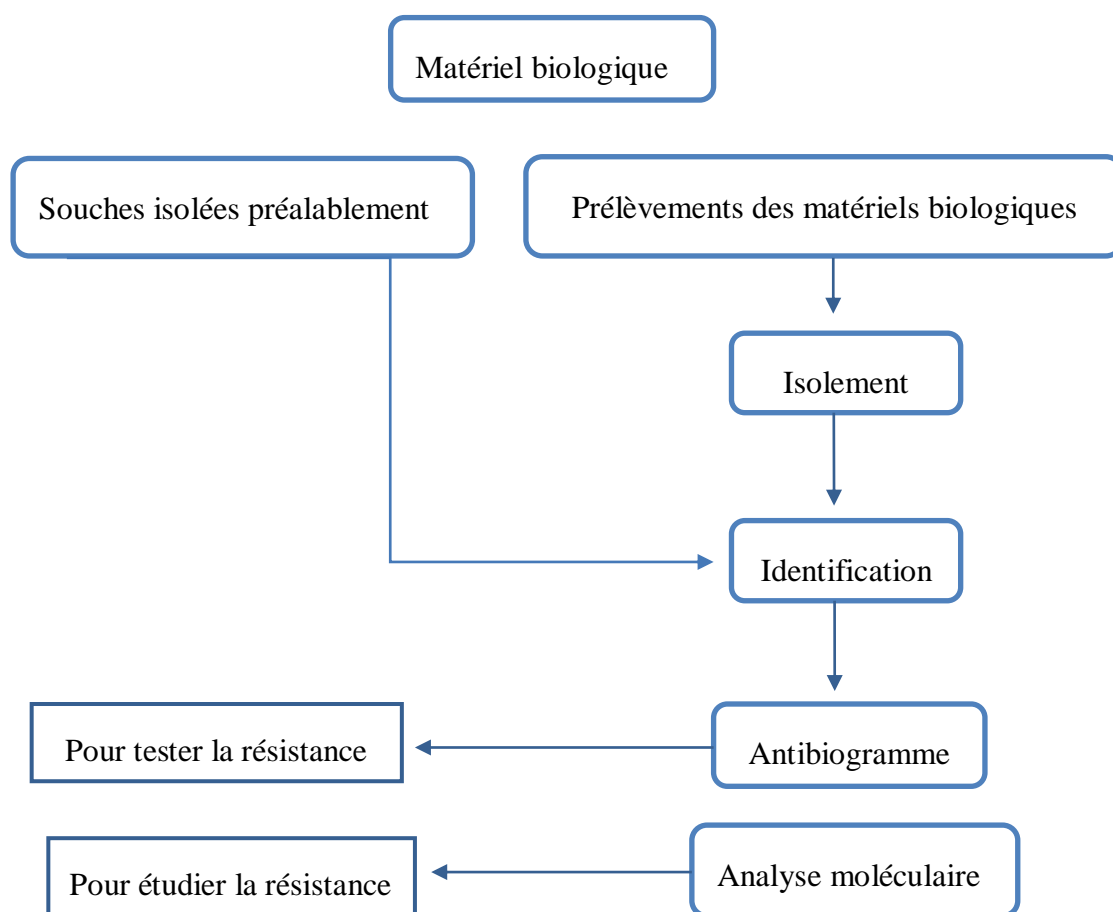
# **Chapitre 4.**

## **Résultats et discussion**

## IIV. Résultats et discussions

### 4.1 Analyse des recherches scientifiques sélectionnées sur la résistance bactérienne en Algérie

La résistance des bactéries aux antibiotiques demeure aujourd'hui un problème mondial majeur de santé publique, leur consommation croissante reflète l'intérêt de ces molécules pour traiter et prévenir les infections humaines. Pour une meilleure compréhension de l'émergence des résistances aux ATB, les chercheurs ont effectué des projets scientifiques à l'échelle nationale. Dans ce but, on a analysé les résultats de vingt-six recherches sélectionnées pour étudier cette thématique ; les publications analysées sont réalisées par des chercheurs Algériens. Chaque recherche est différente de l'autre par ses informations, toutes les recherches scientifiques ont utilisé le matériel biologique bactérien ; basée sur des souches isolées préalablement dans un laboratoire ou sur des prélèvements dans le but d'isoler et d'identifier les souches (Voir schéma ci-dessous).



**Figure 2.** Diagramme résume l'analyse des recherches scientifiques sur la résistance bactérienne.

#### 4.1.1 Types des recherches sélectionnées

Les recherches analysées dans notre étude sont réparties en deux catégories, comme montré dans le **tableau 6**. Le premier type concerne les souches isolées, le second avec prélèvements des matériels biologiques. Ce dernier domine la quasi-totalité des études avec 88.5 %, par contre les recherches par les souches isolées représentent 11.5 %.

Cette répartition indique que les chercheurs préfèrent utiliser les prélèvements des matériels biologiques au lieu des souches préalablement isolées. Cela peut être pour assurer depuis le début les conditions d'isolement et d'identification de la souche, ou bien pour découvrir des nouveaux facteurs qui influencent le développement de la résistance bactérienne.

**Tableau 6.** Type des recherches scientifiques étudiées.

	Effectif	Pourcentage
Prélèvement des matériels biologique	23	88,5 %
Souches isolées	3	11,5 %

#### 4.1.2 Répartition temporelle des recherches sur la résistance bactérienne

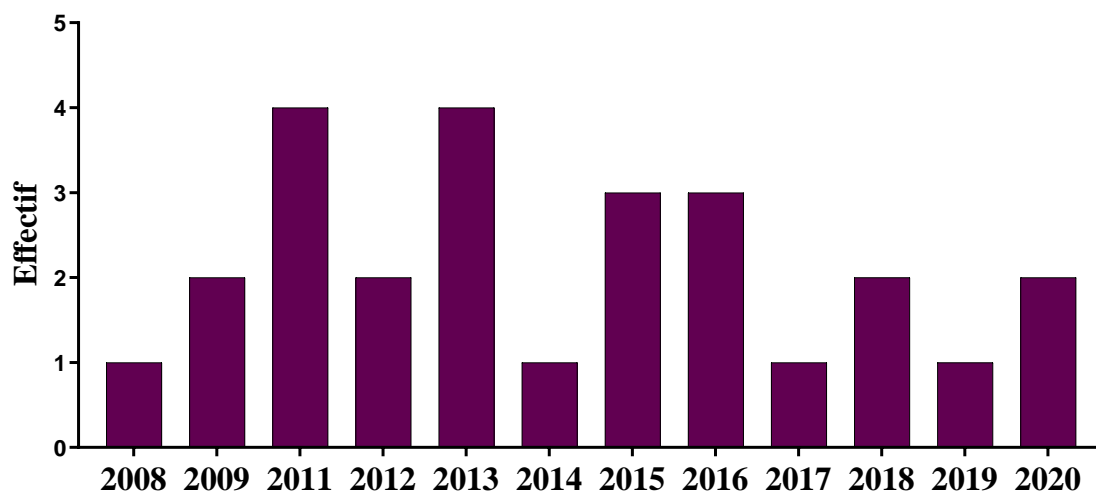
La **figure 3** représente le nombre des publications incluses par année dans les derniers douze ans dans l'axe de la résistance bactérienne au niveau national; ainsi, les recherches retenues ont été publiées entre 2008 et 2020 en Algérie. D'après la figure ci-dessous, on note une seule publication dans les années tels que : 2008 et 2019. Par contre entre 2009 et 2020 le nombre des publications a doublé. En 2015 et 2016, on note trois publications par année. Au cours des deux années 2011 et 2013 on dénombre 04 publications par année.

On remarque que les publications des chercheurs dans cette thématique, n'a pas gardé une évolution constante, cela peut être à cause de l'instabilité du rendement scientifique dans ce domaine ou bien à cause de l'indexation des travaux dans d'autres moteurs de recherche. Comparativement au niveau mondial, cette thématique a connu une nette augmentation dès la découverte de la résistance bactérienne.

D'après **Allal et al., (2008)** l'absence d'une véritable politique nationale d'information en Algérie a engendré des dysfonctionnements affectant tous les maillons du système d'information. Leur origine est le manque de visibilité des articles scientifiques des chercheurs algériens, l'immaturation de la pratique de publication électronique. Les retombées sur l'activité scientifique sont innombrables : la redondance des travaux de recherche, l'absence de capitalisation des acquis scientifiques, retard dans l'accomplissement des thèses,

stagnation de la recherche dans certains domaines, migration des cerveaux, etc. Il est donc évident que les archives ouvertes intègrent la solution qui soit à la fois stratégique et indispensable pour les organismes scientifiques algériens (universités et centres de recherche) qui génèrent d'importants gisements d'informations. L'application d'un tel dispositif va permettre de valoriser et offrir une meilleure visibilité pour les publications scientifiques, et par la même occasion, enrichir le patrimoine scientifique national.

### Répartition de l'année de publication des recherches scientifiques en fonction du temps



**Figure 3.** Répartition des recherches scientifiques en fonction de l'année de publication.

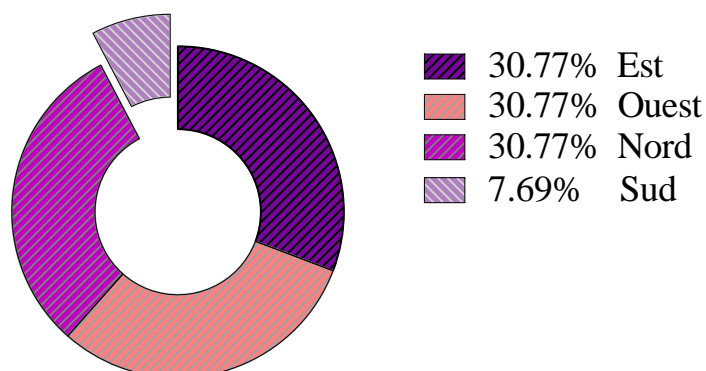
#### 4.1.3 Etude de la distribution géographique des recherches

La **figure 4** montre la distribution des recherches scientifiques sélectionnées, les régions qui s'intéressent le plus aux infections humaines et la résistance bactérienne sont situées au Nord, à l'Ouest et à l'Est avec un pourcentage de 30,8 % chacune, cela est dû à la répartition des hôpitaux universitaires (CHU) dans les grandes villes. Par contre, les régions du Sud totalisent uniquement 7,7 % ; cela est dû au manque des laboratoires de recherche ainsi que les CHU dans ces zones.

Pour remédier à ce problème, les pouvoirs publics ont ouvert trois facultés de médecine dans le Sud, qui ont commencé à assurer la formation médicale depuis la rentrée 2014/2015 dans les wilayas de Béchar, Laghouat et Ouargla (les CHU sont en construction). Ainsi, dix-neuf hôpitaux universitaires ont signé des conventions de jumelage avec des hôpitaux du Sud ou des Hauts-Plateaux (**Abid, 2015**).



### Répartition de la région de la recherche scientifique

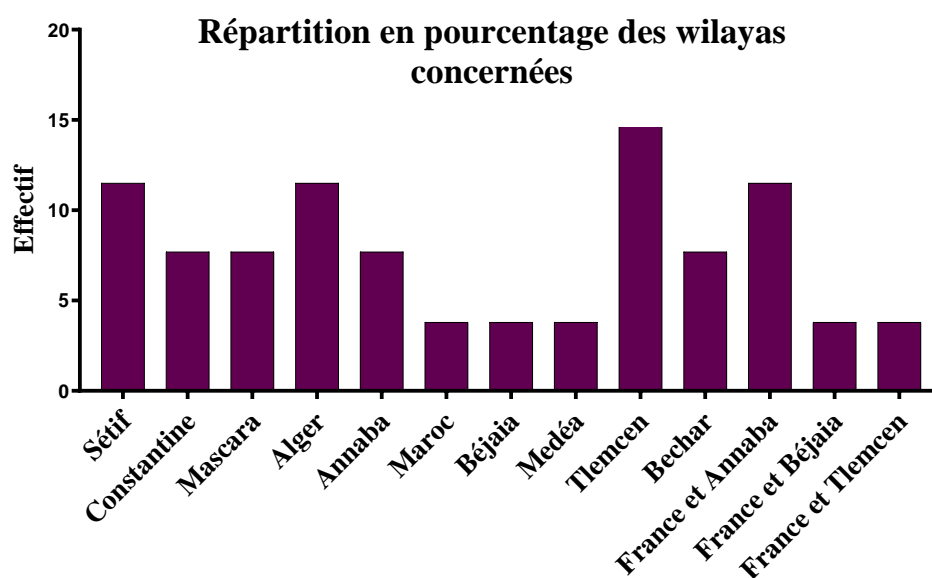


**Figure 4.** Répartition en pourcentage des régions de l'étude en Algérie.

#### 4.1.4 Répartition des recherches scientifiques en fonction de Wilaya

La répartition des recherches scientifiques en fonction des Wilayas hôtes : Les projets effectués aux laboratoires de Tlemcen sont les plus dominants avec 15.4 %, suivis par ceux de Sétif, Alger et Annaba avec 11.5% chacune, les laboratoires de Constantine, Bechar, Mascara et Annaba totalisent 7.7 % chacune. En dernier, les laboratoires de Béjaïa, Médéa, ainsi que ceux affiliés conjointement avec les laboratoires hôtes du Maroc et de France totalisent 3.8% chacune (Voir la **figure 5**).

D'après ces observations, on remarque que le sud est la région qui effectue le moins de recherche dans cet axe. Les chercheurs de Tlemcen sont les plus intéressés par cette thématique.

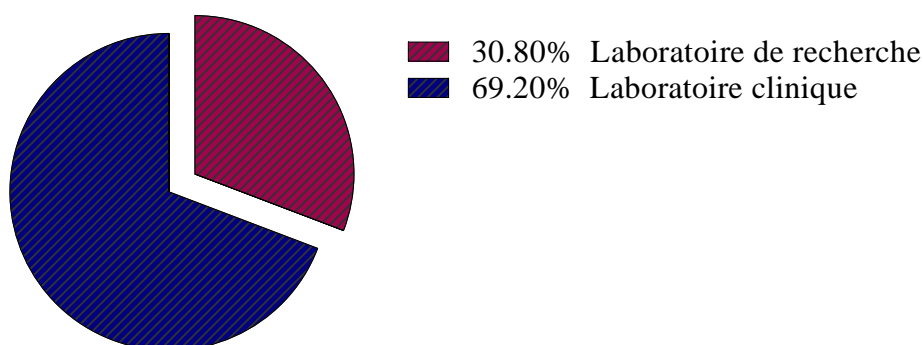


**Figure 5.** Répartition en pourcentage les wilayas concernées.

#### 4.1.5 Types de laboratoires hôtes des recherches scientifiques sélectionnées

Dans cette étape, on a analysé la distribution des recherches qui s'intéresse aux domaines des infections humaines et la résistance bactérienne en Algérie. Deux types de laboratoires ont participées aux recherches ; en premier les laboratoires cliniques (CHU, institut pasteur), en second les laboratoires de recherches (affiliés aux centres de recherche et aux universités). Cette analyse est présentée par la **figure 6** ; les laboratoires cliniques dominant avec presque 69 %, tandis que le pourcentage des laboratoires de recherche est moindre avec 30.8 %. Cela indique que le rendement des études de laboratoires de recherche qui ciblent l'axe des infections et la résistance bactérienne est approximativement deux fois plus faible que les laboratoires cliniques, cela peut être dû au manque de coopération entre les deux types de laboratoires ou à l'indisponibilité des échantillons cliniques.

#### Pourcentage de laboratoire de pratique

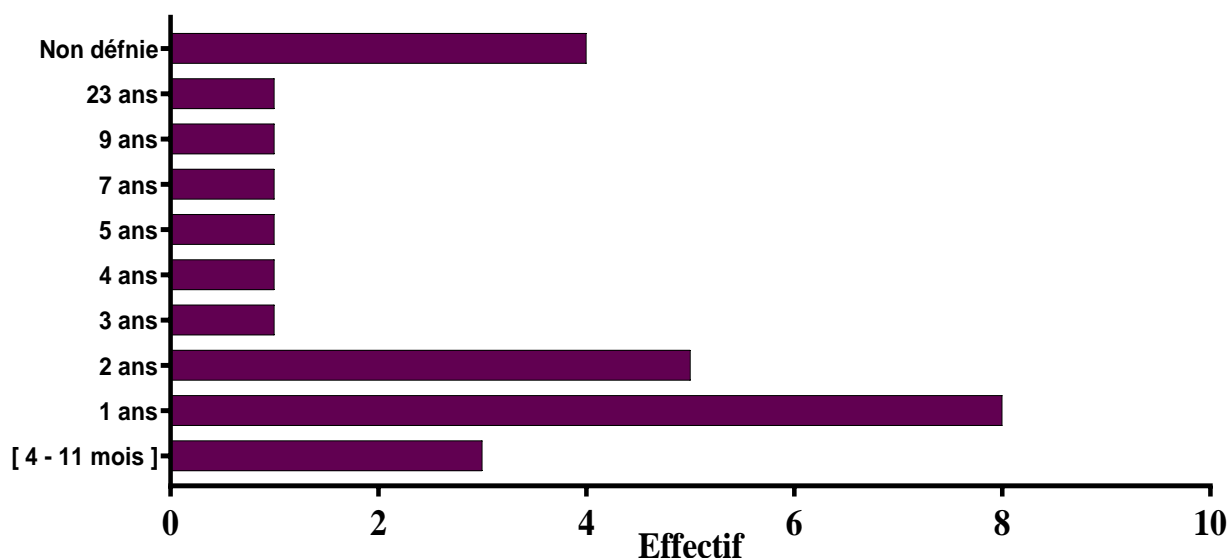


**Figure 6.** Répartition de types de laboratoire.

#### 4.1.6 Durée de la réalisation des études sur la résistance bactérienne

D'après la base des données sur laquelle se sont basées les études sélectionnées dans ce travail, on trouve que la période nécessaire à l'accomplissement pour les études sur la résistance bactérienne est étalée sur 4 mois jusqu'à 23 ans (**Figure 7**). La durée la plus fréquente est entre 4 mois à 2 ans, on note qu'il y a une relation décroissante des études avec la longévité de celles-ci. Quatre chercheurs ne mentionnent pas la durée de l'étude malgré que c'est un facteur très significatif dans leurs travaux, car ce facteur influence le développement de la résistance bactériennes, où le traitement de résultat est nécessaire de présenter les échantillons qui sont dans la même durée et l'absence de cette information influence l'analyse des résultats obtenues.

### Durée de l'étude en fonction du temps



**Figure 7.** Effectif de la durée de l'étude en fonction de temps.

La période de la réalisation de l'étude est variable entre les deux types de recherches, d'après l'analyse statistique, on remarque que les recherches basées sur les souches isolées ont été réalisées entre une année jusqu'à deux ans. Par contre, la réalisation des recherches par le deuxième type est étalée entre 4 mois et 23 ans. La majorité de ces dernières s'effectuent pendant une à deux ans avec effectif de 13 rapporté aux 23. La seule recherche nécessitant 23 ans (1992 jusqu'à 2005) est relative aux périodes épidémiques et post-épidémiques, prenant des cas de diphtérie respiratoire et d'ozéna (**Benamrouche, 2016**).

**Tableau 7.** Durée de l'étude en fonction de temps.

	Type de recherche	
	Prélèvement de matériel biologique	Souches isolées
[4 – 11 mois]	3	0
1 an	6	2
2 ans	4	1
3 ans	1	0
4 ans	1	0
5 ans	1	0
7 ans	1	0
9 ans	1	0
23 ans	1	0
Non définie	4	0
<b>Totale</b>	<b>23</b>	<b>3</b>

## 4.2 Collaborations pour la réalisation des travaux sur la résistance bactérienne

La **figure (8A)** présente le pourcentage des types de collaboration dressés comme suit :

Collaboration national (les laboratoires hôtes, collaboration entre les CHU et les laboratoires de recherche scientifique) et international celles-ci sont estimées à 80.8%. Ce qui met en exergue l'importance de la collaboration pour la réalisation de l'étude des infections et le développement de la résistance bactérienne en Algérie, et montre la progression des recherches dans ce domaine.

### 4.2.1 Collaboration de laboratoire de recherche avec les CHU

Comme nous l'avons mentionné précédemment les recherches sont réalisées dans un laboratoire de recherche ou bien dans un laboratoire clinique, 30,8 % des recherches sélectionnées sont réalisées avec une collaboration entre les deux types de laboratoire dans la même région. Cela peut être à cause de la disponibilité des échantillons cliniques humains et des souches isolées seulement aux CHU (voir **Figure 8B**).

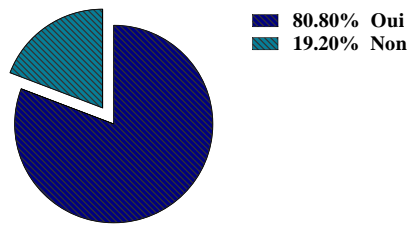
### 4.2.2 Collaboration des laboratoires dans différente wilaya

La collaboration entre les laboratoires qui ont travaillé dans le domaine de la résistance bactérienne dans différents régions en Algérie ont été menée principalement sur la base d'affiliation de chercheur ou peut être aussi de la disponibilité d'échantillon, les résultats aide à suivre le développement national de la recherche dans le domaine, d'après les résultats obtenue on trouve un manque de collaboration au niveau national, juste 26.9 % des recherches ont été réalisées à l'aide d'une coopération (voir **Figure 8C**).

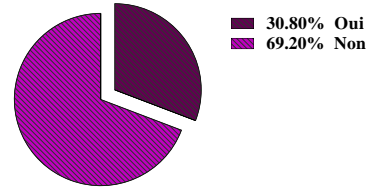
### 4.2.3 Collaboration des laboratoires nationaux avec des laboratoires étrangers

La **figure (8D)** représente l'analyse des résultats qui montre que 57.70 % des recherches étudiées nécessite une collaboration internationale pour la réalisation de ce projet, d'autre part, 42.30 % des recherches ont pu être effectuées sans collaborations international. Cette coopération facilite la recherche dans ce domaine, peut-être à cause de l'objectif commun des projets, ainsi que la disponibilité des techniques, du matériel et des échantillons hors Algérie.

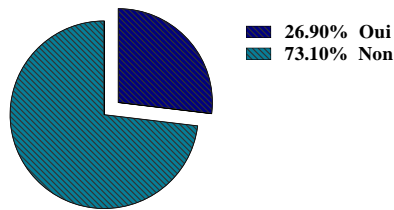
A- Répartition de la collaboration en pourcentage



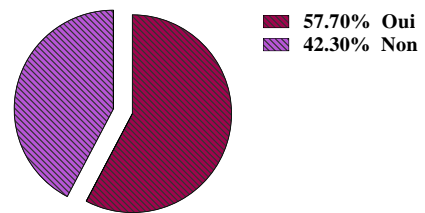
B- Collaboration entre les laboratoire - CHU en pourcentage



C- Collaboration entre différente wilaya en pourcentage

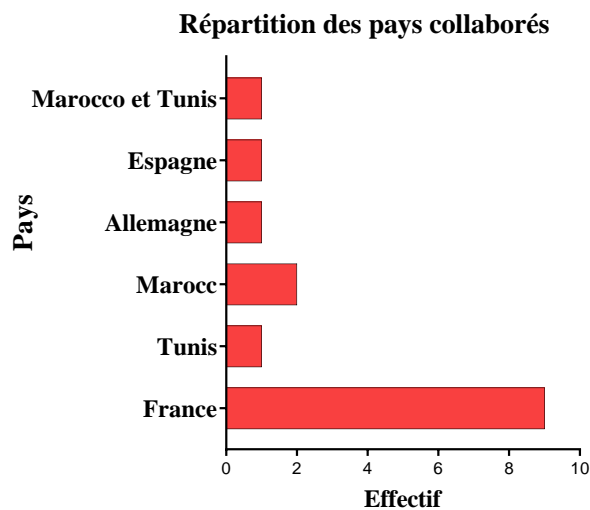


D- Collaboration étrangère en pourcentage



**Figure 8.** Répartition de différentes collaborations.

La **figure 9** présente la distribution des recherches sélectionnées en fonction de la localisation des laboratoires étrangers qui ont participé dans ce projet de recherche. On note que les laboratoires de France viennent en tête avec 34.6 % par rapport aux autres laboratoires internationaux, ceci est peut-être dû à l’affiliation conjointe de chercheuses algériennes en France. La collaboration maghrébine avec 11.5 % (Maroc 7.7 % et la Tunisie 3.8 %) puis Espagne 3.8 % et l’Allemagne 3.8 %.



**Figure 9.** Répartition des pays étrangers collaborés.

### 4.3 Source des échantillons dans les recherches scientifiques étudiées

La **figure 10** montre la distribution des sources des échantillons. Dont la majorité d'échantillonnage 65.7 % a été réalisée à partir d'une seule source tels que : Annaba avec 15.4 %, Alger et Tlemcen avec 11.5 %, Béchar, Sétif et Mascara avec 7.7 %. Les autres wilayas comme Médea, Sidi Belabbès et Béjaïa avec 3.8 %. Les études issues de deux sources avec 11.5 % parmi ce pourcentage des sources nationales de Sétif et Tizi-Ouzou, Alger et Oran. A l'échelle internationale Annaba et la Tunisie. Autres sources avec 3.8 %, tels que l'échantillonnage se fait à partir de trois pays, qui sont 2 centres de laboratoire hospitalier du Maroc, 1 centre d'Algérie et le dernier de la Tunisie (**Benouda et al., 2009**). Par contre, la deuxième mise en Algérie mais à partir des différentes wilayas.

Le nombre élevé de source d'échantillon (2 ou 4 ou plus) diversifie les échantillons par conséquent des nouveaux résultats sont escomptés qui méritent d'être mis à niveau dans la course à la recherche scientifique parce qu'ils couvrent des échantillons de différentes régions en Algérie. Comme on a déjà observé la plupart des recherches réalisées avec une seule source peuvent être dû au manque de collaboration entre différente wilaya. Aussi la majorité des chercheurs ne traitent un échantillon qu'à partir de leur région d'affiliation.



**Figure 10.** Répartition de l'échantillonnage.

A l'aide d'une analyse statistique de la répartition de la source en fonction de la wilaya hôtes, on a remarqué que la quasi-totalité des sources d'échantillons suit l'affiliation du chercheur. De même que pour dans le cas de la coopération étrangère, la majorité des sources est liée au l'appartenance de chercheur ; cas de la coopération maghrébine (Algérie, Maroc et

Tunisie), ainsi le Maroc a le nombre de source élevée (**Benouda et al., 2009**). Les sources des échantillons de l'étude fournis par (**Berrazeg et al., 2013**) sont aussi deux pays (Algérie et France).

Durant le partage des échantillons entre les laboratoires des différentes wilayas d'Algérie, la majorité des recherches (au nombre de cinq) sont appuyés sur le déplacement des échantillons sous forme du prélèvement, deux laboratoires seulement ont pris leurs échantillons sous forme de souche isolée. Ce dernier, peut-être dû au manque des moyennes d'isolement et/ou d'identification dans les laboratoires récepteurs de l'échantillon, ou bien pour manipulée des nouvelles espèces apparues dans la région de source d'échantillon, le test  $\chi^2$  montre une indépendance statistique entre le nombre de laboratoire collaboré entre les wilayas en Algérie et le type de type de recherche, ainsi que dont les valeurs de  $\sigma$  calculées étaient trouvées est  $\sigma = 0.099$ , cette valeur est supérieure au  $\alpha = 0.05$ .

#### 4.4 Description de la population étudiée dans les recherches sélectionnées

La description de la population étudiée montre le processus et les résultats de la recherche dans tels domaines cliniques paraissent différents en tenant compte de l'influence du genre, de l'âge et d'autre facteur. L'introduction de ces facteurs contribuent à l'analyse sélective des résultats.

Dans la collection étudiée ces facteurs peuvent ne pas être mentionné, malgré que ces facteurs ont une importance cruciale dans la recherche sur la résistance bactérienne, car ils font progresser nos connaissances, amélioré notre démarche de recherche et accroître son efficacité au même domaine. En outre, le genre et l'âge sont des facteurs interreliés et potentiellement inséparables (**Institut de la santé des femmes et des hommes, 2012**).

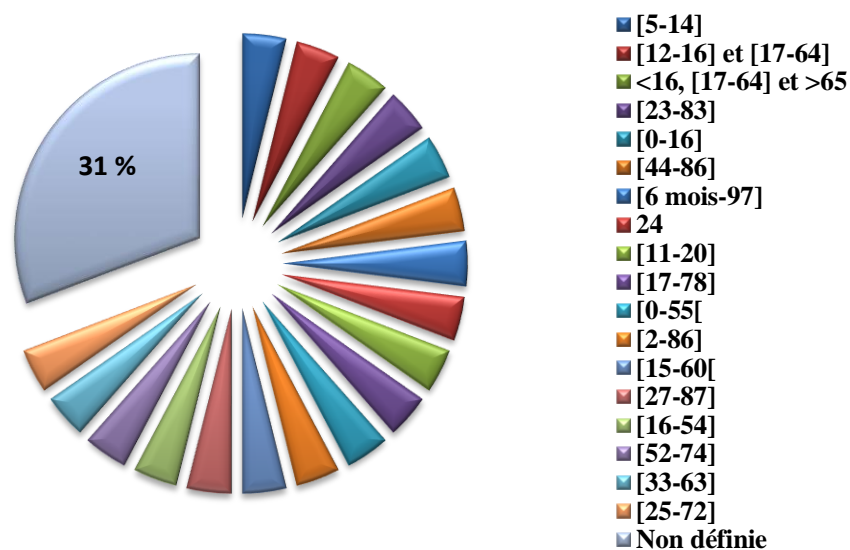
Dans cette étape, on s'adresse et encourage les chercheurs à préciser les dimensions de l'âge et du genre qui sont pertinentes pour leurs questions de recherche et à être explicites sur leur façon de les opérationnaliser.

##### 4.4.1 Âge

La **figure 11** présente la répartition en pourcentage du cumule de la population étudiée dans toutes les recherches analysées en fonction de tranche d'âge. On a noté que 31 % des recherches n'ont pas identifié l'âge des patients cibles. Parmi ceux-là cinq recherches sont basées sur l'isolement et l'identification à partir des prélèvements, deux recherches basées sur l'identification des souches préalablement isolées. Le caractère de l'âge est défini dans 69 % des recherches. La majorité (n=10) des résultats analysé sont traité des tranches d'âge avec

une amplitude dépassant les 30 ans, cela indique que ces recherches touchent la plus grande diversité des patients avec différents tranches d'âge, comparée avec les tranches d'âge ciblés dans les autres recherches sélectionnées, on peut dire que celle-ci ont une diversité plus basse par rapport aux dix résultats cités précédemment. On note qu'il y a une recherche a réalisé à base d'un seul sujet, il s'agit d'un patient âgé de 24 ans hospitalisé au niveau du service de médecine interne du CHU Béni-Messous pour syndrome abdominal douloureux (diagnostic de péritonite tuberculeuse).

### Répartition en pourcentage des tranches d'âge



**Figure 11.** Répartition en pourcentage des tranches d'âge.

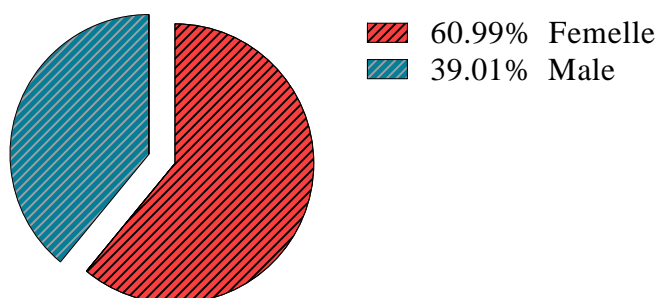
#### 4.4.2 Genre

L'intégration du facteur du genre et l'évaluation de son influence sur divers processus biologiques doit se faire à toutes les étapes de la recherche. Les études incluant le facteur genre ne se limitent pas aux différences évidentes et les résultats obtenus de ces approches peuvent être inattendus. Ces différences sont néanmoins cruciales et pointent vers de nouvelles directions qui autrement seraient demeurées inexplorées (**Institut de la santé des femmes et des hommes, 2012**).

La **figure 12** présente la répartition en pourcentage du cumule de la population étudiée dans toutes les recherches analysées en fonction du genre de patient. Concernant les recherches qui ont défini le nombre de chaque genre, le nombre d'élément féminin est plus supérieur (n=2136) à celui du masculin (n=1366), cela indique que peut être les femmes sont les plus exposées aux infections bactériennes.



### Répartition en % du sexe



**Figure 12.** Répartition en pourcentage du genre.

#### 4.4.3 Admission hospitalière

Selon les résultats montrés dans le **tableau 8**, on note trois catégories de recherches collectées. La première, cible des prélèvements à l'origine des patients internés (hospitalisés). La deuxième, s'intéresse aux prélèvements à deux origines (externes/internes), la dernière, s'effectue avec des prélèvements d'origine externes (non hospitalisés). La majorité des recherches sélectionnées ont ciblé des patients hospitalisés (n=18) et deux recherches seulement mentionnent que les patients ne sont pas hospitalisés.

**Tableau 8.** Analyse du facteur de l'hospitalisation.

		Non hospitalisation		
		Oui	Non	Non définit
Hospitalisation	Oui	2	16	0
	Non	0	1	0
	Non définie	0	0	7

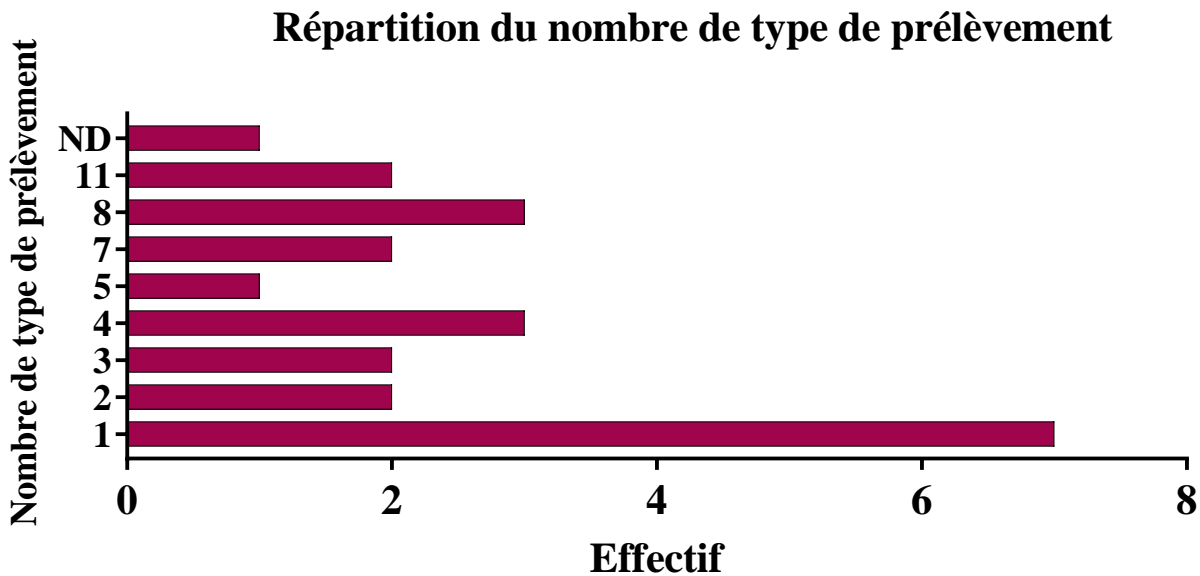
#### 4.5 Prélèvements impliqués dans les recherches scientifiques

Dans l'objectif d'apprendre les facteurs de développement de la résistance bactérienne, on a ciblé les types et le nombre de type de prélèvement. Le prélèvement est une étape essentielle et primordiale de l'analyse microbiologique car les résultats qui en découlent dépendent de la qualité de l'échantillon. Néanmoins on trouve des études qui ne le mentionnent pas malgré son importance.

##### 4.5.1 Nombre de type de prélèvement

La figure ci-dessous présente la répartition de nombre de type de prélèvement, on note que le nombre de type de prélèvement varie d'une à deux ou trois jusqu'à 11 types dans une

seul recherche. D'ailleurs sept chercheurs travaillent sur un seul type de prélèvement. Suivis par des quatre et huit types de prélèvement dans une même étude (n=3). Trois, sept et 11 types de prélèvement (n=2). Cinq types prennent le dernier effectif (n=1), sans oublier les recherches qui n'ont pas mentionnée le nombre de prélèvement effectué.

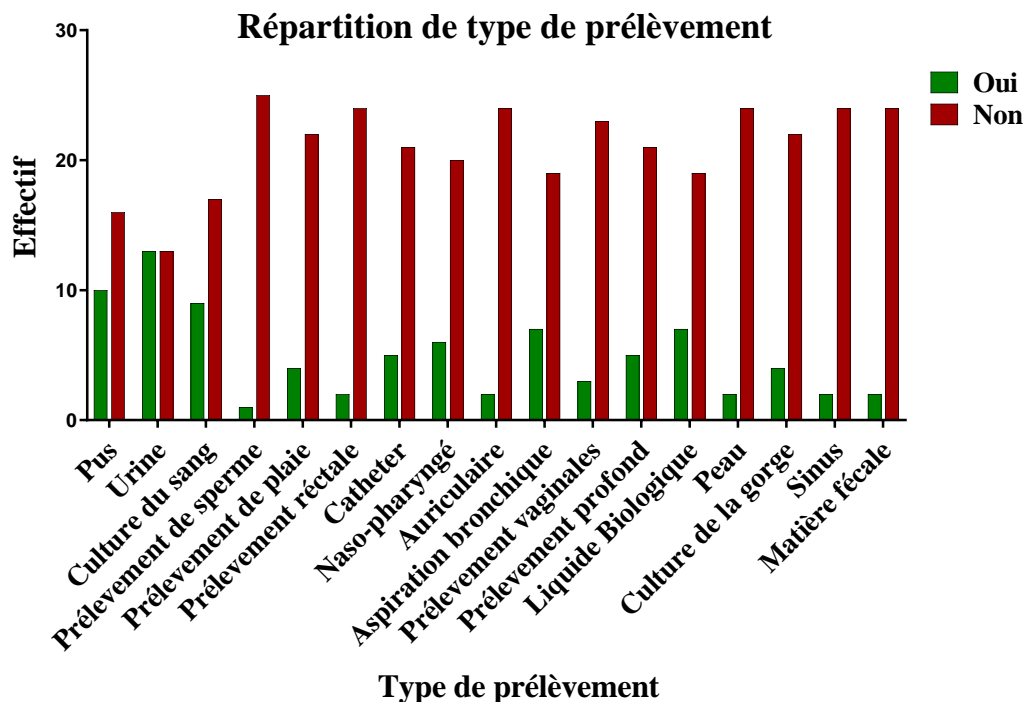


**Figure 13.** Répartition du nombre de type de prélèvement.

#### 4.5.2 Types de prélèvement

Les types de prélèvements sont différents d'une recherche à l'autre en fonction du type d'infection et d'organe cible. Dix-sept types de prélèvements sont présentés dans la **figure 14**. Où le prélèvement urinaire domine avec la moitié des prélèvements, seize d'autres types dont le plus est estimé à n=10, culture du sang avec n=9, aspiration bronchique avec n=7. Par contre les types moins prélevés sont la peau, sinus, matière fécale et les prélèvements rectals avec n=2, et en dernier le prélèvement de sperme avec n=1.

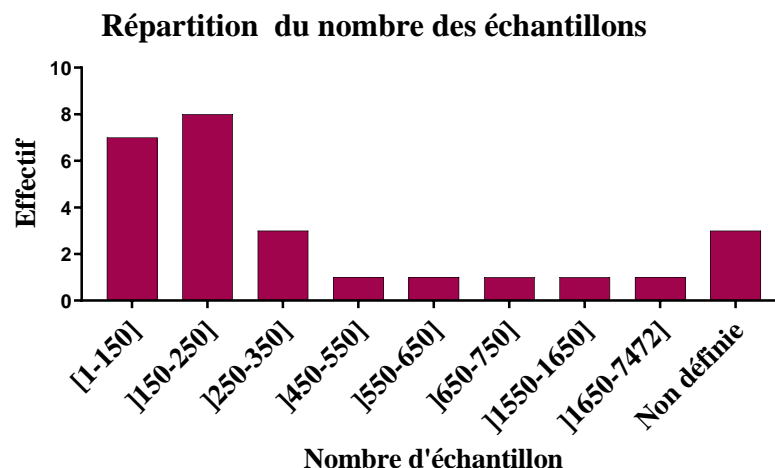
Selon **Mille Montfort (2020)** les infections urinaires sont très fréquentes et se placent au 2ème rang après les infections de l'appareil respiratoire, on les trouve plus souvent chez la femme que chez l'homme, et environ 50 % d'entre elles feraient au moins un épisode de cystite au cours de leur vie. Alors que, d'après l'analyse des résultats collectés, on trouve que le nombre des hommes infectés par une infection urinaire est supérieur à celle des femmes. Ceci vient de faite que la sélection des recherches est aléatoire.



**Figure 14.** Répartition de type prélèvement.

#### 4.6 Nombre des échantillons étudiés

La **figure 15** présente le nombre des échantillons ; sept recherches sur les vingt-six sont réalisées en se basant sur un nombre d'échantillons pouvant atteindre les 250, trois ont adopté un nombre dans la plage ]250-350 ] échantillons et deux autres recherches dans la plage ]450-550] échantillons, la gamme des échantillons [550-7472] des quatre recherches restantes est subdivisé en quatre intervalles différents. Trois recherches n'ont pas mentionné le nombre des échantillons. Après observations, on peut remarquer que le nombre des échantillons peut se rapporter au nombre des infections étudiées. En effet, on peut penser qu'il faut augmenter le nombre d'échantillons pour augmenter la probabilité d'obtenir des échantillons positifs. Cependant, le test  $\chi^2$  montre une indépendance statistique entre plusieurs facteurs tels que : le nombre des échantillons et le nombre des infections, le nombre des échantillons et la durée de l'étude ainsi que le nombre des échantillons et l'année de publication. Les valeurs de  $\sigma$  calculées prennent respectivement : 0.054, 0.133 et 0.214 ; ces valeurs sont toutes supérieures à  $\alpha = 0.05$ . Néanmoins, le test  $\chi^2$  indique que le nombre des échantillons et le type de recherche sont dépendants statistiquement, avec  $\sigma = 0.001 < \alpha = 0.05$ .



**Figure 15.** Répartition du nombre des échantillons.

#### 4.7 Nombre des échantillons positifs

Le **tableau 9** dresse le nombre des échantillons positifs. Vingt recherches parmi les vingt-six étudiées n'ont pas déterminé ce nombre. Ces échantillons positifs ont utilisé divers nombres d'échantillons dans la plage [1-3528]. La non déclaration du nombre des échantillons positifs est peut-être à cause de : nombre total des échantillons non défini, tous les échantillons sont positifs, négativation des prélèvements microbiologiques due à l'absence du germe pathogène, ou une fausse négativité après l'administration des antibiotiques (il n'est pas utile de pratiquer un ECBU après traitement pour la vérification de la stérilité des urines (**Belmin et al., 2019**)).

**Tableau 9.** Nombre des échantillons positifs dans les recherches scientifiques.

	Effectifs	Pourcentage
	1	3,8
	100	3,8
	125	3,8
Echantillons positifs	218	3,8
	506	3,8
	3528	3,8
	Non définie	20
		76,9

#### 4.8 Conservation des échantillons

Les micro-organismes sont adaptés pour un fonctionnement optimal dans leur environnement physiologique normal (**Beales, 2004**). Tout changement extrême des

conditions environnementales par rapport à l'optimum inflige un stress à un organisme. La conservation et l'utilisation des échantillons biologiques d'origine humaine aient un intérêt considérable aussi bien dans le diagnostic, la thérapie et la recherche. Les questions éthiques peuvent être liées à la collecte, à l'utilisation, au stockage, à la circulation et au partage des échantillons entre des institutions, des wilayas et des pays.

La majorité des recherches étudiées n'ont pas présenté ce paramètre (malgré que l'échantillon sans information n'a aucune valeur scientifique selon **Audrey *et al.*, (2018)**). A moins que les chercheurs aient ces données mais ils ne les ont pas mentionnées dans leurs publications. En effet, cinq recherches seulement ont mentionné les conditions de la conservation des échantillons ; parmi lesquelles, trois ont précisé les températures de conservation (-80°C et -4°C), les deux autres ne l'ont pas cité (malgré que la réalisation d'une telle étude a duré 23 ans (**Benamrouche, 2016**) et que l'étude a nécessité le déplacement des échantillons à cause d'une collaboration entre les laboratoires).

Les modes de conservation des échantillons biologiques exigent aussi des agents (des agents de préservation) et des techniques spécifiques et une durée de conservation selon le type d'échantillon à prélever. Bien que, ces facteurs soient importants, ils ne sont définis que dans une seule recherche, **Tali-Maamar *et al.*, (2012)** mentionnent que toutes les souches ont été congelées et maintenues à -80 C, dans le glycérol.

#### **4.9 Analyse des infections bactériennes étudiées**

Notre étude systématique s'intéresse au développement de la résistance bactérienne. En effet le type d'infection est un facteur très important dans cette thématique, ceci a une grande influence sur la résistance bactérienne. Ainsi, cette étude est basée sur le nombre des infections étudiées et les types de celle-ci dans les recherches.

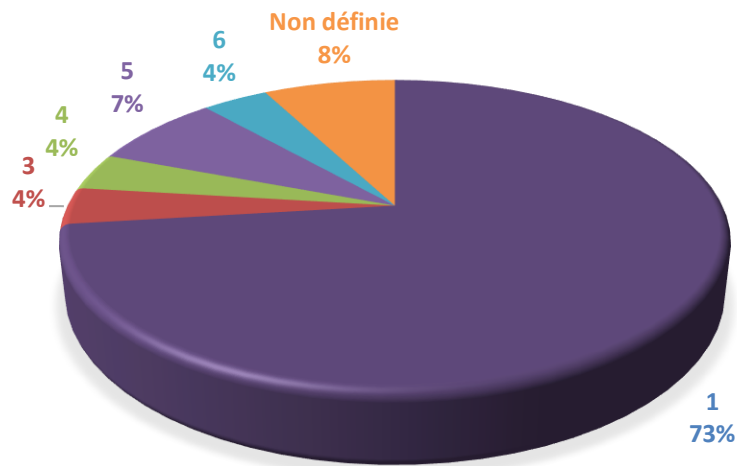
##### **4.9.1 Nombre des infections**

Les infections étudiées sont variées entre une, deux jusqu'à six infections dans une seule recherche. Parmi les recherches étudiées une seule infection est suivie par dix-neuf chercheurs, cinq infections différentes sont étudiées par deux chercheurs, les cinq études restantes sont réparties selon des études basées sur trois, quatre et six infections. Les derniers deux projets de recherches ne mentionnent pas le nombre d'infection suivie.

L'étude de nombreuses infections dans le même projet de recherche permet une étude moins spécifique informations, et donc plus générale, alors qu'un type d'infection est suffisant pour réaliser une bonne recherche scientifique, car il oriente le chercheur pour

travailler dans un seul axe et aide à comprendre chaque infection de façon particulière. On a noté que des nombreux articles ne soulignaient pas le nombre des infections étudiées, malgré que cette information était importante, ce qui rend le travail incomplet, cela poserait une difficulté dans l'inclusion de ces articles comme une référence dans les recherches scientifiques à l'avenir.

### NOMBRE D'INFECTIONS ÉTUDIÉS

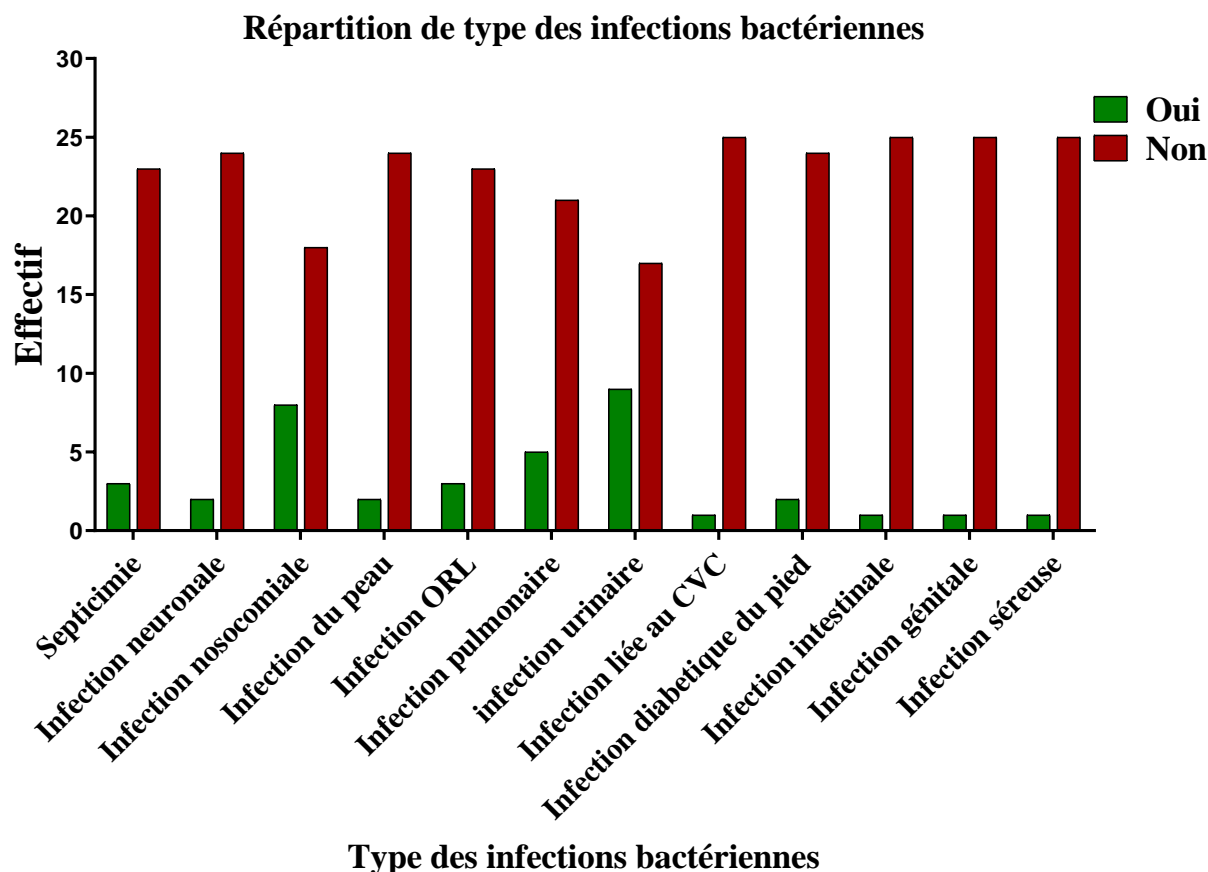


**Figure 16.** Nombre d'infections étudiés.

#### 4.9.2 Infections bactériennes ciblées

Douze types d'infections sont étudiés dans ces recherches, montrés dans la **figure 17**. L'infection urinaire semble être la plus étudiées avec 34.6 % des infections citées. Les infections nosocomiales de type infection staphylococcique et entérocoque (30.8 %). Suivis par les infections pulmonaires en troisième ordre, estimé à 19.2 %. Les infections intestinales, liées au cathéter veineux central (CVC), séreux, génital prend la dernière place avec 3.8 % des infections bactériennes mentionnées.

La fréquence élevée des infections urinaires trouvée, soutien les approches épidémiologiques menées sur les infections urinaires. Ces études indiquent l'infection bactérienne la plus commune. Cela peut être lié étroitement à la qualité d'hygiène personnelle génitale (**Thirion et Williamson, 2003**).



**Figure 17.** Répartition de type des infections bactériennes.

En outre, l'hospitalisation peut être un facteur qui influence le type d'infection. La quasi-totalité des infections urinaires sont chez les patients hospitalisés.

Cela est probablement due au manque d'hygiènes dans les services des hôpitaux, la contamination entre les patients, ainsi que les facteurs de prélèvement comme la mauvaise utilisation de la technique de prélèvement ou bien mauvaise suivi des règles d'hygiène lors de la manipulation (**Tableau 10**) (Mlle Montfort, 2020).

**Tableau 10.** Répartition des patients hospitalisés en fonction de l'infection urinaire.

		Infection urinaire		Total
		Oui	Non	
Hospitalisation	Oui	6	12	18
	Non	0	1	1
	Non définie	3	4	7

#### 4.10 Methodes d'identification des souches bactériennes

Dans les recherches scientifiques sélectionnées les espèces bactériennes sont identifiées par plusieurs méthodes, la plus appliquée est le test API (23.1 %). Cette méthode est employée

à cause de leur simplicité. Au deuxième lieu le test biochimique conventionnel 15.5 % en cas de l'indisponibilité de galerie API (une méthode classique), 3.8 % des chercheurs utilisent deux méthodes couplées ou trois au maximum pour la diagnostique des espèces. La recombinaison des méthodes la plus effectuée et celle de test API avec le test biochimique conventionnel (11.5 %). D'autre part, (**Hamidi et al., 2012**) ont basé dans leur identification au milieu de culture, ces prélèvements ont étéensemencés sur les différents milieux usuels (gélose nutritive), milieux enrichis avec facteurs de croissance (gélose au sang cuit et gélose au sang frais). Le prélèvement de selles a étéensemencé sur milieu contenant de la vancomycine à 6 mg/L. Nécessitant des temps d'incubation prolongé mais le chercheur n'a pas déterminé ces détails dans la publication.

Toutefois, 7.7 % des recherches sont basées sur soit l'examen direct par la coloration de Gram puis l'observation microscopique, ou bien le diagnostic protéique par la spectrométrie de masse (MALDI-TOF), puisqu'elle est une technologie en pleine expansion en microbiologie du fait de sa rapidité, de sa précision et de son faible coût et a été récemment développée pour éviter toute contamination du personnel.

Aussi on note que 19.2 % des chercheurs ils n'ont pas déterminé cette information pertinente.

#### 4.11 Analyses des espèces isolées

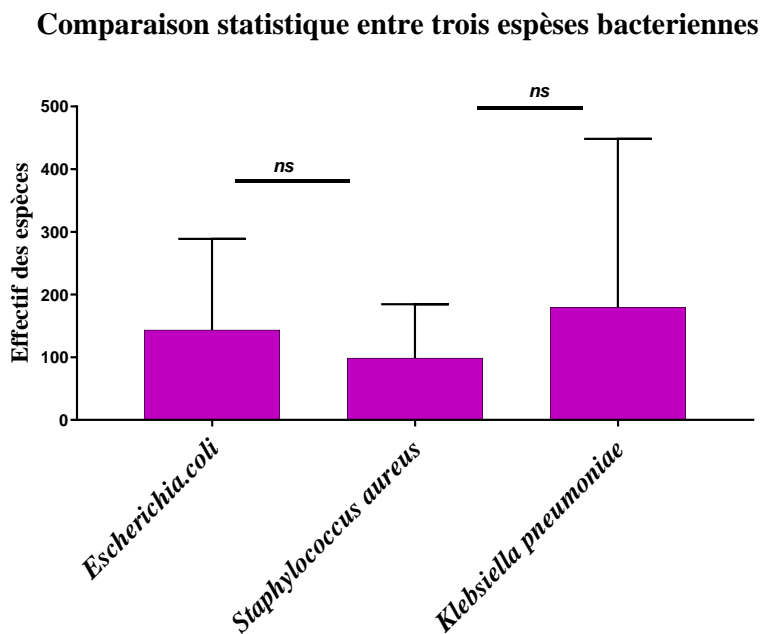
La **figure 18** indique la fréquence des bactéries pathogènes (BPs) isolées citées dans les recherches scientifiques sélectionnées. Les entérobactéries sont majoritaires des BPs isolées (81.81 %) (n=45), Parmi les bacilles de groupe prédominant. *Escherichia coli* se dominant en constituant (18.8 %) (n=10) de la totalité des germes isolés, et (22.22 %) des entérobactéries, suivis par *Staphylococcus aureus* (14.54 %), puis *Klebsiella pneumoniae* (12.72 %), Cependant, de nombreuses autres espèces ont été identifiées, en particulier *Acinetobacter baumannii* (9.09 %), *Pseudomonas aeruginosa* (5.45 %), et *Proteus mirabilis*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus cloacae* (3.63 %), et *Stenotrophomonas maltophilia*, *Enterococcus hirae*, *Enterococcus faecalis*, *Serratia marcescens* (1.81 %), et des bacilles à Gram négatif non fermentants le glucose (3.63 %), et une autre bactérie pathogène est identifiée en représente des bactéries isolées (1.81 %), il s'agit de *Haemophilus influenzae*, et aussi des Gram-positif *Streptococcus pneumoniae* (5.45 %), *Streptococcus sp* (3.63 %), et *Streptococcus pyogenes*, *Corynebacterium diphtheria* (1.81 %).





**Figure 18.** Nombre des espèces isolées.

La comparaison statistique de la moyenne entre les trois espèces fréquentes isolées dans les recherches n’a pas montré une différence statistiquement significative (**Figure 19**).



**Figure 19.** Comparaison statistique entre trois espèces bactériennes majeures.

#### 4.11.1 Nombre des espèces bactériennes en fonction de nombre des infections

Les entérobactéries forment une vaste famille de bactéries Gram-négatif, qui sont à l'origine de maladies de gravité très variable, en raison de mécanismes pathogéniques distincts. Cette famille est hétérogène car elle se compose d'environ 30 genres de bactéries et de plus de 100 espèces. Cependant, tous ces germes ont en commun leur localisation préférentielle au niveau du système digestif, certains faisant d'ailleurs partie de la flore normale, bien qu'ils soient également présents dans l'environnement (**Madeleine, 2003**). *Escherichia coli* est la flore facultative non pathogène prédominante de l'intestin humain (**Nataro et Kaper, 1998**).

Cependant, *E. coli* cause principalement des infections du tractus digestif, ils représentent probablement la cause la plus fréquente de diarrhée pédiatrique dans le monde, et il est également le germe préférentiel des infections urinaires. L'incidence est égale entre les deux genres en rapport essentiellement avec l'utilisation fréquente des sondes urinaires, est aussi à l'origine d'infections pulmonaires chez les personnes gravement malades. Ces patients étant souvent colonisés au niveau des voies respiratoires supérieures.

La présence de tubes en dotraché aux et la diminution du réflexe de toux facilitent la progression des germes et l'émergence de pneumonies surtout nosocomiales. *Escherichia coli* peut coloniser la voie génitale maternelle est causé des méningites néonatales (**Madeleine, 2003**).

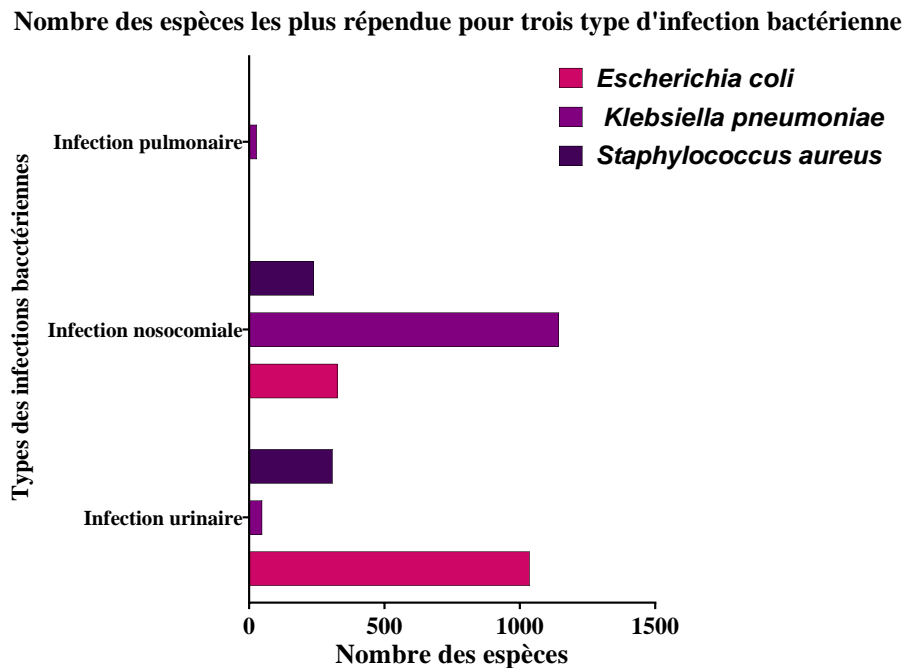
Selon la figure ci-dessous qui représente la distribution des infections en fonction des espèces isolées dans les recherches sélectionnées, on note que *E. coli* est le germe qui cause deux infections, infection urinaires et nosocomial, et ne signale aucune infection pulmonaire, *Staphylococcus aureus* est une bactérie gram-positif qui cause aussi une grande variété de maladies cliniques. Les infections causées par cet agent pathogène sont fréquentes dans les milieux communautaires et hospitaliers. Ces bactéries peuvent causer une variété d'infections potentiellement graves (**Nataro et Kaper, 1998**) comme l'infection urinaire et nosocomiale.

*Klebsiella pneumoniae* colonise le tractus digestif et le système respiratoire supérieur. Principalement isolé en milieu hospitalier, le portage étant fortement accru chez les patients hospitalisés pendant de longues périodes ou bénéficiant de traitements antibiotiques au long cours (**Madeleine, 2003**).

Cependant, le test  $\chi^2$  montre une indépendance statistique entre infection par le germe *Klebsiella pneumoniae* et les patients hospitalisés. La valeur de  $\sigma$  calculée est trouvée : 0.599

cette valeur est toutes supérieur au  $\alpha = 0,05$ . On note que *K. pneumoniae* est également retrouvé dans des infections urinaires suite au passage de la flore fécale aux voies urinaires.

Le germe le plus domine dans l'infection urinaire est *E. coli*, par contre dans les infections nosocomiales *Staphylococcus aureus* est le germe le plus fréquent.



**Figure 20.** Nombre des espèces les plus répondues pour trois types d'infections bactériennes.

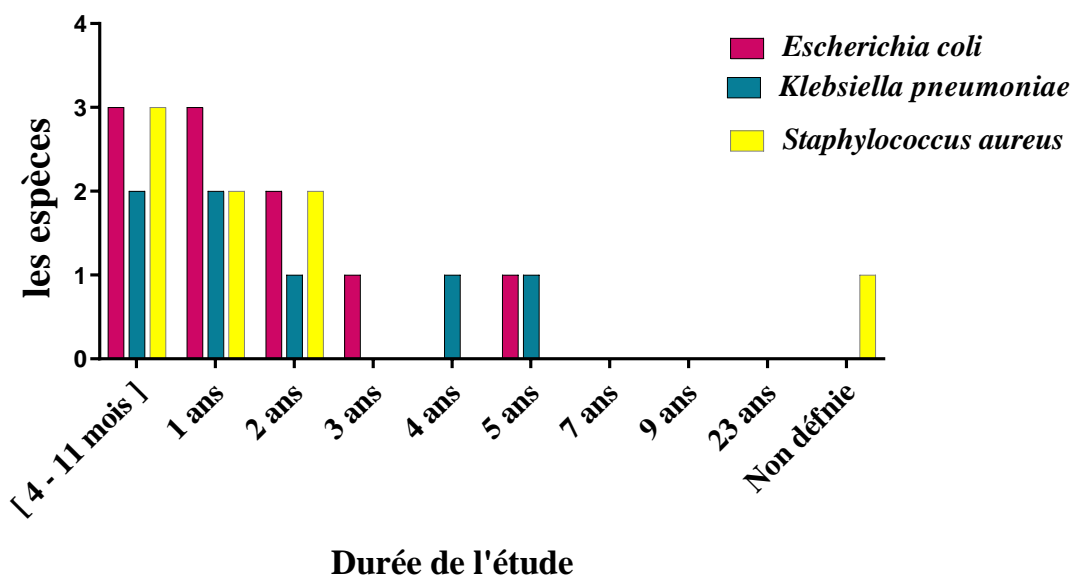
#### 4.11.2 Nombre des espèces bactériennes en fonction de la durée de l'étude

La **figure 21** présente la distribution de trois majeures espèces dans les recherches étudiées d'*E. coli*, *S. aureus* et *K. pneumoniae* en fonction de la durée de l'étude. L'isolement d'*E. coli* et *S. aureus* domine dans les recherches réalisées dans la période entre 4 mois et 2 ans. L'isolement des *E. coli* diminue en fonction de l'accru de la période de l'étude. Ainsi l'isolement de l'espèce *K. pneumoniae* est plus fréquent dans la période entre 4 et 5 ans.

L'échantillonnage et la réalisation de l'étude des infections causée par ces BPs ne nécessitent pas une longue durée. Cela peut être interprété par leur existence dans la majorité des infections étudiées, alors leur disponibilité dans nombreux types de prélèvement. Le test  $\chi^2$  montre une indépendance statistique entre plusieurs facteurs tels que : la durée de l'étude et le nombre de l'espèce *E. coli*, la durée de l'étude et le nombre de l'espèce *S. aureus* ainsi que la durée de l'étude et le nombre de l'espèce *K. pneuminae*. Les valeurs de  $\sigma$

calculées prennent respectivement : 0.203, 0.328 et 0.390 ; ces valeurs sont toutes supérieures à  $\alpha = 0.05$ .

### Répartition des espèces en fonction de durée de l'étude



**Figure 21.** Répartition des espèces en fonction de la durée de l'étude.

#### 4.12 Antibiogramme

D'après **Mille Montfort (2020)**, le rôle de l'antibiogramme est l'évaluation *in vitro* de la sensibilité des bactéries à différents antibiotiques, Dans le but de la réalisation d'un projet scientifique concernant la résistance bactérienne, l'antibiogramme est une étape pertinente. Malgré son importance, on trouve des chercheurs qui ne mentionnent pas cette étape, ce qui rend leurs travaux sans valeur scientifique.

##### 4.12.1 Technique utilisée pour l'application d'antibiogramme

D'après le tableau suivant, la technique la plus utilisée dans l'antibiogramme est la diffusion des disques en milieu gélosé avec 69.2 %. Selon **Mille Montfort (2020)** la technique de la diffusion des disques en milieu gélosé, le principe de la technique est d'imprégner des disques de papier avec une concentration d'agent antimicrobien déterminée et les déposer à la surface d'un milieu de culture standardisé pour une indication supplémentaire pour l'identification du germe par la mise en évidence de résistances naturelles. Le Réseau Algérien de la Surveillance de la Résistance des Bactéries aux Antibiotiques applique les techniques de standardisation de l'antibiogramme préconisées par

le CLSI (Clinical Laboratory Standards Institute) recommandées par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) et agréées par de nombreux pays.

La technique E-test® est aussi utilisée avec totalisant 7.7 %. Le principe de l'E-test® est basé sur l'association des caractéristiques des méthodes de diffusion et de dilution en milieu solide, ce qui permet de déterminer la CMI grâce à l'utilisation de bandelettes imprégnées d'un gradient exponentiel continu de l'antibiotique à tester.

La combinaison des deux techniques l'E-test® et la diffusion des disques en milieu gélosé dans la même recherche avec un pourcentage de 7,7 %, cela indique que cette dernière n'est pas coûteuse et ne nécessite pas un équipement complexe.

**Tableau 11.** Techniques de l'antibiogramme utilisées.

	Effectifs	Pourcentage
Diffusion des disques	18	69,2
E-test	2	7,7
Diffusion des disques et E-test	2	7,7
Non définie	4	15,4

Malgré que 15.4 % des publications n'ont pas mentionné la technique de l'antibiogramme. Il faut signaler ce manque des données, puisque l'antibiogramme est une des données les plus essentiels et est la base pour la réalisation d'une recherche dans le domaine de la résistance bactérienne.

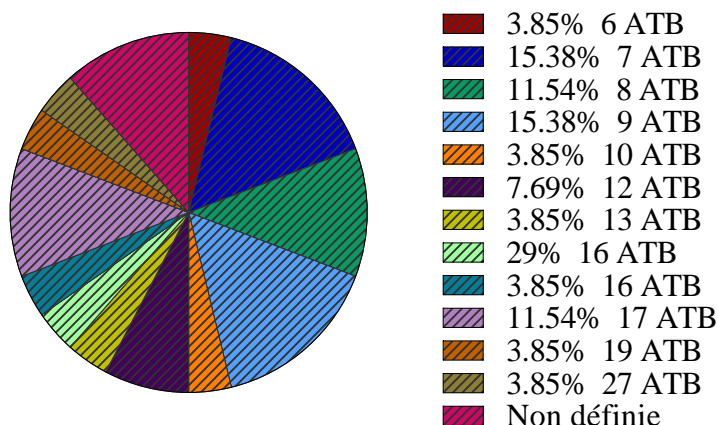
#### 4.12.2 Nombre d'antibiotique utilisé dans l'antibiogramme

La **figure 22** montre le nombre d'antibiotiques utilisés dans chaque recherche. Où les chercheurs utilisent en minimum six antibiotiques et vingt-sept en maximum. Quatre travaux ont utilisé sept à neuf antibiotiques. Huit à dix-sept antibiotiques sont mentionnés trois fois, douze antibiotiques sont utilisés dans deux recherches. Par contre, l'utilisation de six, dix, treize, quinze, seize, dix-neuf et vingt-sept antibiotiques est citée une fois pour chacune.

D'après les résultats obtenus, les scientifiques ne se sont pas contentés d'un seul antibiotique mais ils ont utilisé au minimum six. Peut-être le nombre utilisé dépend du spectre, de la cinétique de celui-ci ou selon l'infection diagnostiquée.

Selon (**Mlle Montfort, (2020)**) dans l'infection urinaire par exemple, seuls ceux à élimination rénale seront testés ( $\beta$ -lactamines, aminosides, quinolones...).

### Distribution en pourcentage de nombre des ATBs utilisés



**Figure 22.** Distribution en pourcentage de nombre des ATBs utilisés.

#### 4.13 Effectif des recherches sur la résistance bactérienne

Le paramètre de l'effectif de la résistance est très important pour avoir le pourcentage des recherches collectées qui mentionnent la résistance aux antibiotiques utilisées. 73.1 % des recherches ont présenté ce paramètre, par contre 26.9 % (7/26) ont cité les antibiotiques utilisés dans l'antibiogramme mais ils n'ont pas évoqué la résistance des souches pour chaque antibiotique. Cela est peut-être dû au manque de résultats fiables pour les citer.

**Tableau 12.** Répartition pourcentage d'effectif de la résistance bactérienne.

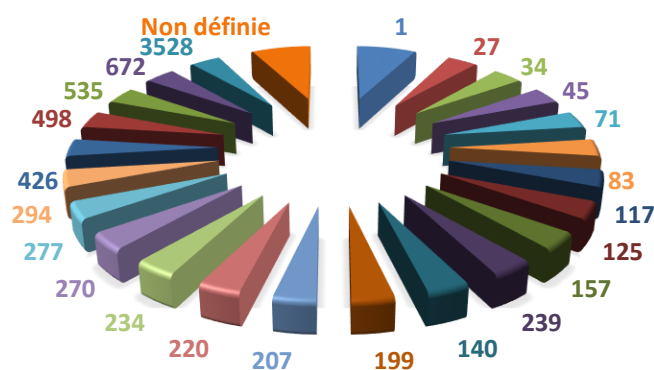
Etude d'effectifs de résistance	Pourcentage
Oui	73,1
Non	26,9
Total	100,0

#### 4.14 Nombre de souches inclus dans les recherches de résistance bactérienne

La **figure 23** présente le nombre total des souches ciblées, 7 % des recherches sont effectuées sur la base d'une seule souche, 83.6 % des recherches sont réalisées avec 27 souches au minimum et 3528 au maximum. Ces recherches sont effectuées par des prélèvements. Les recherches réalisées à base de souches isolées directement ont utilisé : trente, soixante et onze et 199 souches. Cette diversité du nombre des souches provient du fait qu'une souche peut être incluse dans différents types d'infections. Aussi bien qu'un seul type d'infection peut être à l'origine de plus qu'une souche. Le nombre élevé des souches isolées

dans une recherche peut améliorer la valeur scientifique de celle-ci, car lorsque les souches sont nombreuses, la probabilité de découvrir des nouvelles souches augmente.

## NOMBRE DES SOUCHES ISOLÉES



**Figure 23.** Nombre des souches isolées.

### 4.15 Analyse de profil de la résistance bactérienne des souche étudiées

Selon **Muylaert et Mainil (2012)** une souche est dite résistante lorsqu'elle se cultive en présence de concentration plus élevée en antibiotique comparativement à d'autres souches qui lui sont phylogénétiquement liées. L'analyse des différents profils des souches antibiorésistances cultivées dans l'antibiogramme des recherches sélectionnées, montre une hétérogénéité dans le choix de l'antibiotique testé d'une recherche à l'autre. Cela dû à la sélection aléatoire des antibiotiques utilisés vis-à-vis les mêmes souches qui causent les mêmes infections. Le tableau ci-dessous présent quatre recherches sur l'infection urinaire, et les antibiotiques utilisés pour tester le profil de la résistance de l'*E. coli*.

**Tableau 13.** Exemple sur l'hétérogénéité de choix de l'antibiotique.

<i>E.coli</i>			
N° de recherche			
1	2	3	4
Ampicilline	Ampicilline	Amoxi-acide Clavulanique	Acide clavulanique
Amoxi-acide clavulanique	Amoxi-acide clavulanique	Céfotaxime	Céfotaxime
Céfazoline	Cotrimoxazole	Cotrimoxazole	Acide Nalidixique
Céfotaxime	Vancomycine	Gentamicine	Gentamicine
Acide nalidixique	Fosfomycine	Cefoxitine	Amoxicilline
Ofloxacine		Chloramphenicol	Cefoxitine
Cotrimoxazole		Ciprofloxacine	Ciprofloxacine
Gentamicine		Levofloxacin	Aztreonam
AK		Aztreonam	Imipenem
		Imipenem	Amikacin

		Kanamycin Tobramycine Amikacin Cotrimoxazole	Piperacillin Ceftazidime Ticarcillin Ticarcilline/Acide Clavulanique Pipéracilline/Tazobactam Céfalotine
--	--	---	--

D'après **Muylaert et Mainil (2012)** cliniquement, une souche est qualifiée de résistante lorsqu'elle survit à la thérapie antibiotique mise en place. Les résultats montrent qu'il existe des espèces multirésistantes et d'autres qu'ils ont 100 % résistante contre un tels ATBs.

**Tableau 14.** Quelque exemple des espèces résistantes (100%)

Espèce	Antibiotique	Résistance
<i>E. coli</i>	Vancomycine Ampiciline	100 %
<i>S. aureus</i>	Amoxicilline Amikacin Ampiciline	100 %
<i>K. pneumonea</i>	Amoxicilline Ampiciline	100 %

L'analyse statistique montre que le facteur de temps n'influence pas sur la résistance bactérienne. Où il n'y a aucune linéarité entre le facteur de temps et la résistance de la BPe *E. coli* ( $r= 0.019$ ). D'autre part, on note l'originalité des recherches. Les données de l'étude montrent une relation entre les souches isolées et les infections bactériennes puis l'identification moléculaire pour découvrir des nouveaux gènes de la résistance. En outre, il est important de signaler, qu'en conditions *in vivo*, la capacité de résistance ou de sensibilité de la souche à la thérapie antimicrobienne mise en place sera dépendante de différents paramètres, tels que la localisation de la bactérie (type de prélèvement), le dosage et l'état du système immunitaire de l'individu traité **Muylaert et Mainil (2012)**, alors une souche bactérienne peut être influencé par le type de prélèvement.

#### 4.16 Techniques moléculaires

Les souches rares ou les plus résistantes sont ciblées par les chercheurs, pour faire des techniques moléculaires, la plupart des recherches collectées n'ont effectué ni des collaborations étrangères, ni des recherches moléculaires. Comme nous l'avons mentionné précédemment, la collaboration étrangère est très importante pour utiliser les équipements développés et les techniques moléculaires. Après l'analyse statistique, on a noté que dans le



**tableau 15**, douze recherches sélectionnées ont utilisé les techniques moléculaires dans le cadre d'une coopération avec des pays étrangers.

**Tableau 15.** Relation entre techniques moléculaires et collaboration étrangère.

		Technique moléculaire	
		Oui	Non
Collaboration étranger	Oui	12	3
	Non	1	10

Parmi les techniques les plus utilisées; le PCR (Polymerase Chain Reaction) avec 15.4 %, le MLST (Multi Locus Sequencing Typing) avec 7.7 %.

#### 4.17 Techniques thérapeutiques après un antibiogramme chez les patients hospitalisés

Le tableau ci-dessous représente le nombre de recherches qui ont mentionné le traitement appliqué sur les malades hospitalisés. 34.6 % ont mentionné qu'il y a un traitement sans préciser la technique, 30.7 % des recherches ne déterminent même pas si le malade a déjà commencé un traitement ou non, le pourcentage des malades qui ne sont pas sous traitement est supérieur à celle qui sont sous traitement dont 26.9 % malades hospitalisés sont sous une antibiothérapie et 3.8 % avec antibiothérapie et traitement antituberculeux (doute d'infection tuberculeuse).

Instaurer d'emblée un traitement antibiotique probabiliste lorsqu'on ne peut pas laisser la patiente sans traitement car très symptomatique ou s'il s'agit d'un terrain particulier (**Mille montfort, 2020**). D'autre part, la détermination de traitement proposé par le médecin à base d'antibiogramme effectué aider pour juger l'efficacité d'une antibiothérapie principalement par une amélioration rapide de la clinique (disparition des signes cliniques), la réévaluation à 48-72h permet d'apprécier l'évolution clinique, d'obtenir les données microbiologiques, de s'assurer de la preuve ou non d'une infection et de sa nature bactérienne (**Moutaouakkil et al., 2018**).

Le manque des données dans ces recherches concernant le choix d'antibiothérapie laisse de nombreuses questions sans réponse.

**Tableau 16.** Traitement et techniques thérapeutiques.

		Traitement		
		Oui	Non	Total
Technique de traitements	Antibiothérapie	7	0	7
	Antibiothérapie et traitement	1	0	1
	Antituberculeux			
	Non définie	0	9	9

## Conclusion

Ce mémoire systématique nous a permis d'évaluer la production de la recherche dans le domaine de l'antibiorésistance et repérer les facteurs qui influencent le développement de la résistance bactérienne en Algérie.

Les résultats obtenus proviennent de l'analyse de 26 études publiées sur les douze dernières années ; entre 2008 et 2020. La production de la recherche scientifique dans ce domaine est très maigre à l'échelle nationale vis-à-vis ceux au niveau internationale. La majorité des recherches sont réalisées au sein des laboratoires cliniques CHU (69 %) en raison de la disponibilité des échantillons cliniques humains, des prélèvements des matières biologiques ainsi que des souches isolées préalablement. La région du Sud est la région favorable pour l'étude de la résistance bactérienne à cause de taux des cas d'infections, cela est dû à l'existence des conditions favorables pour la multiplication des germes pathogènes. Néanmoins, on note une carence de recherche dans cet axe dans ces zones (7.7 %).

Les recherches sélectionnées sont effectuées (80 %) des collaborations; entre les laboratoires de recherches et cliniques, entre wilayas ainsi que étrangère. Cette coopération est principalement pour l'approvisionnement des laboratoires en ; échantillon et pour les matériaux et les méthodes de caractérisation moléculaires des souches et leur isolement.

L'analyse des résultats montre un manque de présentation des données des patients (Âges, genre, hospitalisation de patient, conservation de l'échantillon, l'identification des souches, le profil de l'antibiogramme et les ATBs inclus, traitement) malgré l'importance de celle-ci pour la recherche dans ce domaine.

La majorité des chercheurs se sont intéressés un seul type d'infection (73 %) tels que : les infections urinaires, nosocomiales, pulmonaires. Les espèces majoritairement étudiées sont les entérobactéries (81.81 %), où *E. coli* (18.8 %), *S. aureus* (14.54 %) et *K. pneumoniae* (12.72 %).

Après l'étape de l'antibiogramme, l'analyse de profil de la résistance bactérienne montre une hétérogénéité du choix de l'ATB utilisés vis-à-vis d'une même souche. D'après les espèces étudiées, il existe des grands nombres des (BMRs) ou bien (100 %) résistante au tels ATB. Aussi on trouve une originalité de recherche où les analysées des résultats montrent

une relation entre les souches isolées et les infections causées puis une identification moléculaire pour découvrir des nouveaux gènes de résistance.

On peut dire qu'on a trouvé une relation entre le prélèvement et le développement de l'antibiorésistance, par contre la durée de l'étude n'a aucune influence sur la résistance bactérienne.

Les résultats obtenus ouvrent des perspectives de recherche dans le domaine du développement des infections et les résistances bactériennes en Algérie. Ces perspectives étaient planifiées dans ce travail, mais non réalisées à cause de la pandémie du COVID19.

Comme extension de ce travail, on propose de :

- Faire d'autres projets analytiques et pratiques qui se focalisent sur les données du patient, du prélèvement, de l'isolement, de l'identification et de l'antibiothérapie entre autres.
- Suivre d'autres facteurs qui influencent l'antibiorésistance.
- Viser les recherches sur les infections bactériennes et sur l'antibiorésistance au Sud du pays, et effectuez des collaborations avec des laboratoires de recherche des autres régions pour partager les objectifs, le matériel, les méthodes et les expériences.

# **Bibliographie**

## Bibliographie

Achek, R., Hotzel, H., Cantekin, Z., Nabi, I., Hamdi, T. M., Neubauer, H., et El-Adawy, H. (2018). Emerging of antimicrobial resistance in staphylococci isolated from clinical and food samples in Algeria. *BMC research notes*, 11(1), 1-7.

Allal, K. B., Dahmane, M., et Slimani, R. (2009). Les chercheurs algériens et la publication électronique dans les archives ouvertes: cas d'ArchivAlg. *Etudes et Documents Berberes*, (1), 51-66.

Amiri, S., Hammami, S., Amoura, K., Dekhil, M., et Boubaker, I. B.-B. (2017). Characterization of carbapenem resistant *acinetobacter baumannii* isolated from intensive care units in two teaching hospitals from Algeria and Tunisia. *Pan African Medical Journal*, 28.

Anaïs Veyssiere. (2019). La résistance aux antibiotiques des bactéries les plus communément rencontrées dans les infections communautaires état des lieux en 2019. Université de Bordeaux, 1-107.

Bakour, S., Touati, A., Sahli, F., Ameer, A. A., Haouchine, D., et Rolain, J. M. (2013). Antibiotic resistance determinants of multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* clinical isolates in Algeria. *Diagnostic microbiology and infectious disease*, 76(4), 529-531.

Barika Nour El Houda et Boussaidi Djamila. (2019). Etude de la résistance aux antibiotiques des bactéries isolées à partir des plaies chirurgicales infectées. Université M'hamed Bougara de Boumerdes, 93.

Beales, N. (2004). Adaptation of microorganisms to cold temperatures, weak acid preservatives, low pH, and osmotic stress: a review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 3(1), 1-20

Belmin, J., Chassagne, P., Friocourt, P., Gonthier, R., Jeandel, C., Nourhashemi, F., et Pfitzenmeyer, P. (2016). *Gériatrie: pour le praticien*. Elsevier Health Sciences, p.426.

Benamrouche, N. (2016). Microbiological and molecular characterization of *Corynebacterium diphtheriae* isolated in Algeria between 1992 and 2015. *Clinical Microbiology and Infection*, (22), 7.

Benouda, A., Ben Redjeb, S., Hammami, A., Sibille, S., Tazir, M., et Ramdani-Bouguessa, N. (2009). Antimicrobial resistance of respiratory pathogens in North African countries. *Journal of Chemotherapy*, 21(6), 627-632.

Benyagoub, E., Benchaib, S. M., Zaalán, A., et Bendada, F. (2020). Prevalence and isolation frequency of pathogenic strains responsible for some infections in Bechar's community (Southwest of Algeria): About 1458 cases. *Bangladesh Journal of Medical Science*, 19(3), 404-413.

Berrazeg, M., Diene, S. M., Drissi, M., Kempf, M., Richet, H., Landraud, L., et Rolain, J.-M. (2013). Biotyping of Multidrug-Resistant *Klebsiella pneumoniae* Clinical Isolates from France and Algeria Using MALDI-. *Plos one*, 8(4), 10.

Betitra, Y., Teresa, V., Miguel, V., et Abdelaziz, T. (2014). Determinants of quinolone resistance in *Escherichia coli* causing community-acquired urinary tract infection in Bejaia, Algeria. *Asian Pacific journal of tropical medicine*, 7(6), 462-467.

Bogdan-Ioan Coculescu. (2009). Antimicrobial resistance induced by genetic changes. *Journal of Medicine and Life*, 2(2), 114-123.

Bouharkat, B., Touil, A. T., Mullié, C., Chelli, N., et Meddah, B. (2020). Bacterial ecology and antibiotic resistance mechanisms of isolated resistant strains from diabetic foot infections in the north west of Algeria. *Journal of Diabetes and Metabolic Disorders*, 19 (2), 1261-1271.

Bourafa, N., Loucif, L., Boutefnouchet, N., et Rolain, J. M. (2015). *Enterococcus hirae*, an unusual pathogen in humans causing urinary tract infection in a patient with benign prostatic hyperplasia: first case report in Algeria. *New microbes and new infections*, 8, 7-9.

Bouzenoune, F., Boudersa, F., Bensaad, A., Harkat, F., et Siad, N. (2009). Les infections urinaires à Ain M'lila (Algérie). Résistance aux antibiotiques des 239 souches isolées entre 2006 et 2007. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 39(2), 142-143.

Brachman, P. S., et Evans, A. S. (Eds.). (1998). *Bacterial Infections of Humans*. Plenum Medical. Coulibaly, F. (2007). Infections bactériennes invasives dans le service de pédiatrie du chu-gabriel toure.(A propos de 341 cas.) (Doctoral dissertation, these pharmacie, Université de Bamako. 2007: 103. French).

Dali ali abdessamad. (2015). Infections nosocomiales a bactéries multirésistantes en réanimation adulte a l'EHUO profil épidémiologique, facteurs de risquée et facteurs pronostiques. Université d'oran 1 Ahmed Benbella.

Diancourt, L., Passet, V., Verhoef, J., Grimont, P. A. D., et Brisse, S. (2005.). Multilocus Sequence Typing of *Klebsiella pneumoniae* Nosocomial Isolates. *J. Clin. Microbiol.*, 5.

Djahida, S., Imane, S., et Mourad, D. (2011). Résistance aux antibiotiques des entérobactéries au niveau du CHU de Sidi Bel Abbes (Algérie). 23, 6.

Djahmi, N., Boutet-Dubois, A., Nedjai, S., Dekhil, M., Sotto, A., et Lavigne, J.-P. (2012). Molecular epidemiology of *Enterococcus sp.* Isolated in a university hospital in Algeria. *Scandinavian Journal of Infectious Diseases*, 44(9), 656-662.

Djahmi, N., Messad, N., Nedjai, S., Moussaoui, A., Mazouz, D., Richard, J. L., et Lavigne, J. P. (2013). Molecular epidemiology of *Staphylococcus aureus* strains isolated from inpatients with infected diabetic foot ulcers in an Algerian University Hospital. *Clinical Microbiology and Infection*, 19(9), E398-E404.

Drissi, M., Ahmed, Z. B., Dehecq, B., Bakour, R., Plésiat, P., et Hocquet, D. (2008). Antibiotic susceptibility and mechanisms of béta-lactam resistance among clinical strains of *Pseudomonas aeruginosa* : First report in Algeria Sensibilité aux antibiotiques et mécanismes de résistance aux béta-lactamines des souches cliniques de *Pseudomonas aeruginosa* : Première étude en Algérie. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 5.

Eduardo A. Groisman. (2001). Principles of Bacterial Pathogenesis.

Evans, A. S., et Brachman, P. S. (Eds.). (2013). Bacterial infections of humans: epidemiology and control. *Springer*.

Guilfoile, P., et Alcamo, I. E. (2007). Antibiotic-resistant bacteria. *Info base Publishing*.

Guillot. J.F. (1989), Apparition et évolution de la résistance bactérienne aux antibiotiques. *Annales de Recherches Vétérinaires, INRA Editions*, 20 (1), pp.3-16.

Hamidi, M., Ammari, H., Ghaffor, M., Benamrouche, N., Tali-Maamar, H., Tala-Khir, F., Younsi, M., et Rahal, K. (2012). Émergence d'*Enterococcus faecium* résistant aux glycopeptides en Algérie : À propos d'un cas. 4.

Hecini-Hannachi, A., Bentchouala, C., Lezzar, A., Laouar, H., Benlabed, K., et Smati, F. (2016). Multidrug-resistant bacteria isolated from patients hospitalized in Intensive Care Unit in University Hospital of Constantine, Algeria (2011—2015). *Afr. J. Microbiol. Res.*, 9.

Hnich, H. (2017). La résistance bactérienne: mécanismes et méthodes de detection au laboratoire (Doctoral dissertation, Thèse pour l'obtention du doctorat en médecine. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah).

Institut de la santé des femmes et des hommes. (2012). L'influence du genre et du sexe.

Jean-Luc Aboya Moroh. (2013). Résistance bactérienne et phytomolécules antimicrobiennes issues de Morindamorindoi des. université de Bretagne occidentale. p.214

J Martínez, J. L., et Baquero, F. (2002). Interactions among strategies associated with bacterial infection: pathogenicity, epidemicity, and antibiotic resistance. *Clinical microbiology reviews*, 15(4), 647-679.

Jp, N. (1998). Kape JB. Diarrheogenic *Escherichia coli*. *Clin Microbiol Rev*, 11(1), 142-201.

Lynn C. Parsons et Stephen D. Krau. (2007). Bacterial Infections: Management by Acute and Critical Care Nurses. *Critical care nursing clinics of North america*, 19, 17-26.

Larbi Abid, (2015), Les déserts médicaux ou inégalités territoriales en matière de répartition de l'offre de soins.

M. Paul Battraud. (2017). La résistance aux antibiotiques, un mythe ou une réalité ? Université de Lille 2.

Madeleine Irène Mirabaud. (2003). Entérobactéries à Béta-lactamases à spectre élargi en pédiatrie en 1996. Université de Genève.

Mille Montfort Nada. (2020). Infections urinaires recidivantes : problematique de l'utilisation repetee d'antibiotiques et alternatives par phytotherapie, homeopathie et aromatherapie. Université d'Aix-Marseille.

Moumen Chentouf W., Benzekoura S., Chouiref S., et Benarba B. (2015). Prevalence and characterization of urinary tract infections among Algerian diabetics. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(4), 963-966.



Moutaouakkil Y., Siah S., Bennana A., Tadlaoui Y., Makram S., Cherrah Y, Bousliman Y., et Lamsaouri J. (2018). Réévaluation clinico-biologique de l'antibiothérapie probabiliste en réanimation des brulés. *XXXI* (1), 7.

Muylaert A. et Mainil J.g. (2012). Résistances bactériennes aux antibiotiques : Les mécanismes et leur « contagiosité. *Ann. Méd. Vét.*, 156, 109-123.

Nabti, L. Z., Sahli, F., Radji, N., Mezaghcha, W., Semara, L., Aberkane, S., and Godreuil, S. (2019). High prevalence of multidrug-resistant *Escherichia coli* in urine samples from inpatients and out patients at a tertiary care hospital in Setif, Algeria. *Microbial Drug Resistance*, 25(3), 386-393.

Nedjai, S. (2012). Prevalence and characterization of extended spectrum  $\beta$ -lactamases in *Klebsiella-Enterobacter-Serratia* group bacteria, in Algeria. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 10.

Ramdani-Bouguessa, N. (2015). Evolution of antimicrobial resistance and serotype distribution of *Streptococcus pneumoniae* isolated from children with invasive and noninvasive pneumococcal diseases in Algeria from 2005 to 2012. *New Microbes and New Infections*, 7.

Rebiahi, S. A. (2011). Emergence of vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus* identified in the Tlemcen university hospital (North-West Algeria). *Médecine et Maladies Infectieuses*, 6.

Richard G. Wax, Kim Lewis, Abigail A. Salyers, et Harry Taber. (2008). Bacterial Resistance to Antimicrobials (2ème). *Biological sciences*.

Sahli, F., Feidjel, R., and Laalaoui, R. (2017). Hemodialysis catheter-related infection: rates, risk factors and pathogens. *Journal of infection and public health*, 10(4), 403-408.

Sarah Schmidt Grant and Deborah T. Hung. (2013). Persistent bacterial infections, antibiotic tolerance, and the oxidative stress response. *Lands Bioscience*, 4 (4), 1-11.

Sylvie Carle. (2009). La résistance aux antibiotiques : Un enjeu de santé publique important. *Pharmactuel*, 42, 16.

Tali-Maamar, H., Laliem, R., Bentchouala, C., Touati, D., Sababou, K., Azrou, S., Azzam, M., Amhis, W., Oussadou, L., Belouni, R., Smati, F., et Rahal, K. (2012). Serotyping and antibiotic susceptibility of *Streptococcus pneumoniae* strains isolated in Algeria from 2001 to 2010. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 7.

Taylor TA, Unakal CG. 2020 *Staphylococcus aureus*. In: StatPearls. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL).

Tazzite, P. A. (2007). Les implications éthiques de la conservation des échantillons biologiques. 34.

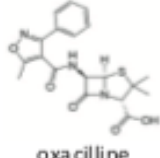
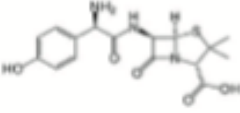
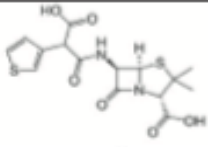
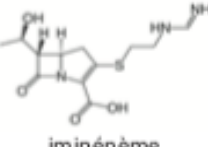
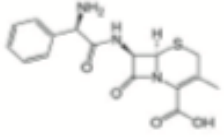
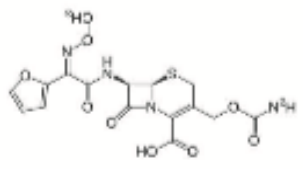
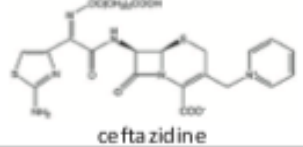
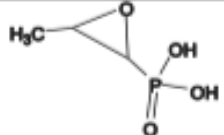
Tali-Maamar, H., Laliem, R., Bentchouala, C., Touati, D., Sababou, K., Azrou, S., et Rahal, K. (2012). Serotyping and antibiotic susceptibility of *Streptococcus pneumoniae* strains isolated in Algeria from 2001 to 2010. *Médecine et maladies infectieuses*, 42(2), 59-65.

Zenati, F., Barguigua, A., Nayme, K., Benbelaïd, F., Khadir, A., Bellahsene, C., et Timinouni, M. (2019). Characterization of uropathogenic ESBL-producing *Escherichia coli* isolated from hospitalized patients in western Algeria. *The Journal of Infection in Developing Countries*, 13(04), 291-302.

# **Annexes**

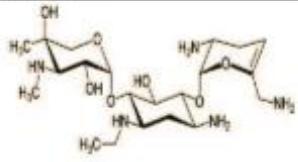
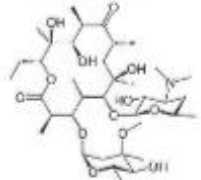
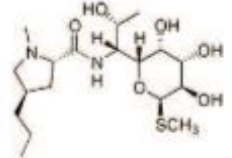
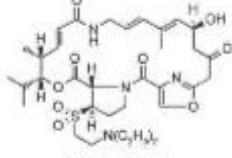
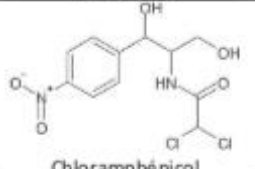
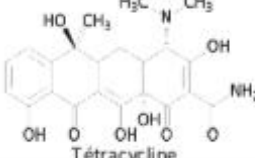
## Annexe 1

**Tableau.** Classification des antibiotiques qui ciblent la paroi bactérienne (Bégué et Astruc, 1999; Perronne, 1999)

Mode d'action	Famille	Sous-famille	Exemple	Spectre d'action	
inhibiteurs de la transpeptidase	pénicillines	pénicilline G		Germe à Gram positif	
		pénicillines M	 oxacilline	Germes à Gram positif	
		pénicillines A	 amoxicilline	Germe à Gram positif et Gram négatif	
		Carboxypenicillines Uréidopénicilline amidopénicillines	 Ticarcline	Germes à Gram positif et à Gram négatif y compris <i>Pseudomonas</i>	
		carbapénèmes	 imipénème	Germes à Gram positif et à Gram négatif y compris <i>Pseudomonas</i> , entérocoques et anaérobie	
	céphalosporines	Première génération	 cefalexine	Germes à Gram positif et à Gram négatif	
		Deuxième génération	 cefuroxime	Germes à Gram positif et à Gram négatif	
		Troisième génération	 ceftazidime	Germes à Gram positif et à Gram négatif y compris <i>Pseudomonas</i>	
	inhibiteurs de la polymérisation du peptidoglycane	glycopeptides		Vancomycine	Germes à Gram positif
	inhibiteurs de la formation d'acide N-Acétyle Muramique	Fosfomycine		 fosfomycine	Germes à Gram positif et négatif

## Annexe 2

**Tableau.** Classification des antibiotiques qui ont pour cible les ribosomes (Le Minor et Véron, 1989; Houvenaeghel, 1992; Thévenot, 2003)

Mode d'action	Famille	Sous famille	Exemple	Spectre d'activité
Inducteur d'erreurs de decodage	aminosides		 <p>Netilmicine</p>	Germes à Gram positif (sauf streptocoques) et à Gram négatif
Inhibition de l'élongation par le site P	Macrolides, Lincosamides Synergistines (MLS)	Macrolides	 <p>Erythromycine</p>	Germe à Gram positif et négatif sauf <i>Enterobacter</i> et <i>Pseudomonas</i>
		Lincosamides	 <p>Lincomycine</p>	
		Synergistines	 <p>Dalfapristine</p>	
Inhibition de l'activité de la peptidyl transferase	Phénicoles		 <p>Chloramphénicol</p>	Germe à Gram positif et négatif y compris <i>Neisseria</i> , streptocoque, <i>Haemophilus</i> et <i>Salmonelle</i>
Inhibition de la fixation de l'ARN de transfert	Cyclines		 <p>Tétracycline</p>	

## Annexe 3

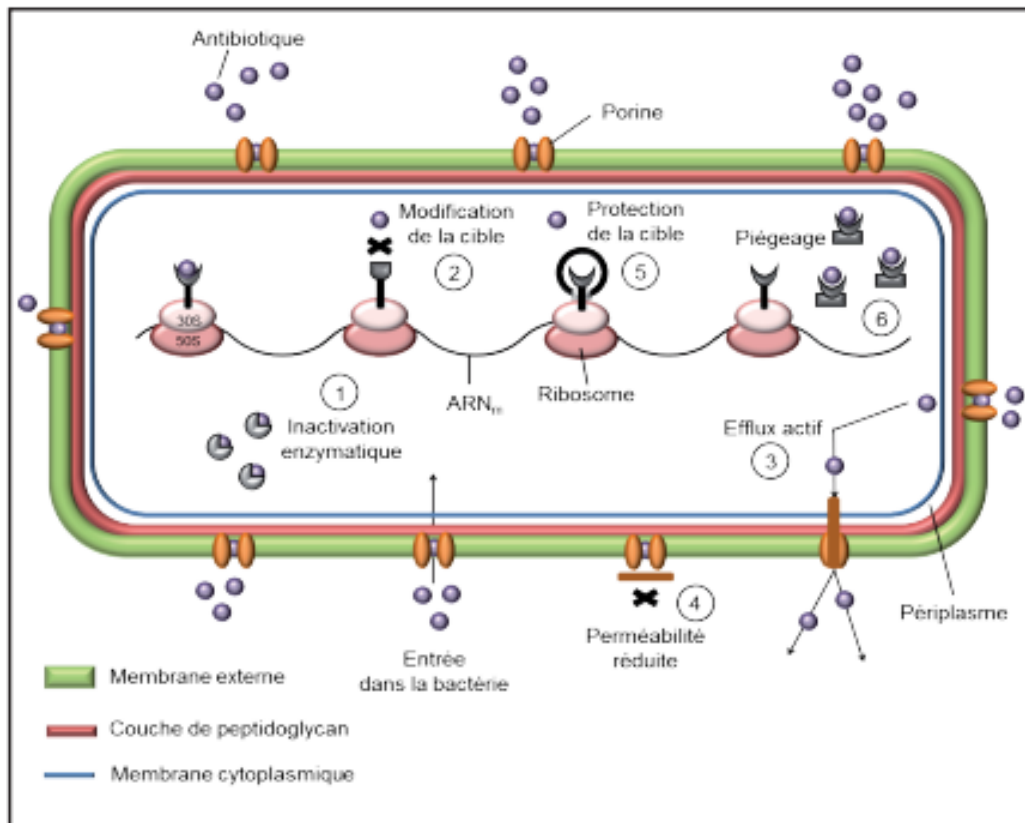
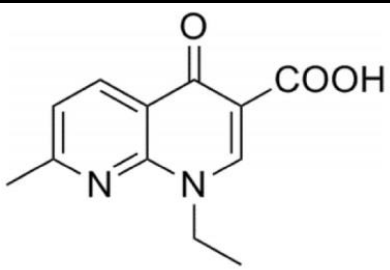
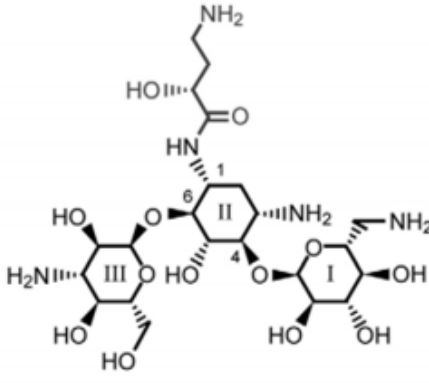
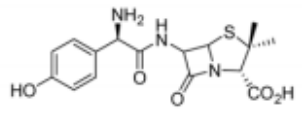
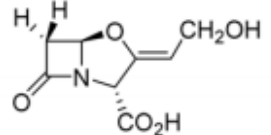
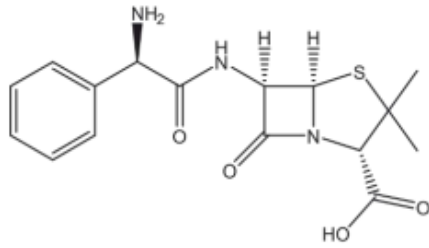


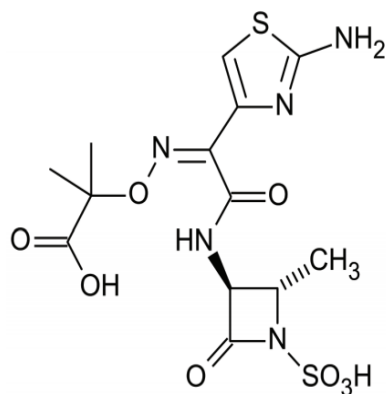
Figure. Mécanismes de la résistance bactérienne (Muylaert et Mainil, 2012).

## Annexe 4

Les structures chimiques de chaque ATB.

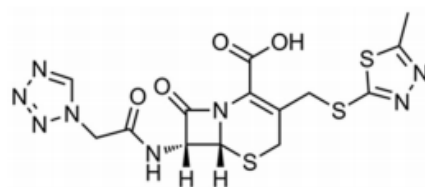
ATB	Structure	Références
Acide nalidixique		(Debnath <i>et al.</i> , 2015)
Amikacine		(Kondo <i>et al.</i> , 2006)
Amoxicilline/acide clavulanique	<p>Amoxicillin</p>  <p>Clavulanic acid</p> 	(Meng <i>et al.</i> , 2016)
Ampicilline		(Ghai <i>et al.</i> , 2018)

Aztréonam

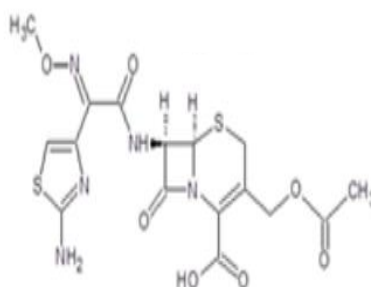


(Buxeraud et Faure, 2016)

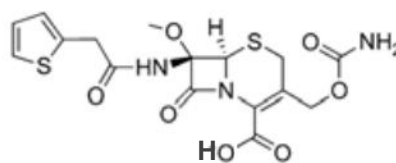
Céfazoline

(Chen *et al.*, 2017)

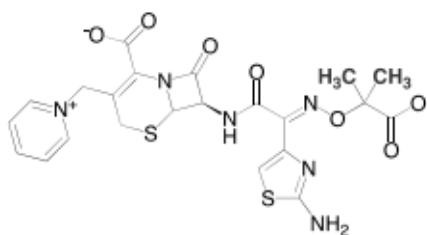
Céfotaxime

(Hsu *et al.*, 2018)

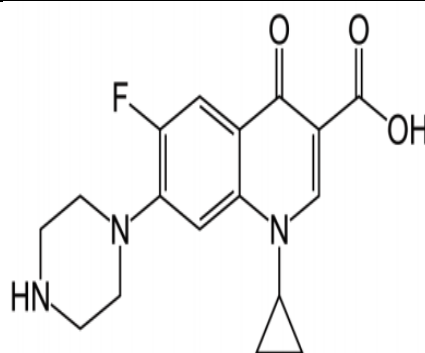
Céfoxitine

(Li *et al.*, 2016)

Ceftazidime

(Antunes *et al.*, 2019)

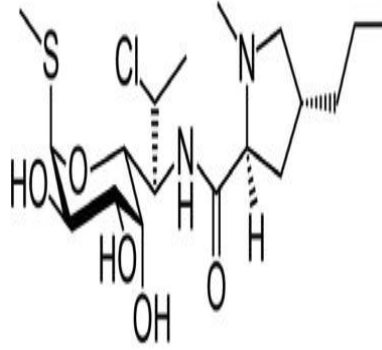
Ciprofloxacine



(Buxeraud et Faure, 2016)

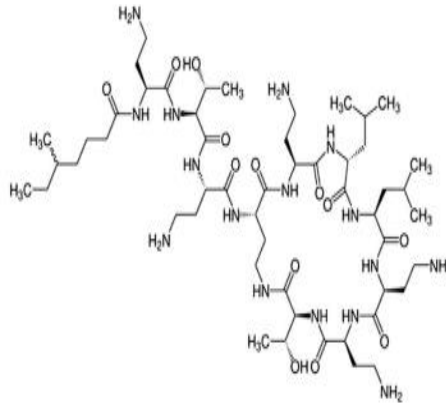


**Clindamycine**



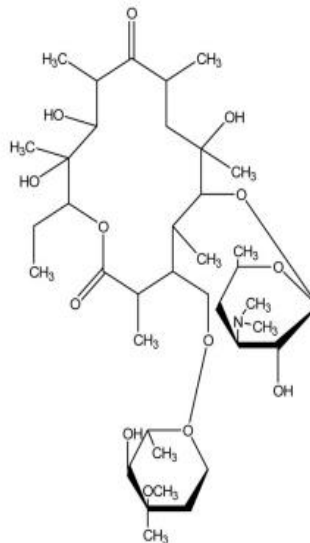
**(Buxeraud et Faure, 2016)**

**Colistine**



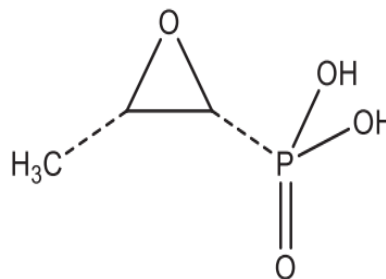
**(Fiaccadori et al., 2016)**

**Erythromycine**



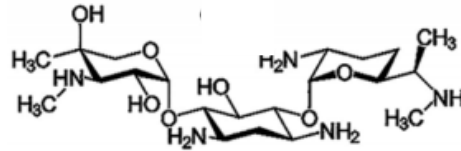
**(Samanidou et Nisyriou, 2008)**

**Fosfomycine**



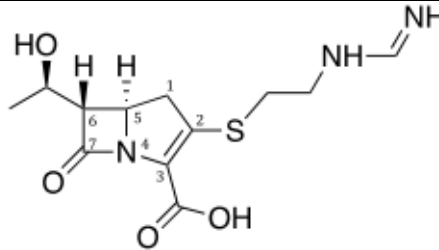
**(Buxeraud et Faure, 2016)**

Gentamicine

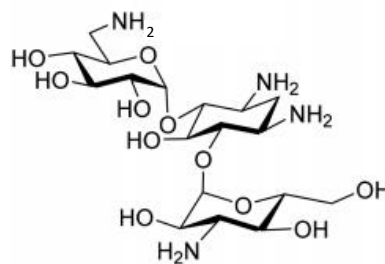


(Banfalvi, 2018)

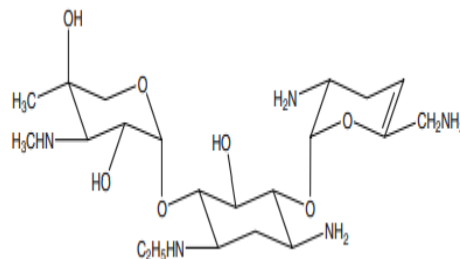
Imipénem

(Zhanel *et al.*, 2018)

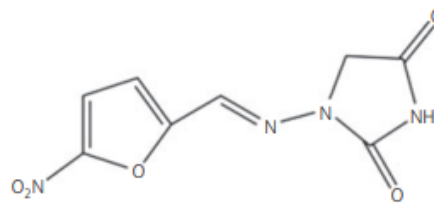
Kanamycine

(Subedi *et al.*, 2019)

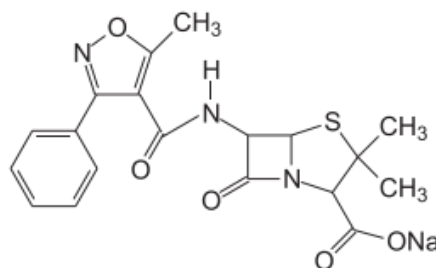
Nétilmicine

(Sun *et al.*, 2006)

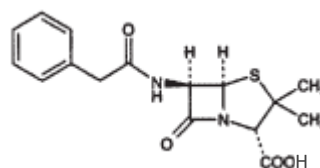
Nitrofurantoïne

(Wijma *et al.*, 2018)

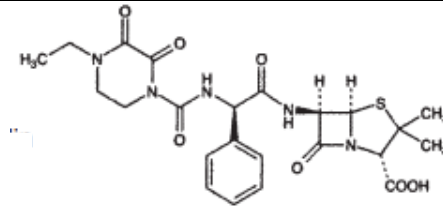
Oxacilline

(Berczyński *et al.*, 2017)

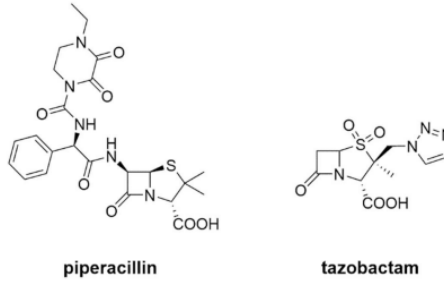
Pénicilline G

(Leger *et al.*, 2008)

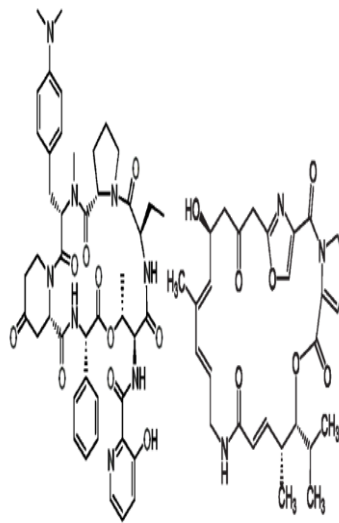
Pipéracilline

(Leger *et al.*,  
2008)

Pipéracilline/tazobactam

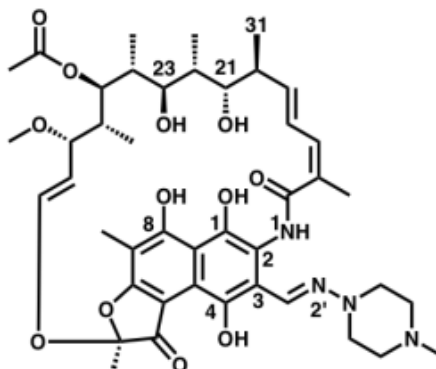
(Viola *et al.*,  
2019)

Pristinamycine

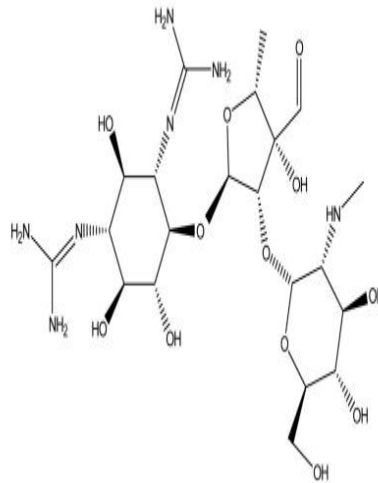


(Boehler, 2018)

Rifampicine

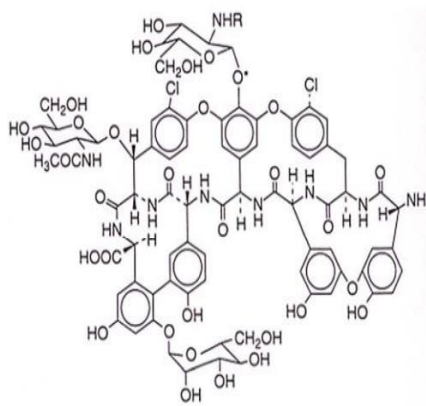
(Liu *et al.*, 2016)

**Streptomycine**



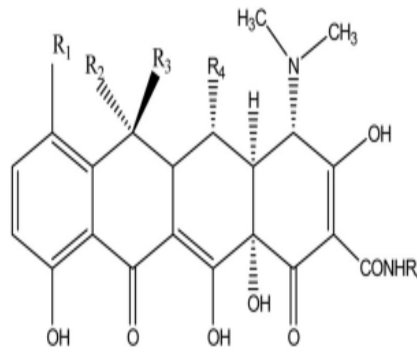
(Samanidou et Nisyriou, 2008)

**Teicoplanine**



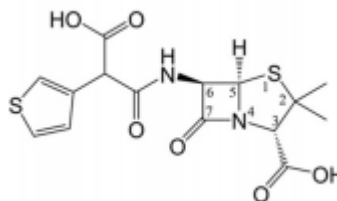
(Boulamery et al., 2011)

**Tétracycline**



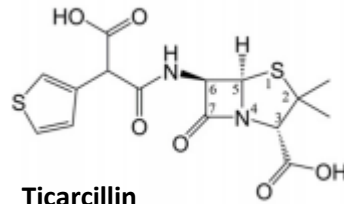
(Samanidou et Nisyriou, 2008)

**Ticarcilline**

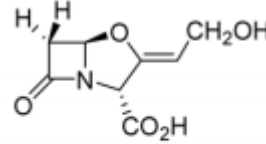


(Sacco et al., 2019)

**Ticarcilline/acide clavulanique**



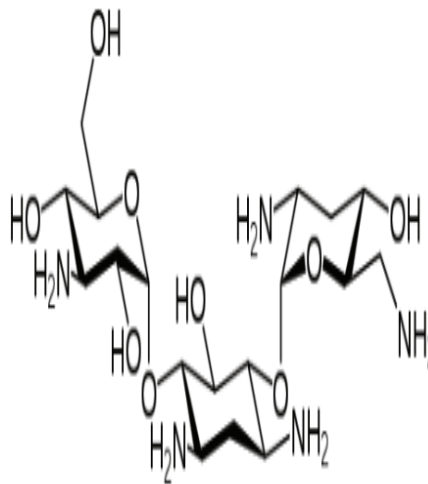
**Ticarcillin**



**Clavulanic acid**

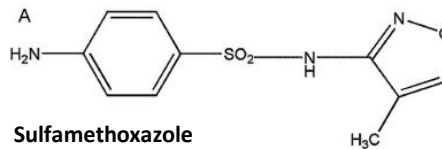
(Meng *et al.*, 2016 ; Sacco *et al.*, 2019)

**Tobramycine**

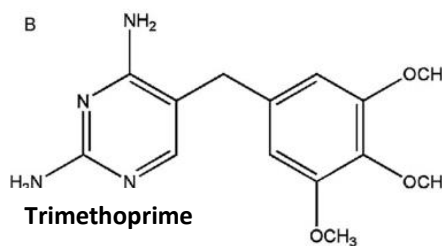


(Buxeraud et Faure, 2016)

**Trimethoprim/sulfamethoxazole**



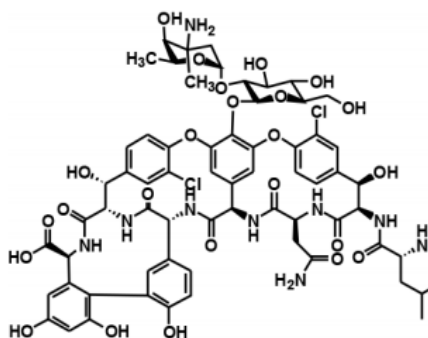
**Sulfamethoxazole**



**Trimethoprim**

(Givianrad *et al.*, 2011)

**Vancomycine**



(Guan *et al.*, 2018)

## الملخص :

أحدث ظهور العلاج بالمضادات الحيوية في الأربعينيات القرن الماضي، ثورة كاملة في المجال الطبي، وأدى إلى انخفاض كبير في الوفيات المرتبطة بالعدوى البكتيرية. ومع ذلك، سرعان ما أصبحت المقاومة البكتيرية مشكلة صحية كبيرة على المستوى العالمي عامة والوطني على وجه الخصوص. في هذا العمل، تم تحديد الأبحاث التي تم إجراؤها على المستوى الوطني لدراسة تطور المقاومة البكتيرية وإقترح العوامل التي تؤثر على هذه المقاومة. تم استخدام بحث منهجي قائم على البيانات التي جمعت انطلاقاً من ستة وعشرين دراسة علمية وتحليلها وصفيًا وإحصائيًا بمعايير مختارة بعناية؛ تم إجراء اختبارين (Khi-deux) و (Test de corrélation). ومن ثمّ مناقشة النتائج التي تم الحصول عليها. وقد لوحظ قلة البحث في هذا الموضوع على المستوى الوطني وخاصة في جنوب البلاد، وهذا يعود لنقص المستشفيات الجامعية في هذه المنطقة ونقص التعاون بين مخابر البحث العلمي والمستشفيات الجامعية. حيث التعاون الأجنبي ضروري لإتمام الدراسات الجزيئية. ولقد وجد أن: الأنواع البكتيرية الأكثر إنتشاراً هي : *E.coli* و *S. aureus* و *K. pneumoniae* بنسبة 18.8 % و 14.54 % و 12.72 % على التوالي ، ولا توجد علاقة بين تطور المقاومة البكتيرية والزمن، في حين ان نوع السلالة البكتيرية و نوع الالتهاب يؤثران طرداً على تطور المقاومة البكتيرية مع استعمال المضادات الحيوية وكذلك لوحظ عدم تجانس في اختيار المضادات الحيوية في دراسة نفس السلالة البكتيرية المسببة لنفس العدوى.

**الكلمات المفتاحية :** البحث المنهجي ، المقاومة البكتيرية ، المضادات الحيوية ، الإلتهابات البكتيرية.

## Résumé

L'avènement de l'antibiothérapie dans les années 40 a complètement révolutionné le domaine médical et a entraîné une réduction significative de la mortalité associée aux infections bactériennes. Cependant la résistance bactérienne a rapidement constitué un problème de santé important à l'échelle mondiale et nationale précisément. Dans ce travail, on a recensé les recherches réalisées au niveau national dans le but d'étudier le développement de la résistance bactérienne et suggérer des études sur les facteurs qui influencent cette résistance. A l'aide d'une recherche systématique se basant sur les données recueillies d'une enquête sur vingt-six études analysées d'une manière descriptive et statistique avec des critères sélectionnés attentivement ; le test khi-deux et le test de corrélation. Une discussion des résultats obtenus a été établie. La carence des recherches dans ce thème à l'échelle nationale a été constatée ainsi qu'au niveau du Sud du pays, celle-ci est liée étroitement au manque des CHU dans ces zones et à la collaboration entre les laboratoires de recherches et les CHU. La nécessité des collaborations étrangères est indispensable pour la réalisation des études moléculaire. Il a été retrouvé que : les espèces les plus dominantes sont : *E. coli*, *S. aureus* et *K. pneumoniae* avec 18.8 %, 14.54 % et 12.72 % respectivement, aucune relation entre le développement de la résistance et le temps par contre le type de l'infection et de souche influence le taux de la résistance vis-à-vis les ATBs. Ainsi que l'hétérogénéité du choix d'antibiotiques vis-à-vis d'une même souche bactérienne de la même infection.

**Mots clés :** Recherche systématique, résistance bactérienne, antibiotiques, infections bactérienne

## Abstract

The advent of antibiotic therapy in the 40s completely revolutionized the medical field and resulted in a significant reduction in mortality associated with bacterial infections. However Bacterial resistance has quickly become an important health problem on a global and national scale. In this work, research carried out at the national level to study the development of bacterial resistance and suggest studies on the factors that influence this resistance was identified. Using a systematic search based on data collected from a survey of 26 studies analyzed in a descriptive and statistical manner with carefully selected criteria; the khi-two test and the correlation test. A discussion of the results was established. The lack of research on this topic at the national level has been noted as well as at the level of the South of the country; it is closely related to the lack of CHU in these areas and the collaboration between research laboratories and CHU. The need for foreign collaborations is essential for conducting molecular studies. It was found that: The most dominant species are: *E. coli*, *S. aureus* and *K. pneumoniae* with 18.8%, 14.54% and 12.72% respectively, no relationship between the development of resistance and time but the type of infection and of strain influences the rate of resistance to ATBs. As well as the heterogeneity of the choice of antibiotics towards the same bacterial strain of the same infection.

**Key words :** Systematic research, bacterial resistance, antibiotics, bacterial infections.