

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE de TLEMCCEN



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
et Sciences de la Terre et de l'Univers



Département de Biologie

Mémoire
Présenté par

BENAISSA Latifa

HAMYANI Sihem

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER**

Sciences Biologiques

Option : Microbiologie Fondamentale

Thème

**Enquête au niveau du laboratoire de bactériologie du
CHU de Tlemcen autour des infections bactériennes les
plus fréquentes**

Soutenu le 20/09 /2020 devant le jury composé de :

| | | | |
|--------------|------------------|-----|--------------------|
| Présidente | BELLIFA Samia | MCB | université Tlemcen |
| Examinatrice | AYAD Amel | MCB | université Tlemcen |
| Encadrante | BERRAHOUI Samira | MAA | université Tlemcen |

Année universitaire 2019/2020

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce travail

Nos remerciements s'adressent à notre encadrant **Berrahoui Samira**, maitre-assistant à l'université de Tlemcen, pour les efforts qu'elle a consenti, le temps qu'elle nous a consacré, les conseils avisés qu'elle nous a prodigué. La confiance et le soutien, qu'elle nous a accordé nous ont permis de mener à bien ce travail.

Nos remerciements vont également aux membres du jury, **BELLIFA Samia** et **AYAD Amel**, maitres de conférences au département de biologie, faculté SNV/STU, université de Tlemcen qui nous font l'honneur d'évaluer notre travail, nous leur sommes infiniment reconnaissantes. Leurs critiques et suggestions contribueront certainement à rehausser la valeur scientifique de ce travail.

Nous remercions également tous nos enseignants et spécialement ceux de la promotion Master 2 Microbiologie Fondamentale

Nous exprimons enfin nos sincères remerciements ainsi que notre grande gratitude à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet de fin d'études

Dédicaces

Avant toute chose « Al Hamdoulilah », je remercie Allah, le tout puissant et Majestueux qui nous a guidés dans le bon chemin pour faire ce modeste travail

J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail :

A mon très cher et adorable père :Benaissa Bachir

Ce modeste travail est le fruit de tout sacrifices déployés pour notre éducation. Vous avez toujours souhaité le meilleur pour nous. Vous avez fourni beaucoup d'efforts aussi bien physiques et moraux à notre égard. Vous n'avez jamais cessé de nous encourager et de prier pour nous. C'est grâce à vos percepts que nous avons appris à compter sur nous-mêmes. Vous méritez sans conteste qu'on vous décerne les prix « Père Exemplaire ».

Père : je t'aime et j'implore le tout puissant pour qu'il t'accorde une bonne santé et une vie heureuse.

A ma très chère et adorable mère : Moulay hadj Fatima Zohra

Les mots semblent parfois si dénués de sens qu'il est difficile de trouver des expressions qui puissent traduire mon amour, et ma reconnaissance pour tous les efforts que tu as fournis à mon égard.

Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, La source de tendresse, et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour Mener à bien mes études et ma vie toute entière. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leurs vies et leurs études.

Tu as été toujours là pour moi, Ce travail n'aurait pu prendre de forme sans ton soutien inconditionnel conjugué à l'affection dont tu n'as cessé de m'entourer.

Je t'aime du plus profond de mon cœur. Puisse DIEU le grand puissant te donner bonne santé et longue vie

A mes chers frères : Mohammed, Oussama, Abdellatif et Anes

Pour l'affection qui nous lie, pour l'intérêt que vous portez à ma vie, pour votre soutien, votre compréhension et vos encouragements. Veuillez trouver dans ce travail, le témoignage de mes sentiments les plus sincères et les plus affectueux.

Que Dieu vous bénisse et vous offre un avenir prospère.

A ma très chère sœur adorable « Abir »

*A toutes la famille **Benaissa** et **Moulay hadj**, pour leur aide et conseils surtout dans le moment difficile.*

Latifa

Dédicaces

A mon très cher et adorable père : Hamyani Mohamed

Ce modeste travail est le fruit de tout sacrifices déployés pour notre éducation. Vous avez toujours souhaité le meilleur pour nous. Vous avez fourni beaucoup d'efforts aussi bien physiques et moraux à notre égard. Vous n'avez jamais cessé de nous encourager et de prier pour nous. C'est grâce à vos percepts que nous avons appris à compter sur nous-mêmes. Vous méritez sans conteste qu'on vous décerne les prix

« Père Exemplaire ».

Père : je t'aime et j'implore le tout puissant pour qu'il t'accorde une bonne santé et une vie heureuse.

A ma très chère et adorable mère : Marif Khalida

Les mots semblent parfois si dénués de sens qu'il est difficile de trouver des expressions qui puissent traduire mon amour, et ma reconnaissance pour tous les efforts que tu as fournis à mon égard.

Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, La source de tendresse, et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour Mener à bien mes études et ma vie toute entière. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leurs vies et leurs études.

Tu as été toujours là pour moi, Ce travail n'aurait pu prendre de forme sans ton soutien inconditionnel conjugué à l'affection dont tu n'as cessé de m'entourer.

Je t'aime du plus profond de mon cœur. Puisse DIEU le grand puissant te donner bonne santé et longue vie

Mes chers frères et Sœurs : Youcef & Adel, Samia & Amina

Pour l'affection qui nous lie, pour l'intérêt que vous portez à ma vie, pour votre soutien, votre compréhension et vos encouragements.

Veillez trouver dans ce travail, le témoignage de mes sentiments les sincères et les plus affectueux. Je suis fier et chanceuse d'avoir des frères et des sœurs comme vous dans ma vie merci beaucoup.

*Que Dieu vous bénisse et vous offre un avenir prospère plein de bonheur de joie et de succès.
A ma chère grand-mère Mama : merci d'être toujours à notre côté, pour vos belles prières.
Puisse DIEU le grand puissant te donner bonne santé et longue vie.*

A mes beaux frères

Merci beaucoup pour votre soutien et encouragement ...

A mes chères nièces : Maria Ines, Nihel, Lina, Malek et Layen

Mes douces princesses, avec votre jeune âge, mais vous m'avez inondé d'amour et d'attention, je n'oublie pas vos prières pour moi tout le temps, je n'oublie pas vos préoccupations pour moi toujours. Je t'aime tellement mes chéries, je demande à Dieu de te protéger et d'illuminer ton chemin avec succès et moralité et que de meilleurs pour vous Incha Allah ...

A mon neveu : Kébir Mohamed El Mokhtar

Merci beaucoup pour vos belles prières et votre optimisme, tu es mon source de joie et d'espoir, je t'aime je t'aime je t'aime ...

A toute la famille HAMYANI ET MARIF. Oncle, Tantes, Cousins, Cousines ...

A tous mes chers amis

*A mon très cher frère **Haddam Hadi Youcef** et ma très chère sœur adorable **Hamel Wissem** ... merci pour les bons moments qu'on a passé ensemble, de votre soutien et de votre serviabilité.*

Que Dieu vous protège et vous procure joie et bonheur et que notre amitié reste à jamais.

A tous ceux qui m'ont consacré temps, patience et Conseils surtout dans des moments difficiles.

Sihem

ملخص

تحدث الالتهابات البكتيرية بسبب البكتيريا الممرضة أو الانتهازية، والتي تسبب العدوى من خلال التصاقها وتكاثرها في جسم الإنسان. هذه الالتهابات البكتيرية هي المسؤولة عن أمراض تتراوح من الذبحة الصدرية الخفيفة إلى أوبئة السل والتهاب السحايا وما إلى ذلك. إن خطورة هذه الأمراض المعدية تبرر الحاجة إلى استخدام تقنيات سريعة وفعالة لتحديد الجراثيم المسؤولة وتقديم العلاج المناسب.

اليوم، تستخدم مختبرات علم الجراثيم بالإضافة إلى التقنيات التقليدية تقنيات البيولوجيا الجزيئية للكشف عن جميع الأمراض المعدية. أحدثت طرق التعرف على الكائنات الحية الدقيقة ثورة في التشخيص في علم الجراثيم. أنها تسمح باكتشاف أسرع وأكثر دقة للبكتيريا التي يصعب أو حتى من المستحيل اكتشافها بالطرق البكتريولوجية التقليدية

الكلمات المفتاحية: البكتيريا، العدوى البكتيرية، الممرض، التشخيص البكتريولوجي

Résumé

Les infections bactériennes sont provoquées par des bactéries pathogènes ou opportunistes, qui déclenchent une infection grâce à leur adhésion et leur multiplication dans le corps humain. Ces infections bactériennes sont responsables de maladies allant de l'angine bénigne aux épidémies de tuberculose, méningite et autres. La gravité de ces maladies infectieuses justifie la nécessité d'utiliser des techniques rapides et efficaces pour identifier les germes responsables et proposer le traitement adéquat.

Aujourd'hui, les laboratoires de bactériologie utilisent en plus des techniques conventionnelles des techniques de biologie moléculaire pour détecter toutes les maladies infectieuses. Ces méthodes d'identification des micro-organismes ont révolutionné le diagnostic en bactériologie. Elles permettent en effet, une détection plus rapide et hautement spécifique des bactéries qui sont difficiles voire impossible à détecter par les méthodes bactériologiques traditionnelles.

Mots clés : Bactérie, infection bactérienne, agent pathogène, diagnostic bactériologique

Abstract

Bacterial infections are caused by pathogenic or opportunistic bacteria, which trigger infection through their adhesion and multiplication in the human body. These bacterial infections are responsible for diseases ranging from benign angina to epidemics of tuberculosis, meningitis ...The severity of these infectious diseases justifies the need to use rapid and effective techniques to identify the responsible germs and propose the appropriate treatment.

Today, bacteriology laboratories use in addition to conventional techniques molecular biology techniques to detect all infectious diseases. These methods of identifying microorganisms have revolutionized diagnosis in bacteriology. They allow a faster and highly specific detection of bacteria that are difficult or impossible to detect by traditional bacteriological methods.

Keywords : Bacteria, bacterial infection, pathogen, bacteriological diagnosis

Liste des abréviations

BK : Bacille de Koch

BAAR : Bacille Acido Alcool Résistants

BGN : Bacilles à Gram Négatif

BPS : Bactérie Pathogène Spécifique

BMR : Bactéries Multi Résistantes

ECBU : Examen CytoBactériologique des Urines

EIHN : Endocardite Infectieux avec Hémoculture Négative

IN : Infection Nosocomiale

IU : Infection Urinaire

IVRA : Infection des Voies Respiratoires Aigüe

IVRB : Infection des Voies Respiratoire Basses

IVRS : Infection des Voies Respiratoires Supérieures

LCR : Liquide Céphalo- Rachidien

MT : Mycobacterium Tuberculosis

Liste des figures

| | |
|--|-----------|
| Figure1 : La structure des bactéries | 3 |
| Figure2 : Les différentes formes de bactéries | 4 |
| Figure3 : Différence pariétale entre les bactéries à Gram (-) et à Gram (+) | 5 |
| Figure4 : Les étapes de l'infection bactérienne | 9 |
| Figure 5 : Culture de <i>Staphylococcus aureus</i> sur gélose au sang | 20 |

Liste des tableaux

| | |
|---|-----------|
| Tableau 1 :Les éléments constitutants des bactéries | 4 |
| Tableau 2 :Classification des principales bactéries pathogènes | 7 |
| Tableau 3 :Principales infections nosocomiales | 10 |
| Tableau 4 :Milieux de culture de différentes bactéries | 19 |
| Tableau 5 : Les principales méthodes conventionnelles et moléculaires dans le diagnostic des infections | 23 |
| Tableau 6 : Liste des différentes amorces et sondes utilisées pour la détection des bactéries responsables des méningites | 26 |
| Tableau 7 : Prévalence des sérogroupes de bactéries responsables des méningites purulentes détectées par la culture, le latex et par PCR en temps réel | 27 |

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| Introduction générale | 1 |
| Partie 1 : Synthèse bibliographique | |
| Chapitre 1 Les infections les plus courantes | |
| I. La bactérie | 3 |
| I.1 Structure et morphologie | 3 |
| I.2 La paroi bactérienne | 4 |
| I.3 Multiplication et mode de survie des bactéries | 5 |
| I.4 Interactions hôtes-bactéries pathogène | 5 |
| I.5 Notion de pouvoir pathogène et virulence | 6 |
| II. L'infection bactérienne | 8 |
| II.1 Définition | 8 |
| II.2 Les voies de transmission des infections bactériennes | 8 |
| II.3 Les étapes de l'infection bactérienne | 8 |
| III. Classification des infections bactériennes | 9 |
| III.1 Infections nosocomiales | 9 |
| III.2 Infections communautaires | 11 |
| III.3 Infection de Système nerveux | 11 |
| III.4 Infection d'Appareil respiratoire | 11 |
| III.5 Endocardite | 12 |
| III.6 Infection du tube digestif | 13 |
| III.7 Infection d'Appareil urinaire | 14 |
| III.8 Infection du Peau et tissus mous | 15 |
| Chapitre 2 Méthodes de diagnostic des infections et l'identification des germes | |
| I. L'antibiogramme | 17 |

| | | |
|---|--|-----------|
| II. | Apport des méthodes conventionnelles | 18 |
| III. | Apport des méthode de biologie moléculaire | 20 |
| III.1 | La technique de Réaction de Polymérisation en Chaîne | 21 |
| III.2 | Séquençage haut-débit | 21 |
| III.3 | Technique de Puce d'ADN | 22 |
| IV. | Principales techniques de diagnostic des infections et de détection des microorganismes | 23 |
| Partie 2 : Revue de quelques travaux de recherche utilisant les méthodes de biologie moléculaire dans le diagnostic des infections | | |
| | | |
| | Conclusion et perspectives | 32 |
| | Références bibliographiques | 33 |

Introduction

Générale

Introduction générale

Les maladies infectieuses ne sont pas un phénomène nouveau, elles ont existé depuis la préhistoire et sans doute accompagnées l'homme de tout temps (**Schwartz et Rodhain, 2008**). Au début du XXe siècle, la classe des maladies infectieuses apparaît et devient une classe d'entités morbides à part entière (**Contrepois, 2001**).

Les infections bactériennes sont fréquentes et potentiellement graves. Elle constitue la troisième cause de mortalité chez les populations (**Despreset al., 2012**). Elles sont responsables de 17 millions de décès dans le monde parmi lesquels 43% dans les pays en développement contre 1% chez les pays industrialisés. Elles sont aussi responsables de plusieurs pathologies dangereuses et graves pour les humains tel que : les méningites, la tuberculose, la gastro entérite, les infections urinaire et cutanées.... Au Cameroun, la méningite a touché 86.7% des enfants entre 1999 et 2000 (**Fonkouaet al., 2001**). Par ailleurs, les infections respiratoires aigues sont constitué environ 1/3 des causes de mortalités chez les enfants de moins de 5 ans à travers le monde en 1994 (**Tallet al ., 1994**). Quant aux l'endocardite et infections urinaires, elles touchent beaucoup plus les personnes âgées. L'endocardite touche 35 individus/million d'habitants/an dans les pays développés, mais son incidence est probablement beaucoup plus élevée dans les pays tropicaux (**Pilly, 2018**).

Les maladies infectieuses peuvent se transmettre soit de façon directe par contact avec les animaux, ou indirectement d'une personne à l'autre, ou par aérosol (par l'air ou par les gouttelettes). Elles se transmettent également, grâce à des vecteurs passifs, des matières inanimées, ou par des vecteurs vivants (**Prescott et Woolverton, 2013**). Les bactéries peuvent aussi persister dans l'organisme et causer des cancers (*Heliobacter pylori*) (**Contrepois, 2001**).

Le suivi de l'épidémiologie des infections bactériennes permet d'observer l'émergence de souches résistantes, en particulier pour le suivi de l'écologie bactérienne hospitalière. Dans ce but, une cartographie de l'écologie bactérienne a été envisagée par type d'infection, afin d'analyser leur cohérence concernant les différents types de résistances aux antibiotiques en fonction de la localisation des infections et des agents bactériens en cause (**Léotoinget al., 2018**). C'est pour cela les biologistes et les médecins utilisent la technique de l'antibiogramme afin de tester sur milieu de culture, l'action de molécules antibiotiques sur une souche bactérienne. Ce test donne des indications sur l'efficacité, *in vitro*, de ces antibiotiques, et donc facilitera le choix de ces derniers permettant ainsi de donner les traitements les plus efficaces contre les bactéries pathogènes (**Marcel, 2005**).

Notre travail visait à réaliser en une enquête au niveau du laboratoire de bactériologie du CHU de Tlemcen. L'objectif principal de cette étude était de recenser les infections bactériennes les plus fréquentes dans notre population et les classer selon les germes responsables, ainsi que l'origine et la localisation. Nous envisagions également de caractériser la population la plus à risque aux infections bactériennes aussi bien bénignes que graves. Le travail avait également comme but de déterminer les

Introduction générale

différentes techniques et tests utilisés dans ce laboratoire pour caractériser et identifier les souches bactériennes responsables des infections répertoriées ainsi que leur résistance aux antibiotiques.

En raison de l'épidémie de la Covid19, nous n'avons pas pu effectuer le travail, c'est pourquoi nous avons opté pour une revue bibliographique poussée. Nous avons traité le sujet de manière détaillée de façon à recenser tous les types d'infections qui posent un problème de santé publique. Nous avons également listé les méthodes de diagnostic conventionnelles et modernes qui ont émergé grâce à l'avènement de la biologie moléculaire. Enfin nous avons à travers quelques publications mis en évidence l'apport de ces nouvelles méthodes dans l'amélioration du diagnostic en bactériologie.



Première partie

Synthèse

Bibliographique

CHAPITRE 1

LES INFECTIONS LES PLUS COURANTES

I. La bactérie

I.1 Structure et morphologie

Les bactéries sont des cellules procaryotes unicellulaires. Leur ADN n'est pas localisé dans un noyau, et la majorité contiennent des structures circulaires d'ADN extra-chromosomique (plasmides). Dans le cytoplasme il y a que des ribosomes. À l'exception des mycoplasmes, les bactéries sont entourées par une paroi complexe, elle est différente selon que la bactérie est à Gram positif ou négatif. De nombreuses bactéries possèdent des flagelles, des pili, ou une capsule à l'extérieur de la paroi (Figure1) (Hart et Shears, 1997).

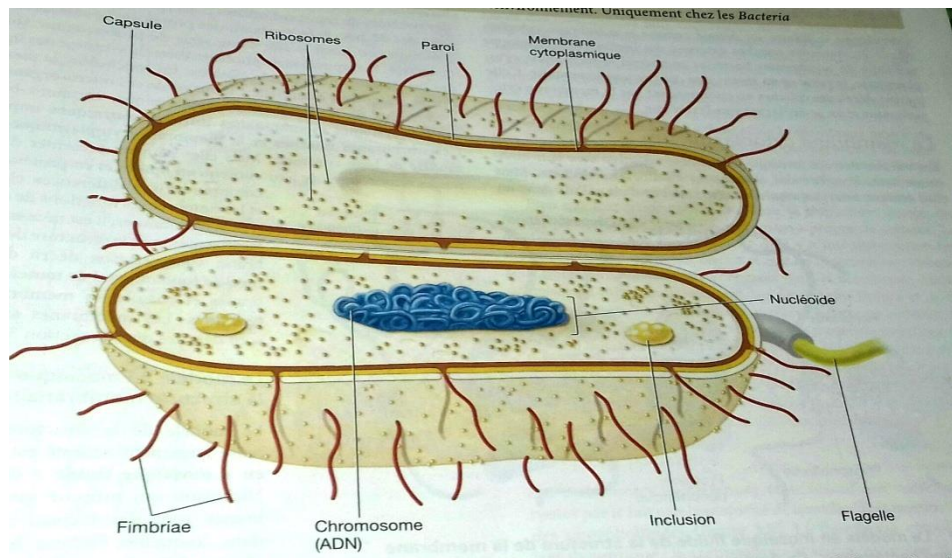


Figure 1 : La structure des bactéries (Prescott et Woolverton, 2013)

Les bactéries ont des formes variées. Toutefois les deux formes les plus communes sont les coques qui sont à peu près sphérique (Cocci en chainettes comme les *Streptococcus*) et les bâtonnets (bacilles comme *Escherichia coli*). Il existe aussi des formes intermédiaires (coccobacilles) qui sont si courts et si larges qu'ils ressemblent à des coques (Hart et Shears, 1997), et les vibrions qui ressemblent plus à des bâtonnets incurvent en virgules (Figure2). La plupart des bactéries ont une taille de l'ordre de 1 à 10 μm . Il existe toutefois certaines espèces qui peuvent atteindre 500 μm de longueur (certains spirochètes) (Prescott et Woolverton, 2013).

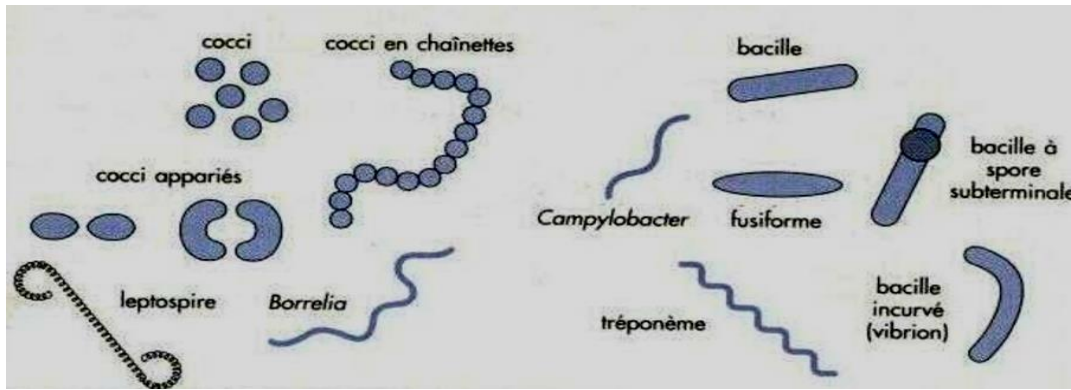


Figure2 : Les différentes formes de bactéries (Hart et Shears, 1997)

Certaines structures sont présentes chez toutes les bactéries, ce sont les éléments « constants » ; d'autres sont retrouvés seulement chez certaines bactéries : ce sont les éléments « inconstants » ou « facultatifs » (Tableau 1) (Prescott et Woolverton, 2013).

Tableau 1 : Les éléments constituant des bactéries (Prescott et Woolverton, 2013)

| Éléments constants | Éléments facultatifs |
|--|--|
| Paroi cellulaire | Capsule |
| Cytoplasme Plasmide | Plasmide |
| Périplasma (espace périplasmique) | Vacuole gazeuse (bactéries aquatiques) |
| Ribosomes | Inclusions de réserves |
| Polysomes | Pili et fimbriae |
| Appareil nucléaire : chromosome unique | Flagelles |
| / | Endospore (bactéries sporulant) |

I.2 Paroi bactérienne

Selon la coloration de Gram développé par Christian en 1884, il existe deux grands groupes de bactéries : les bactéries à Gram positif en bleu-violet, et les bactéries à Gram négatif en rosé ou rouge. La véritable différence de structure entre ces deux groupes ne fut découverte que grâce au microscope électronique à transmission (figure3) (Prescott et Woolverton, 2013).

✓ La paroi des bactéries Gram (+) : est formée d'une seule couche homogène de peptidoglycane de 20 à 80 nm d'épaisseur à laquelle sont associés des polymères d'acide téchoïque, cette paroi est placée à l'extérieur de la membrane cytoplasmique. Elle est plus résistante à la pression osmotique (Hart et Shears, 1997).

✓ La paroi des bactéries Gram (-) : est assez complexe, elle contient une couche de peptidoglycane de 2 à 7 nm d'épaisseur couverte d'une membrane externe qui contient du lipopolysaccharide. Elle est plus épaisse (Prescott et Woolverton, 2013).

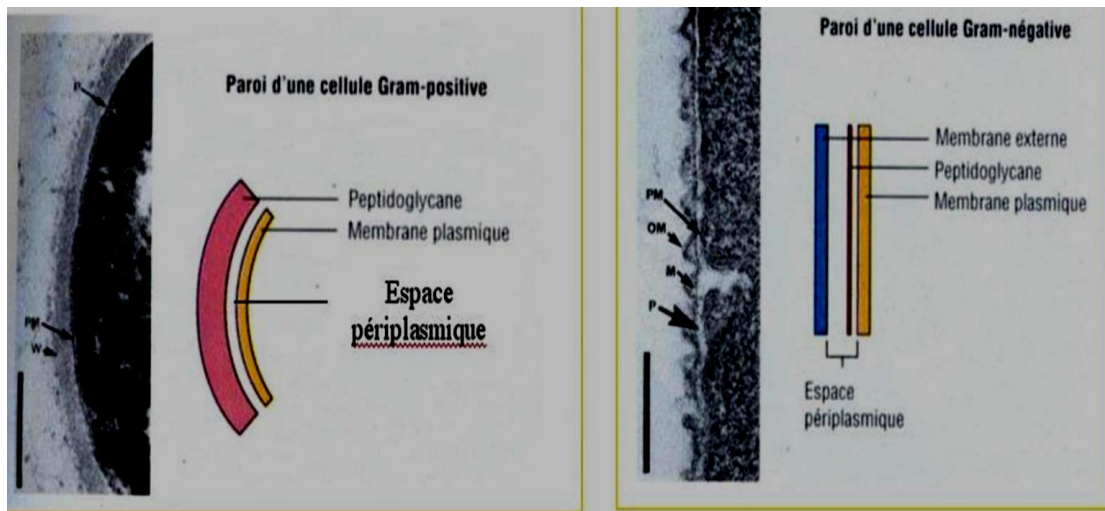


Figure 3 : Différence pariétale entre les bactéries à Gram (-) et à Gram (+) (Prescott et Woolverton, 2013)

I.3 Multiplication et mode de survie des bactéries

Les bactéries se multiplient par un processus de division cellulaire, c'est-à-dire que la cellule mère se divise en deux cellules filles identiques. Dans des conditions favorables, une population de bactéries peut doubler toutes les vingt minutes (Exemple d'*Escherichia coli*). Leur vitesse de prolifération est donc très importante (Ziai, 2014).

Les bactéries sont présentes dans la plupart des habitats sur la terre. Elles sont capables de survivre et se multiplier dans l'environnement et certaines forment des spores qui survivent pendant des décennies (Hart et Shears, 1997).

- ✓ Bactéries saprophytes : elles vivent et se nourrissent dans l'environnement. Elles sont inoffensives pour l'être humain (Ziai, 2014).
- ✓ Bactéries commensales : elles vivent de façon persistante au contact du revêtement cutanéomuqueux de l'hôte sans entraîner de désordre. Elles constituent la flore commensale, qui joue le rôle d'une barrière s'opposant à l'implantation d'autres bactéries pathogènes (Shanahan, 2002).
- ✓ Bactéries pathogènes : elles sont capables de provoquer une maladie chez un sujet immunocompétent (Ziai, 2014).

I.4 Interactions hôtes-bactéries pathogènes

Les mécanismes de défense de l'hôte, qu'ils soient naturels (peau, larmes...) ou acquis (activés au moment d'une infection), empêchent les bactéries de causer une infection. Il peut

s'agir d'une réponse de l'hôte non spécifique (la réponse inflammatoire) ou d'une réponse dirigée spécifiquement contre le pathogène infectant (immunité), qui peut alors être active ou passive (Joly, 2003). L'hôte possède des systèmes de surveillance et un arsenal de molécules antibactériennes (Lavigne et al., 2006).

Toutefois, les bactéries ont la capacité de s'adapter à l'hôte et disposent de diverses stratégies leur permettant d'échapper ou de surmonter les défenses de cet hôte (Lavigne et al., 2006).

On distingue deux types de bactéries responsables d'infections :

- ✓ Les bactéries pathogènes spécifiques (BPS) : provoquent une maladie chez un hôte sain par interaction directe.
- ✓ Les bactéries pathogènes opportunistes : ne sont pathogènes que lorsque les défenses de l'hôte sont affaiblies. Ce sont souvent des bactéries commensales, mais peuvent aussi être des bactéries saprophytes (Paolozzi, 2015).

I.5 Notion de pouvoir pathogène et virulence

Le pouvoir pathogène d'une bactérie est donc sa capacité à provoquer des troubles chez un hôte. Il dépend de son pouvoir invasif (capacité à se multiplier), et de son pouvoir toxicogène (capacité à produire des toxines) (Paolozzi, 2015).

Le pouvoir pathogène des bactéries repose sur plusieurs éléments, dont des facteurs de pathogénicité bactérienne, comme la capacité de sécrétion de toxines, adhésion formation d'un biofilm pour échanger des informations génétiques et résister collectivement aux mécanismes de défense de l'hôte (Prescott et Woolverton, 2013).

Il existe également des facteurs de virulence qui les aident à accéder à un hôte. La virulence est la capacité de la bactérie à déclencher une pathologie infectieuse. Elle est définie par la dose infectante. Pour un même pouvoir pathogène, il peut y avoir des souches plus ou moins virulentes (Prescott et Woolverton, 2013).

Les bactéries responsables des infections sont soit des bactéries de l'environnement, soit des bactéries appartenant aux flores commensales du malade, essentiellement représentées par les flores cutanéomuqueuses et digestives (Rosebaum et al., 1985). De nombreux facteurs peuvent influencer le devenir d'un processus infectieux : virulence de l'agent pathogène, retard de mise en route du traitement, antibiothérapie inadaptée, immunodépression acquise de l'hôte (Charpentier et Mira, 2001).

Un très large panel de bactéries responsables des maladies infectieuses a été identifié en fonction de leur gravité. Le tableau suivant présente les principales infections provoquées par des bactéries pathogènes qui sont associée au niveau l'organisme humain. Certaines de ces bactéries comme : *Pseudomonas aeruginosa*, vivant dans le sol cause la Suppurations, Septicémie,

Mycobacterium tuberculosis causant la tuberculose, *Corynebacterium diphtheriae* produisant la diphtérie.....

Tableau 2 : Classification des principales bactéries pathogènes (Vaubourdolle, 2007 ; Calgagno et Lacroix, 2011 ; Pilly, 2014)

| | | Exemples de bactéries | Principales infections associées | |
|-----------------------------|----------------------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|
| Cocci Gram + | Aéro-anaérobie facultatifs | <i>Staphylococcus aureus</i> | Suppurations, septicémies, ostéites, endocardites | |
| | Anaérobies aerotolerants | <i>Streptococcus sp</i> | Angines, scarlatines, endocardites | |
| | | <i>Streptococcus pneumoniae</i> | Infections respiratoires, méningites | |
| Cocci Gram - | Aérobies | <i>Neisseria Meningitidis</i> | Méningites | |
| | | <i>Neisseria gonorrhoeae</i> | Infections sexuellement transmissibles (IST) | |
| Bacille G + | Aérobies | <i>Corybacterium diphterae</i> | Diphtérie | |
| | | <i>Bacillus anthracis</i> | Maladie du charbon | |
| | | <i>Listeria Monocytogenes</i> | Méningites du nouveau-né, septicémies | |
| | Anaérobies telluriques | <i>Clostridium difficile</i> | Colite pseudo-membraneuse | |
| | | <i>Clostridium tetani</i> | Tétanos | |
| | | <i>Clostridium perfringens</i> | Gangrène gazeuse | |
| | | <i>Clostridium botulinum</i> | Botulisme | |
| Bacille G- | Aérobies | <i>Haemophilus influenzae</i> | Infections respiratoires, méningites | |
| | | <i>Pseudomonas Aeruginosa</i> | Suppurations, septicémie | |
| | | <i>Acinétabacer baumanii</i> | Infections nosocomiales | |
| | | <i>Vibrio cholerae</i> | Choléra | |
| | | Entérobactéries | <i>Escherichia Coli</i> | Infections urinaires, digestives |
| | | | <i>Salmonella sp.</i> | Typhoïdes, toxi-infection alimentaire |
| | | | <i>Shigella spp</i> | Dysenterie bacillaire |
| | | | <i>Proteus mirabilis</i> | Infections urinaires |
| | | | <i>Yersinia pestis</i> | Peste |
| | | | <i>Klebsiella pneumoniae</i> | Infections pulmonaire, urinaires |
| | | Bactéries particulières | <i>Mycobacterium Tuberculosis</i> | Tuberculose |
| <i>Treponema pallidum</i> | Syphilis | | | |
| <i>Chamydia trachomatis</i> | Trachome, IST | | | |

II. L'infection bactérienne

II.1 Définition

L'infection se définit comme étant l'invasion de l'organisme par des agents infectieux (bactéries, parasites, virus...) responsables de maladies dont les manifestations cliniques varient d'un organisme à un autre. Un des principaux symptômes d'une infection est la présence de fièvre et d'une fatigue (**Larousse médical, 2008**).

Une infection bactérienne est une maladie provoquée par une bactérie. Certaines infections bactériennes sont très bénignes, et d'autres au contraire peuvent être mortelles (**Prescott et Woolverton, 2013**) ; (**Pillou, 2016**).

II.2 Les voies de transmission des infections bactériennes

La source de l'infection est liée au statut de bactérie pathogène ou opportuniste, mais également à l'écologie de celle-ci. Les principaux modes de transmission des infections bactériennes sont : (**Prescott et Woolverton, 2013**).

- ✓ Transmission directe : transmission par contact avec le réservoir (individu ou animal infecté).
- ✓ Transmission indirecte : par contact avec un objet infecté, (aliment ou eau contaminés...) La bactérie concernée peut survivre dans l'environnement pendant un certain délai.
- ✓ Transmission verticale : *in utero* de la mère à l'enfant.
- ✓ Transmission horizontale : contamination interhumaine

II.3 Les étapes de l'infection bactérienne

Une fois le contact établi, la multiplication de l'agent infectieux chez l'hôte autorise son éventuelle libération dans l'environnement lui permettant ainsi de trouver et d'infecter un nouvel hôte. Les diverses étapes de ce processus de transfert varient en fonction de l'agent pathogène et forment ce qu'on appelle communément le cycle de la maladie, qui est divisé en périodes de durées variables en fonction de l'infection, comme le montre la **figure 4**.

- ✓ La période d'incubation : débute au moment du contact infectieux et se termine avec l'apparition de la maladie clinique.
- ✓ La période de latence : débute-t-elle aussi avec le contact infectieux et se termine au début de la période de contagiosité durant laquelle l'infection peut être transmise (**Joly, 2003**).

Habituellement la période de latence est plus courte que la période d'incubation. Cette importante distinction montre la transmissibilité d'une infection, avant que celle-ci ne se manifeste

cliniquement. Cette caractéristique explique les nombreuses difficultés rencontrées dans le contrôle de la transmission des infections, l'isolement d'un individu infecté et contagieux ne pouvant survenir (Joly, 2003).

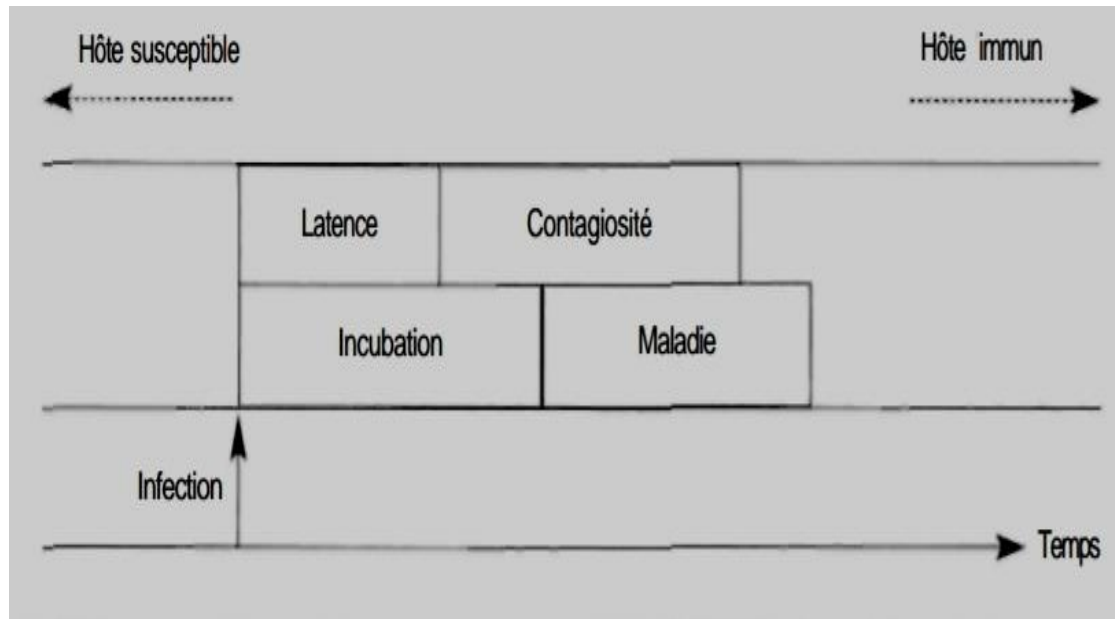


Figure 4 : Les étapes de l'infection bactérienne (Joly, 2003)

III. Classification des infections bactériennes

III.1 Infections nosocomiales

Une infection est dite nosocomiale, lorsqu'elle est acquise dans une structure de soins ou bien reliée à la prise en charge du patient et causée par des micro-organismes, dont l'origine est hospitalière elle déclenche pendant les 48h jusqu'à 72h après l'hospitalisation (Ellenberg, 2004). Elle pourrait être causée par des germes provenant des soignants, de l'environnement hospitalier, et du patient... Les infections nosocomiales représentent un problème majeur de santé publique, induisant une morbidité, une mortalité importante et des coûts importants (Njall *et al.*, 2013).

Schématiquement on distingue deux voies de contamination :

- ✓ La voie exogène : la colonisation puis l'infection du patient, sont causées par des germes extérieurs. Bien que quasi présentes dans tous les secteurs d'activités sanitaires, les bactéries multi résistantes (BMR) sont particulièrement répandues dans les services de réanimation faisant le lit d'infections fréquentes et graves (Berche *et al.*, 1988).
- ✓ La voie endogène : Reste la voie la plus fréquente. Il est considéré que les sites normalement stériles sont contaminés puis colonisés par la flore du patient et notamment à la faveur d'une rupture des barrières de défenses cutanéomuqueuses. La flore du patient est généralement modifiée par la maladie, les traitements antibiotiques antérieurs ou les traitements associés (Trifi *et al.*, 2017).

Les établissements hospitaliers visent habituellement les types d'infections nosocomiales bactériennes suivantes : infection urinaire, infection respiratoire et pneumopathie, infection sur cathéter, infection du site opératoire en chirurgie et bactériémie dans tous les services, à partir du laboratoire de bactériologie (Pilly, 2016). Les principaux facteurs de risque et les microorganismes en cause sont indiqués dans le tableau 3. Leur fréquence varie selon les unités de soins et leur recrutement (Lachassinne et al., 2004).

80% des infections nosocomiales sont causées par seulement 8 germes : Staphylocoque doré, Entérocoques, *Escherichia coli*, Staphylocoques coagulas-négatifs, *Candida*, *Klebsiella*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Enterobacter* (Borens et al ;2009). Mais le Staphylocoque doré reste le germe numéro 1 dans tous les sites opératoires, en dehors de la chirurgie abdominale où les bâtonnets Gram négatifs prévalent (DiBenedetto et al., 2013).

Tableau 3 : Principales infections nosocomiales (Pilly, 2016)

| Type d'infection | Facteur(s) de risque | Agents pathogènes habituels |
|------------------------------|---|--|
| Infection urinaire | Sondage urinaire | Entérobactéries (<i>E. coli</i>) |
| Infection du site opératoire | Durée préopératoire, durée d'intervention, technique opératoire, cancer, âge avancé | Selon la chirurgie |
| Infection sur cathéter | Durée du cathétérisme | Staphylocoques (50-70 %) = staphylocoques dorés + staphylocoques blancs Entérobactéries (20 %) |
| Infection pulmonaire | Intubation trachéale et ventilation artificielle | Précoces < 5 jours : pneumocoque, <i>Haemophilus</i> , anaérobies Tardives > 5 jours : <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , Staphylocoque doré |
| Bactériémie | Cathétérisme vasculaire, Autre infection | Dépend du point de départ |

III.2 Infections communautaires

L'infection communautaire est toute infection acquise en dehors de l'hôpital ou autre structure de soins. Elle correspond à un type d'infection qui se propage au sein d'une population dans un espace relativement restreint et confiné (**Floret, 2001**). La distinction entre infections acquises au domicile et acquises en institution est justifiée par la nature de l'agent causal et la colonisation par des germes multi-résistants chez les patients institutionnalisés (**Ewig et al., 2012**). Elle correspondrait à des sujets âgés, pour lesquels le vieillissement physiologique s'accompagne d'un vieillissement du système immunitaire, favorisant la survenue d'infection. Les infections les plus fréquentes sont les infections pulmonaires et urinaires (**Crétel et al., 2010**).

Il existe un très grand nombre d'infections bactériennes pouvant toucher l'être humain et qui sont variables selon la localisation, en fonction du type de bactérie : par exemple la gorge (angine bactérienne), la vessie (cystite) ou encore le cœur (endocardite bactérienne) (**Pillou, 2016**).

III.3 Infection de système nerveux

Il existe de nombreuses sortes d'infections du système nerveux en fonction du germe et du type d'atteinte : les méninges (méningites), le parenchyme cérébral, abcès de cerveau, encéphalites (**Vonarxet al., 2017**).

La méningite bactérienne est due à des bactéries pyogènes (**Pilly, 2016**). Parmi les bactéries responsables des méningites, les méningocoques sont les plus dangereux, et le deuxième pathogène c'est *Streptococcus pneumoniae* diplocoque à Gram positif, cause environ 50% des cas chez les adultes, et notamment chez les adolescents, *Neisseria meningitidis* cause environ 25% des cas (**Vonarxet al., 2017**).

L'agent pathogène *Haemophilus influenzae* et *Listeria monocytogenes* sont nettement plus rares été particulièrement concernées chez les personnes âgées et immunodéprimées environ 3 à 5% des cas pour chacun (**Vonarxet al., 2017**).

Le Pneumocoque représente la première cause de méningite chez l'enfant de moins de deux ans (**Hamdade et al., 2007**).

III.4 Infection d'Appareil respiratoire

Chaque année, 4 millions de décès sont attribués dans le monde à une infection respiratoire aiguë (IRA). Les IRA représentent 20% de la mortalité infantile. Elles sont la première cause mondiale de mortalité à cet âge (**Pilly, 2016**), et la deuxième cause de mortalité dans le monde avec

2,7 millions de morts (**Martinez, 1998**). Ces infections se présentent sous forme subaiguë ou chronique : tuberculose, mycoses profondes et parasitoses pulmonaires (**Pilly, 2016**).

On distingue deux types d'IRA :

- **Les infections des voies respiratoires hautes ou supérieures (IVRS) :** sont des affections aiguës dues à une infection bactérienne touchant les voies respiratoires supérieures, soit le nez, les sinus para-nasaux, le pharynx, le larynx et l'oreille moyenne (**Bianchiet al., 2013**).
- **Les infections des voies respiratoires basses (IVRB) :** Elles se caractérisent par leur manque de spécificité clinique (**Martinez, 1998**).

La tuberculose, touche tous les organes mais avant tout l'appareil pulmonaire du fait qu'elle se transmet essentiellement par voie respiratoire. La tuberculose pulmonaire est la plus commune ; les tuberculoses extra pulmonaires sont plus rares et représentent 15 à 30 % des cas. Seule la tuberculose pulmonaire est contagieuse (**Lacutet al., 1995**).

Elle se transmet à travers un aérosol de très petites gouttelettes de sécrétions bronchiques, qui sont dispersées dans l'air lors de quintes de toux et inhalées par la personne saine en contact (**Rouillonet al., 1976**).

La tuberculose est causée par un micro-organisme aérobic à croissance lente de la famille des Mycobactériacees, qui comprend des formes pathogènes pour l'homme et l'animal. La mycobactérie le plus souvent à l'origine de la tuberculose humaine, est *Mycobacterium tuberculosis*, (MT) ou bacille de Koch (BK) (**Mostowy et Behr, 2005**).

La tuberculose reste l'une des maladies infectieuses les plus répandues dans le monde, elle est la huitième cause de mortalité dans le monde (1,5 million de décès par an) selon (**Pilly, 2016**), et huit millions d'individus supplémentaires chaque année et entraînant la mort annuelle de trois millions de personnes selon L'OMS (**Benchakron, 2004**).

L'OMS a rapporté en 2014 9,6 millions de nouveaux cas de tuberculose dont 80% en Afrique (**Pilly, 2016**). Elle touche plus particulièrement les pays du tiers monde, et suscite à nouveau la crainte dans les pays industrialisés non seulement du fait qu'elle n'y régresse plus mais par ce qu'elle y progresse à nouveau. L'apparition de l'infection à VIH explique en partie cette situation, mais également en raison du développement des multi résistances de (MT) aux médicaments (**Lacutet al., 1995**).

III.5 Endocardites

L'endocardite est une infection d'une ou plusieurs valves cardiaques natives ou prothétiques, le plus souvent par une bactérie, plus rarement par un champignon. Les agents infectieux gagnent la circulation sanguine via une porte d'entrée qu'il convient de rechercher et de traiter le cas échéant, puis se fixent au niveau de la valve (**Pilly, 2018**).

Les endocardites sont dues à des bactéries très variées, les principales étant les zoonoses *Coxiella burnetii* (agent de la fièvre Q), *Bartonella.sp.* et *Brucella.sp.* ; ainsi que les bactéries du groupe HACEK (*Haemophilus*, *Aggregatibacter sp.*, *Cardiobacterium*, *Eikenella*, *Kingella*), particulières par leur croissance lente. D'autres agents bactériens peuvent être responsables de l'endocardite tels que : les Streptocoques et *Staphylococcus aureus*. Les Streptocoques les plus fréquents sont les streptocoques peu virulents de la cavité buccodentaire (streptocoques oraux ou ingroupables) et les streptocoques du groupe D, d'origine digestive (*Streptococcus gallolyticus*, ex- *S.bovis*) (**Pilly, 2016**).

L'endocardite une infection rare et grave (mortalité hospitalière de 20 à 50%) elle touche d'avantage l'homme que la femme et elle est plus fréquente après 70 ans (**Pilly, 2018**).

Les portes d'entrée de l'endocardite infectieuse ont évolué avec les modifications épidémiologiques. Dans une recherche systématique des portes d'entrée de l'endocardite, la porte d'entrée la plus fréquente était cutanée chez 40 % des patients, la cause principalement nosocomiale suivie par la toxicomanie intraveineuse. La seconde porte d'entrée en fréquence était bucco-dentaire chez 29 % des patients, en relation le plus souvent avec des foyers infectieux et plus rarement succédant à des soins dentaires. Les autres portes d'entrée étaient gastro-intestinales dans 23 % des cas, urogénitales dans 4 % et autres dans 3 % (**Murdoch et al., 2009**).

III.6 Infection du tube digestif

Une gastro-entérite bactérienne est une infection du tube digestif d'origine bactérienne. C'est aussi c'est une inflammation de la muqueuse intestinale liée à une infection bactérienne (**Prescott et Woolverton, 2013**).

Les agents étiologiques sont variés (intoxication alimentaire, agents viraux, bactériens et parasitaires), mais l'identification des pathogènes reste peu fréquente (**Guerrant et al., 2001**).

La flore intestinale bactérienne est extrêmement diversifiée, fluctue aux altérations des différentes muqueuses, digestives en particulier, et à un déclin du système immunitaire (immun sénescence), et d'autre part subit des changements en réponse à une variété de facteurs environnementaux allant de l'utilisation d'antibiotiques à une simple modification du régime alimentaire (**Herbert et DuPont, 2014**).

L'isolement d'un agent pathogène au milieu de cette flore est particulièrement difficile lorsqu'il est présent en faible quantité ou que l'espèce fait partie de la flore normale (**Cherkaoui et al., 2015**).

La gastro-entérite est causée par des bactéries des genres *Shigella*, *Salmonella* et *Yersinia* qui ont en commun la capacité de franchir la barrière intestinale. Dans les modèles de cellules épithéliales en culture, elles induisent d'importantes modifications structurales des cellules et peuvent toutes

détourner les fonctions du cytosquelette de la cellule au profit de leur entrée (**Ménard et Sansonetti, 1996**).

Les deux principaux microorganismes responsables de la gastroentérite d'origine communautaire sont *Salmonella* et *Shigella*. D'autres agents peuvent être en cause, comme *Escherichia coli*, *Campylobacter* et *Clostridium difficile* et *Vibrio cholerae* (**Bianchi et al., 2013**).

III.7 Infection d'Appareil urinaire

L'appareil génital et la partie terminale de l'urètre sont colonisés par une flore bactérienne, dite commensale, dont le rôle est de protéger l'organisme contre les agressions par des agents pathogènes (**Hentges, 1993**).

Chez la femme, la flore vaginale est riche en bactéries anaérobies et sa composition évolue en fonction de l'âge (**Grollier et al., 2004**).

Les modifications de l'équilibre de la flore commensale peuvent être à l'origine de certaines maladies, comme les infections urinaires et les infections sexuellement transmissibles qui se transmettent d'une personne à l'autre par le contact avec les liquides organiques qui renferment la bactérie (**Grollier et al., 2004**).

Les facteurs de risque qui favorisant la survenue des IU chez la femme sont : les rapports sexuels, grossesse, hygiène périnéale déficiente, sondage (IU nosocomiale) (**Bianchi et al., 2013**).

L'infection urinaire se localise au niveau des voies urinaires et peut toucher l'urètre (urétrite), la vessie (cystite) ou la prostate (prostatite), les reins (pyélonéphrite). Elle correspond à la présence de germe anormal dans l'urine. Elle regroupe à la fois la colonisation ou bactériurie asymptomatique et l'infection du tractus urinaire symptomatique (**Colgan et al., 2006**).

Elle constitue la 2^{ème} cause d'infection bactérienne communautaire après les infections respiratoires ; est généralement due à des bactéries du tractus digestif (**Auboyer, 2003**).

La colonisation urinaire était définie par la présence de bactéries dans l'arbre urinaire sans manifestation clinique associée (**Coudert et al.; 2019**).

La prévalence de cette colonisation urinaire varie en fonction du sexe, de l'âge qui est un des facteurs de risque importants pour contracter une infection urinaire, et de l'existence ou non d'une anomalie urologique sous-jacente (**Pilly, 2018**).

L'infection du tractus urinaire est maintenant définie selon le terrain sur lequel elle survient :

-Infection urinaire simple (IUS), lorsque le sujet atteint n'a aucun facteur de risque, elle comprend l'infection urinaire basse ou cystite (**Coudert et al., 2019**).

-Infection urinaire haute ou pyélonéphrite, et Infection urinaire compliquée (IUC), lorsque celle-ci survient chez un patient porteur d'au moins un facteur de risque, en présence d'une anomalie anatomique ou fonctionnelle des voies urinaires (**Coudert et al., 2019**).

La répartition des germes responsables varie selon qu'il s'agisse d'hospitalisés ou de consultants. De nombreux germes peuvent causer ces infections urinaires en raison de facteurs de pathogénicité spécifiques à chacun (**Larabi et al., 2003**). Ces bactéries peuvent être distinguées en fonction de leur niveau d'implication dans l'étiologie des IU en quatre catégories : (**Cavallo et Garrabé, 2003**).

✓ Les pathogènes primaires : Ils sont considérés comme systématiquement en situation pathologique lorsqu'ils sont isolés d'urines, provoquant des infections des voies urinaires chez les personnes voies urinaires, mêmes en petites quantités : *Escherichia. Coli* et *Staphylococcus saprophyticus* se classent dans ce groupe (**Aspevall et al., 2001**).

✓ Les pathogènes secondaires : sont plus habituellement impliqués dans le cadre des infections urinaires nosocomiales, lorsqu'il existe des facteurs anatomiques ou iatrogènes favorisants. Dans ce groupe, on intègre de nombreuses entérobactéries d'origine digestive (*Proteus mirabilis*, *Klebsiella.*, *Enterobacter. Proteusvulgaris*, *Morganella morganii*, *Serratia*, *Citrobacter*, *Providenciastuartii*), ainsi que *Pseudomonas. aeruginosa*, *Enterococcus*, et *Staphylococcus aureus* (**Cavallo et Garrabé , 2003**).

✓ Les pathogènes douteux : regroupent des espèces à Gram positif (*Streptococcus agalactiae*, les staphylocoques à coagulase négative), à Gram négatif (*Acinetobacter*, *Stenotrophomonas maltophilia*, autres *pseudomonaceae*) (**Cavallo et Garrabé , 2003**).

✓ Les contaminants : Certaines espèces sont considérées comme des contaminants et appartiennent habituellement à la flore urétrale ou génitale de proximité : *Lactobacilles*, *Streptocoques alpha-hémolytique*, *Gardnerella vaginalis*, *Bifidobactérium*, *Bacilles diphtérimorphes* (sauf *Corynebacter iumurealyticum*) (**Cavallo et Garrabé ,2003**).

III.8 Infection de Peau et tissus mous

La peau est la principale barrière qui sépare notre organisme du milieu extérieur, elle subit de multiples agressions. Malgré ces barrières, la peau peut également constituer la porte d'entrée pour des infections profondes, notamment staphylococciques (**Gillet et al., 2016**).

Les infections cutanées et des tissus mous sont des pathologies fréquentes. En pratique quotidienne, elles regroupent de nombreux tableaux cliniques intéressants, à des degrés divers, l'épiderme, le derme, l'hypoderme et parfois les fascias et les muscles (**Forel et al., 2011**).

Cependant, du fait de leur caractère très souvent superficiel, ces infections, bien que bactériennes, ne nécessitent pas toujours une antibiothérapie générale car la déterision par lavage au savon et surtout le rinçage soigneux permettent une élimination très efficace des bactéries en cause. De même, en cas de lésions abcédées, c'est le drainage spontané ou chirurgical qui entraînera la guérison bien plus que l'antibiothérapie qui dans ce cas diffusera très mal au sein du pus (**Gillet et al., 2016**).

Les infections cutanées sont fréquentes chez l'enfant. Leur mortalité reste élevée, de 20 à 50% suivant la localisation et l'existence d'un choc septique associé. Leur guérison s'accompagne souvent de séquelles lourdes et invalidantes (**Gauzit, 2006**).

Ils sont fréquents chez l'enfant. La cellulite est l'infection cutanée bactérienne la plus courante, qui a causé 2,2% des visites médicales à un groupe d'environ 320 000 patients américains (**Bassetti et al., 2003**).

Chapitre 2

Méthodes de diagnostic des infections et d'identification des germes

La première mise en évidence des bactéries a été possible avec un microscope simple fabriqué par Antonie Van Leeuwenhoek (**Contepois, 2001**).

Le laboratoire microbiologique joue un rôle principal pour assurer le traitement des échantillons de manière appropriée, d'effectuer une analyse de qualité, et de fournir un résultat exact (**Contepois, 2001**).

Les analyses bactériologiques peuvent être réalisées sur différents types de liquides et matériels biologiques :

-Examen cyto bactériologique des urines (ECBU) : L'une des analyses microbiologiques les plus demandées (**Courcol et al., 2005**). L'urine est normalement stérile mais elle est souillée physiologiquement lors de son émission par les germes présents dans la flore cutanée muqueuse et génito-urinaire (**Qebibo et al., 2014**).

- Examen bactériologique des selles (coproculture) : Les examens de selles sont indiqués chez l'adulte essentiellement dans deux situations cliniques : en présence d'une diarrhée (aiguë, persistante ou chronique) et pour rechercher un syndrome de malabsorption (**Flourie et al., 2003**).

- Examen d'Hémoculture (recherche de germes dans le sang) : L'hémoculture est un examen essentiel en bactériologie médicale, qui permet de mettre en évidence le passage de micro-organismes dans le sang, de les identifier et de caractériser leur profil de sensibilité aux anti-infectieux. De très nombreux agents pathogènes peuvent être isolés à partir d'hémocultures. Ils sont soit d'origine communautaire, soit acquis à l'hôpital ou les bactériémies représentent entre 8 et 10 % des infections nosocomiales (**Koeck et al., 2001**).

I. L'antibiogramme

L'antibiogramme est un test particulier en biologie clinique car il s'adresse à des êtres vivants infectieux et non au corps humain. Il constitue l'outil de mesure de la résistance bactérienne. (**Marcel, 2005**).

Il permet d'analyser la sensibilité des éventuelles bactéries aux différents antibiotiques afin de prescrire le traitement adapté (**Barthélémy, 2016**).

Sa pratique et son interprétation font appel à de nombreuses connaissances : cliniques (les différentes localisations des infections), pharmaceutiques (les familles d'antibiotiques, les classes, les mécanismes d'action...), pharmacocinétiques (concentrations circulantes, diffusion...), bactériologiques (les résistances naturelles et acquises des espèces bactériennes), biochimiques (les mécanismes de résistance), génétiques (la source de la résistance et sa diffusion) ... (**Marcel, 2005**).

Il existe deux groupes de techniques de réalisation d'un antibiogramme :

- **La dilution en milieu liquide** : Consiste à mesurer des concentrations minimales inhibitrices (CMI) et à les comparer à des concentrations critiques. Peu praticable, reste une méthode de référence.

- **La diffusion en milieu gélosé** : Les bactéries sontensemencées à la surface de la boîte de Pétri, sur un milieu gélifié, et des disques imprégnés d'une dose connue des différents antibiotiques sont déposés à la surface de gélose. L'antibiotique diffuse à partir du disque en créant un gradient de concentration. La détermination du diamètre de la zone d'inhibition permet une estimation de la CMI. Les caractères de sensibilité où de résistance de la souche bactérienne en seront déduits (**Jehl et al., 2015**).

L'antibiogramme joue le rôle essentiel pour choisir le traitement de chaque infection bactérienne. Sa réalisation pour une bactérie non pathogène engage la responsabilité du biologiste car elle peut inciter le clinicien à un traitement inutile, voire dangereux pour le patient, et s'il est relativement aisé d'identifier les situations où l'antibiogramme est utile, voire obligatoire, il est parfois beaucoup plus délicat d'identifier celles où il est inutile (**Jehl et al., 2015**).

II Apport des techniques conventionnelles

Dans les méthodes conventionnelles, les microorganismes sont identifiés et calculés par examen microscopique sur critères ou taches morphologiques, ou par tests biochimiques après isolement et culture sur boîtes de Pétri ou en milieu liquide. Cependant, la grande majorité des microorganismes ne peuvent pas être cultivés dans ces environnements car les facteurs nécessaires à leur croissance sont encore inconnus. De plus, ces méthodes nécessitent l'isolement du petit organisme de son environnement naturel et de la société, ce qui conduit nécessairement à un biais dans l'évaluation de ses activités (**Juzan et Pernelle, 2012**).

Depuis des décennies le diagnostic bactériologique est basé sur des techniques manuelles traditionnelles (culture sur gélose, identification biochimique des espèces bactériennes, l'antibiogramme ...) et la plupart des résultats sont fournis sous 48 heures. Sur une échelle individuelle, ce retard peut entraîner un retard dans la prise en charge thérapeutique tout en perdant la chance du patient. Au niveau collectif, retard dans la mise en œuvre des mesures renforcées (**Marcadé, 2013**).

II.1 Milieu de culture

La plupart des bactéries peuvent être cultivées *in vitro* sur des milieux inactifs. Il existe des milieux adaptés à presque toutes les bactéries, cependant il est encore impossible de cultiver très peu de bactéries par les méthodes traditionnelles. L'utilisation de milieux de culture permet l'isolement des microorganismes en culture « pure », ce qui facilite leur identification, et il est également utilisé pour tester la sensibilité des micro-organismes à la chimiothérapie anti-infectieuse (**Hart et Shears, 1997**).

Le choix des milieux correspond aux types de tests effectués. Par exemple, une bonne base de gélose peut servir dans toutes sortes de préparations, comme la gélose au sang... et plusieurs milieux sélectifs (Vandepitt et al., 1994). Différents milieux et conditions de culture pour isoler des bactéries spécifiques à partir d'échantillons cliniques sont présentés dans le **tableau 4**

Tableau 4 : Milieux de culture de différentes bactéries (Hart et Shears, 1997)

| Milieux | Principaux ingrédients | Utilisation |
|--|--|---|
| Milieu de Lowenshein-Jensen | Milieu à l'œuf et ou vert malachite | Sélectif des mycobactéries |
| Gélose de Mac Conkey | Base peptonée aux sels biliaires, lactose et rouge neutre. Les germes fermentant le lactose acidifient le milieu, formant des colonies roses | Milieu peu sélectif des bactéries entériques, permettant la distinction entre germes fermentant ou non le lactose |
| Milieu de Chapman mannité | Base peptonée contenant du mannitol, du chlorure de sodium et du rouge de phénol | Milieu sélectif et différentiel pour l'isolement de <i>Staphylococcus aureus</i> |
| Gélose SS (<i>Salmonelle-Shigelle</i>) | Base peptonée aux sels biliaires, lactose, citrate de fer et rouge neutre | Milieu sélectif d'isolement des <i>Salmonelles</i> et <i>Shigelles</i> |
| Gélose de Mac Conkey au sorbitol | Base peptonée aux sels biliaires, sorbitol et rouge neutre | Différenciation des colibacilles ne fermentant pas le sorbitol (<i>E.coli</i> 0157 :H7) |
| Milieu tellurique au sang | Gélose au sang avec du tellurique de potassium | Milieu sélectif de <i>Corynebacterium diphtheria</i> qui réduit le tellurique en formes de colonie noir |
| Gélose XLD (Xylose Lysine-Désoxycholate) | Extrait de levure, lysine, xylose, lactose et citrate de fer | Milieu sélectif et différentiel pour Shigelle (colonie rose), Salmonelle (colonie rose et noir) |
| Milieu du Thayer-Martin | Base gélose au sang avec suppléments et antibiotiques incluant vancomycine et colistine | Isolement sélectif des <i>Neisseria</i> |

Le diagnostic répond de manière variable selon les bactéries, et la détection directe des bactéries dans l'échantillon peut être faite par une coloration, qui est simple, rapide mais peu sensible (Bébéar et al., 1998). La **figure 5** montre par exemple l'aspect de cultures de *Staphylococcus aureus* sur gélose au sang.

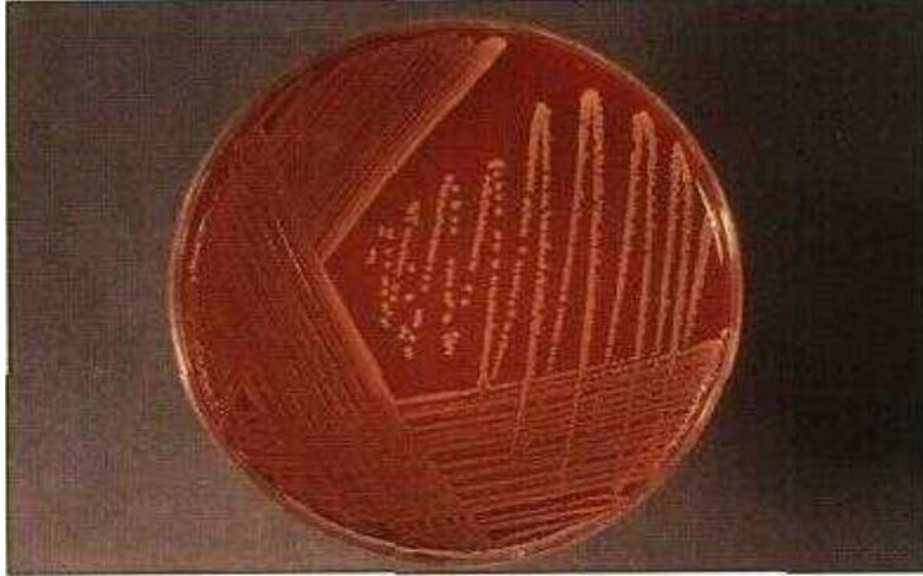


Figure 5 : Culture de *Staphylococcus aureus* sur gélose au sang (Hart et Shears, 1997)

II. 2 Galeries API

À des fins de diagnostic, un milieu de culture séché de formule chimique, incorporé dans de petits réservoirs en plastique « Galeries API » est utilisé, et qui sont constituées de 10, 20 et 32 gants, avec tests d'activité enzymatique, fermentation des sucres, fermentation des protéines ou des acides aminés, permettant, grâce à des substances spécifiques et à l'indice de pH, une différence de couleur, ce qui facilite l'identification des germes (Hart et Shears, 1997).

III. Apport de la biologie moléculaire

Bien que de nombreuses techniques de microbiologie soient encore traditionnelles (examen direct, culture bactérienne, tests biochimiques ...), la biologie moléculaire a régulièrement trouvé sa place dans un grand nombre de laboratoires d'analyses, depuis l'invention de la technique de PCR en 1983. Par conséquent, les facteurs infectieux ont été étudiés par l'utilisation d'outils de biologie moléculaire et sont donc devenus nécessaires dans certaines indications (Lamoril et al., 2007).

La biologie moléculaire apporte une contribution importante dans divers domaines, ce qui améliore la détection bactérienne, en particulier la détection des bactéries lentes et difficiles. Elle contribue également à la découverte de nouveaux pathogènes non cultivables et a considérablement amélioré la caractérisation des bactéries, apportant une contribution importante à l'identification des infections hospitalières (Bébéar et al., 1998).

Les techniques de biologie moléculaire ont un grand potentiel de sensibilité, ce qui permet l'étude moléculaire d'une population bactérienne, détecter et diagnostiquer le genre et les espèces de

bactéries, ou permettre des diagnostics difficiles, en de courtes périodes de deux à trois jours, par exemple *Borrelia*, *Chlamydia*, *Legionella*, *Mycobacterium* (Monteil et al., 2000).

Ces techniques se développent rapidement, leurs principes et indications varient selon les applications (Lamoril et al., 2007). Le choix de ces techniques est large et continue d'évoluer. En microbiologie, de nombreuses kits et automatisations sont disponibles, ce qui facilite la mise en œuvre de ces techniques (Lamoril et al., 2007).

Parmi les techniques les plus couramment utilisées :

III.1 La technique de Réaction de Polymérisation en Chaîne

En étant capable d'amplifier les séquences d'ADN présentes en très petites quantités dans l'échantillon, la technique de Réaction de Polymérisation en Chaîne ou PCR est d'une importance fondamentale. Elle permet d'envisager la détection d'un agent infectieux directement dans un échantillon biologique complexe ou dans le mélange d'échantillons (Maingourd, 2011).

Cette technique est basée sur l'utilisation d'une enzyme résistante à la chaleur, l'ADN polymérase qui copie en plusieurs exemplaires l'ADN cible à l'aide de deux amorces complémentaires respectivement des brins sens et anti-sens, processus d'amplification exponentielle (Lamoril et al., 2007).

Le fragment génétique amplifié de manière spécifique est révélé par une sonde spécifique (Prod'hom et Bille, 2006).

Une évolution vers le diagnostic des maladies infectieuses est le développement d'outils de biologie moléculaire qui permettent la détection de séquences d'ADN spécifiques, notamment le codage des gènes d'ADN 16S de l'unité ribosomique (Donatin et Drancourt, 2011). Cette détection peut être basée sur l'amplification de l'ADN par PCR suivie d'une hybridation de la sonde nucléotidique à une sonde fluorescente, dans une technique connue sous le nom de PCR en temps réel (Heid et al., 1996).

III.2 Séquençage haut-débit

Le séquençage est en général utilisé pour caractériser un agent infectieux surtout quand la culture est difficile, l'identification problématique ou dans certaines études épidémiologiques (Lamoril et al., 2007).

Le séquençage haut-débit a pour principe de base la parallélisation de réactions permettant le séquençage de courtes lectures d'une librairie. Il permet d'obtenir la séquence d'un génome complet (séquençage pan génomique) ou de parties de génome bornées par PCR (séquençage ciblé) (Audebert et al., 2014).

III.3 Technique de Puce d'ADN

Alternativement, un produit d'amplification par PCR peut être hybridé sur un support solide qui identifie un grand nombre de sondes oligo nucléotidiques, dans la technique puce d'ADN, qui sont de plus en plus utilisées pour diagnostiquer les maladies infectieuses car elles permettent la détection multiplex (**Donatin et Drancourt, 2011**).

Elle utilise le principe de l'hybridation génomique comparative (CGH) et consiste à hybrider la même quantité d'ADN d'un patient et d'un témoin contrôle, chacun se distinguant par le fluorochrome d'une couleur différente, sur un réseau de séquences d'ADN (la puce à ADN) qui représente le génome entier (**Ferrariniet al., 2010**).

IV Principales techniques de diagnostic des infections et de détection des microorganismes

Le tableau 5 présente les principales méthodes conventionnelles et moléculaires utilisées en microbiologie, selon les différents germes et les types d'infections

Tableau 5 : Les principales méthodes conventionnelles et moléculaires dans le diagnostic des infections (Prod'hom et Bille, 2006)

| Site anatomique | Méthodes conventionnelles | Méthodes moléculaires |
|--|--|--|
| Infections respiratoires basses | Ex mic ; Cult ; Id ATB des expectorations, aspiration bronchique, LBA, brosse télescopique protégée, prélèvement distal protégé pratiqué à l'aveugle Détection d'antigènes de <i>Streptococcus pneumoniae</i> , <i>Legionella pneumophila</i> groupe 1 dans les urines, dans le LBA | Amplification par PCR spécifiques de germes pathogènes obligatoires (<i>Mycobacterium tuberculosis</i>) ou des agents de pneumonies atypiques (<i>Legionella pneumophila</i> , <i>Mycoplasma pneumoniae</i> , <i>Chlamydia pneumoniae</i>) PCR quantitative de <i>S. pneumoniae</i> (non validée) |
| Infections du système nerveux central | Ex mic ; Cult ; Id ATB du liquide céphalorachidien Hémocultures (automate de détection) | Amplification par PCR spécifique (<i>S. pneumoniae</i> , <i>Neisseria meningitidis</i> , <i>Haemophilus influenzae</i> , <i>Listeria monocytogenes</i>) : détection d'un ou plusieurs germes simultanément (PCR multiplexe) |
| Endocardites | Hémocultures, flacons avec résine si antibiothérapie Préalable Sérologie si endocardite à hémocultures négative (<i>Coxiella burnetti</i> , <i>Brucella spp.</i> , <i>Bartonella spp.</i> , <i>Chlamydia spp.</i> , <i>Mycoplasma spp.</i> , <i>Legionella spp.</i>) Ex mic; Cult; Id ATB des valves excisées. | PCR à large spectre des valves excisées (amplification d'un ou plusieurs gènes). |
| Infections urinaires | Ex mic ; Cult ; Id ATB de l'urine. Bandelettes urinaires—estérase leucocytaire, nitrites | / |

| | | |
|---|--|--|
| Infections de la peau, des tissus mous | Ex mic ; Cult ; Id ATB des prélèvements invasifs Hémocultures (automate de détection) | Amplification par PCR de la toxine de Streptococcus pyogènes (fasciite nécrosante) [non validé] Identification par PCR du SARM-C à partir d'isolats cliniques PCR à large spectre à partir du matériel prélevé par voie invasive (liquide articulaire) |
|---|--|--|



Deuxième partie

**Revue de quelques
travaux de recherche
utilisant les méthodes
de biologie
moléculaire dans le
diagnostic des
infections**

Ce volet de notre travail est consacré à l'analyse de quatre publications montrant l'importance des méthodes de biologie moléculaire dans le diagnostic des infections et la détection des microorganismes responsables, et leur avantage sur les techniques conventionnelles.

Chaque étude est consacrée à un type d'infection particulier

1- Méningite bactérienne

« *Diagnostic moléculaire par PCR en temps réel d'agents bactériens responsables des méningites purulentes au Burkina Faso* » par **Sanou et al. (2013)**.

La méningite bactérienne aiguë est une infection grave causée par un nombre limité de bactéries pathogènes, notamment *Streptococcus pneumoniae* et *Neisseria meningitidis*. *Haemophilus influenzae*, *Listeria monocytogenes*.

Les démarches diagnostiques habituelles incluent les examens microscopiques (Gram, bleu de méthylène) et la culture du LCR ainsi que le prélèvement d'hémocultures. Cependant, en cas de traitement antibiotique, la sensibilité de la culture diminue, ce qui rend ces méthodes inefficaces dans certains cas.

Les techniques d'amplification génomique telles que la PCR ont permis d'améliorer la performance du diagnostic des bactéries responsables de méningites. Depuis quelques années, des protocoles de PCR multiplex permettent de détecter simultanément méningocoque, pneumocoque et *Haemophilus influenzae* dans le LCR, avec une bonne spécificité, et des sensibilités variables selon les agents pathogènes.

Les auteurs ont évalué la performance d'une PCR en temps réel pour détecter les bactéries pathogènes responsables de la méningite purulente au Burkina Faso. 171 patients présentant des signes cliniques de cette infection ont été examinés et les LCR ont été prélevés et mis en culture pour les analyses moléculaires.

Après extraction de l'ADN, une PCR a été réalisée sur les échantillons. Les différentes amorces et sondes utilisées pour la détection des bactéries responsables des méningites sont reportées dans le **tableau 6**

Tableau 6 : Liste des différentes amorces et sondes utilisées pour la détection des bactéries responsables des méningites

| Bactéries | Gene cible | sérogroupe | Sondes |
|-----------------------|------------|------------|---|
| <i>N.meningitidis</i> | CtrA | / | 5' AACCTTGAGCAATCCATTTATCCTGACGTTCT3', |
| | SacB | NmA | 5'CTAAAAGTAGGAAGGGCACTTTGTGGCATAA T3' |
| | SiaD | NmB | 5' AAGAGATGGGAACA ACTATGTAATGTCTTTA TTT3' |
| | SiaD | NmC | 5' TTTCAATGCTAATGAATACCACCGTTTTTTTGC 3' |
| | SynG | NmW135 | 5' AAATATGGAGCGAATGATTAACAGTAACTAT AATGAA3' |
| | XcbB | NmX | 5' TGTTTGCCACATGAATGGXGGB3' |
| | SynF | NmY | 5' TATGGTGTACGATATCCCTATCCTTGCCTATA AT3' |
| <i>H. influenzae</i> | Hypd3 | B | 5' TTGTGTACACTCCGTTGGTAAAAGAACTTGCA C3' |
| <i>S. pneumoniae</i> | LytA | / | 5' TGCCGAAAACGCTTGATACAGGGAG3' |

Les résultats ont montré que la technique PCR en temps réel est la plus performante, puisqu'elle a permis de mettre en évidence la présence de bactéries responsables de méningite dans 108 échantillons sur les 171 analysés, tandis que la technique classique par culture n'en a décelé que 56, et la méthode du latex 66. Par ailleurs, le sérotype NmX n'a été détecté que par la méthode PCR (tableau 7)

Tableau 7 : Prévalence des sérogroupes de bactéries responsables des méningites purulentes détectées par la culture, le latex et par la PCR en temps réel

| Sérogroupes | Culture | Test diagnostique latex | PCR en temps réel |
|---------------|---------|-------------------------|-------------------|
| NmA | 44 | 51 | 64 |
| NmB | 0 | 0 | 0 |
| NmC | 0 | 0 | 0 |
| NmW135 | 0 | 0 | 0 |
| NmX | 0 | 0 | 3 |
| NmY | 0 | 0 | 0 |
| Spn | 10 | 14 | 37 |
| Hib | 2 | 1 | 4 |
| Total | 56 | 66 | 108 |

La PCR en temps réel a l'avantage de permettre le diagnostic des cas de méningites à partir des LCR de patients dont les cultures avaient été contaminées.

Les auteurs en concluent que la PCR en temps réel est un outil de diagnostic beaucoup plus sensible que les techniques traditionnelles (culture et technique d'agglutination aux particules de latex sensibilisées). Cependant les auteurs recommandent de l'utiliser en association avec la culture pour assurer la surveillance de la résistance des bactéries aux antibiotiques.

2. Tuberculose

« *Apport de la biologie moléculaire au diagnostic de la Tuberculose* » par **Kerleguer et al. (2002)**.

La tuberculose est une maladie infectieuse contagieuse, à déclaration obligatoire. L'agent pathogène responsable est souvent le bacille de Koch (BK) appartenant au complexe *Mycobacterium tuberculosis*. Les souches multi résistantes aux antituberculeux représentent un sérieux problème de santé publique, vu le caractère pandémique de leur émergence.

Le diagnostic bactériologique repose essentiellement sur l'examen microscopique, la culture et l'identification biochimique des bacilles acido-alcool-résistants (BAAR).

Cependant, les outils de biologie moléculaire ont actuellement une place prépondérante dans la détection, l'identification et l'étude de la résistance aux antituberculeux du complexe *tuberculosis*.

Cette étude décrit quelques techniques de la biologie moléculaire utilisées dans le diagnostic de la tuberculose, leurs indications et leur intérêt :

- **Le test Accuprobe** est caractérisé par sa rapidité (résultat en moins d'une heure) et sa simplicité, Ce test permet l'identification de six espèces mycobactéries (*M. tuberculosis complex*, *M. aviumcomplex*, *M. avium*, *M. intracellulare*, *M. kansasii*, *M. gordonae*). Il utilise des sondes d'ADN spécifiques du complexe *M. tuberculosis*, mais aussi d'autres espèces de mycobactéries.
- **La technique Inno-Lipa™ Mycobacteria** est basée sur la détection des mycobactéries du complexe *M. tuberculosis* et de sept espèces de mycobactéries atypiques (*M. avium*, *M. intracellulare*, *M. kansasii*, *M. gordonae*, *M. xenopi*, *M. chelonae* et *M. scrofulaceum*). Les sondes spécifiques à chacune de ces espèces, ainsi qu'une sonde spécifique du genre *Mycobacterium*, sont immobilisées sur chaque bandelette, cette dernière nécessite un jour pour le résultat.
- La PCR permet l'amplification génique d'un fragment du gène codant pour l'ARN 16s de *M. tuberculosis*.
- **La Réaction d'amplification transcriptionnelle de l'ARN** une méthode d'amplification isotherme générant des copies multiples d'ARN
- **La Réaction d'amplification génique par ligase (Ligase Chain Réaction ou LCR)** un procédé d'amplification par réalisation de cycles de ligature de deux sondes nucléotidiques, choisies de manière à être juxtaposées lorsqu'elles s'hybrident à l'ADN-cible

D'après les auteurs, les performances de ces tests sont variables. De très bons résultats sont obtenus lorsqu'ils sont utilisés par les équipes expérimentées qui restent intransigeantes sur le plan de la rigueur méthodologique.

L'étude estime que le diagnostic de la tuberculose a été amélioré par les techniques de la biologie moléculaire. Grâce aux sondes d'ADN, outils devenus incontournables dans le laboratoire de mycobactériologie, la confirmation du diagnostic de tuberculose est obtenue beaucoup plus rapidement qu'avec la culture. La prochaine étape qui permettra aux techniques d'identification directe de Mycobactéries dans les échantillons cliniques sera certainement l'automatisation. Elle devrait apporter une réponse aux difficultés d'organisation et de respect des procédures auxquelles sont encore trop souvent confrontés de nombreuses équipes.

3. Endocardite infectieuse

« PCR rDNA 16S dans le diagnostic étiologique des endocardites infectieuses à hémocultures négatives » par **Baty et al. (2010)**

L'endocardite infectieuse avec hémocultures négatives (EIHN) dues aux bactéries suivantes : *Coxiella. Burnetii* et *Bartonella spp*, présente des problèmes de prise en charge.

Le choix du traitement antibiotique optimal, ainsi que la prévention secondaire, ne peuvent être conçus qu'après une identification minutieuse des micro-organismes responsables. Les progrès de la microbiologie, en particulier dans le domaine de la biologie moléculaire, ont identifié de nombreux agents infectieux responsables de l'EIHN.

Les auteurs utilisent pour le diagnostic moléculaire de l'endocardite infectieuse l'amplification et le séquençage de l'ADNr 16S à l'aide d'amorces universelles.

L'étude a porté sur un homme de 55 ans souffrant d'inflammation aortique double et mitrale. Seul l'ADNr 16S PCR sur la valve a permis de poser un diagnostic d'endocardite à *Bartonella quintana*.

La sensibilité de la technique généralement utilisée dans la détection de cette bactérie, à savoir la sérologie par immunofluorescence indirecte ou ELISA, est bonne mais limitée en raison de son manque d'intimité. Les réactions croisées sont fréquentes parmi les différentes espèces du genre *Bartonella*, ce qui est le cas de ce patient.

La PCR rDNA16S cible les zones conservées dans toutes les bactéries, et permet de trouver un agent infectieux dans près d'un cas d'EIHN sur deux, qu'il soit "décapité" ou dû à un agent difficile à cultiver ou émergent.

4. Gastro entérites

« *Comparative evaluation of two commercial multiplex panels for detection of gastrointestinal pathogens by use of clinical stool specimens* » par **Khare et al. (2014)**

La gastro-entérite bactérienne aiguë touche des millions de personnes chaque année avec une morbidité et une mortalité importantes. Cette infection est causée par des bactéries pathogènes, mais l'identification de ces pathogènes reste peu fréquente.

Le diagnostic des bactéries entéropathogènes est particulièrement difficile, en raison de la grande quantité de germes qui composent la flore normale que l'on retrouve de manière très diverse dans les selles, telles que des bactéries anaérobies (*Bacteroides*, *Clostridium*...), d'entérobactéries (*Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Proteus*...), d'entérocoques et d'autres genres.

Plusieurs méthodes sont utilisées par les laboratoires de microbiologie pour identifier les causes de la gastro-entérite aiguë, notamment la coproculture de selles, les techniques ELISA et la microscopie. En raison des limites de ces méthodes traditionnelles, il est encore possible d'améliorer la détection des agents pathogènes à l'aide de méthodes moléculaires. Cette étude discute de ces différentes approches et de leurs limitations.

L'étude est conduite sur 500 prélèvements de selles ayant été analysés sur deux systèmes commerciaux utilisant des panels moléculaires : le système **Luminex gastrointestinal pathogen panel (GPP)** et le système du **Filmarray gastrointestinal (GI) panel (BioFire)** pour la détection d'agents pathogènes gastro-intestinaux.

Parmi 230 prélèvements prospectifs de selles, les tests de routine ont été positifs pour un ou plusieurs agents pathogènes gastro-intestinaux dans 19 prélèvements seulement sur les 230, tandis que le **GI panel** a été positif pour 76 prélèvements sur les 230 et le **GPP** pour 69 parmi les 230 prélèvements.

En raison du faible nombre de positifs dans cette étude prospective, les auteurs ont inclus 270 échantillons supplémentaires. Les résultats des tests de routine ont révélé 27 négatifs et 243 positifs. Les deux systèmes utilisant les techniques moléculaires ont montré de meilleures performances et une sensibilité >90% à la plupart des cibles à l'exception de certains agents pathogènes.

Ces panels ont des limitations majeures: leur incapacité pour détecter les agents pathogènes non inclus dans le panel et l'absence d'informations sur la sensibilité aux antibiotiques à des agents pathogènes spécifiques, rendant obligatoire une mise en culture des prélèvements positifs par PCR, qui permet donc de rendre rapidement un résultat négatif (un gain de 48 à 72 heures) pour les bactéries entéropathogènes recherchées et de ne mettre en culture que les cas positifs pour avoir un

profil de sensibilité. L'avantage de cette approche moléculaire initiale est évident, puisqu'elle permet d'éviter un nombre important de coprocultures « inutiles » en étant plus sensible et plus rapide.



Conclusion

et

Perspectives

Conclusion et perspectives

Les infections bactériennes ont de tout temps accompagné l'homme, mais celui-ci ne le sait que depuis à peine plus d'une centaine d'années. Les manifestations cliniques des maladies bactériennes ne furent, sauf cas particulier, que tardivement individualisées et leurs causes restèrent ignorées jusqu'au milieu du XIXe siècle, époque de la naissance de la Microbiologie.

Après un certain temps d'incubation dans l'hôte, le micro-organisme provoque des dysfonctionnements du métabolisme de l'hôte entraînant l'apparition de symptômes caractérisant la pathologie, ce qui permet d'établir un diagnostic clinique.

Le diagnostic clinique permet d'effectuer un diagnostic bactériologique afin d'identifier le micro-organisme pathogène. Aujourd'hui le laboratoire microbiologique utilise des différentes techniques dites conventionnelles mais aussi des techniques de biologie moléculaire pour une meilleure identification et la confirmation du diagnostic de chaque infection bactérienne.

En effet, l'utilisation de la biologie moléculaire a amélioré le diagnostic de maladies telles que la tuberculose, les méningites infectieuses, les gastro-entérites ainsi que les endocardites. Les outils de biologie moléculaire comme la PCR, permettent aux bactériologistes des identifications rapides et spécifiques ainsi que la détection de germes qu'il serait impossible de détecter par les méthodes conventionnelles.

Pour des études ultérieures, il serait intéressant d'effectuer une étude sur les infections nosocomiales dans les différents services de l'hôpital, et identifier les germes caractéristiques de chaque service, afin d'orienter les médecins vers les thérapies antibactériennes les plus appropriées.



**Références
bibliographiques**

- 1) **Aspevall, O., Hallander, H., Gant, V., Kouri, K. (2001).** European guidelines for urinalysis: à collaborative document produced by European clinical microbiologists and clinical chemists under ECLMin collaboration with ESCMID. *Clin Microbiol Infect*, vol. 7 (4), pp. 173-8.
- 2) **Auboyer, C. (2003).** Infections urinaires en réanimation : diagnostic et traitement. *Médecine et Maladies Infectieuses*, vol. 33(9), pp. 474–482.
- 3) **Audebert, C-H., Hot, D., Lemoine, L., Caboche, C.(2014).** Le séquençage haut débit Vers un diagnostic basé sur la séquence complète du génome de l'agent infectieux. *Médecine/sciences*, vol. 30, pp. 1144-1151
- 4) **Bassetti, S., Itin, P., Flückiger, U. (2003).** Infections bactériennes primaires de la peau. *Forum Med Suisse*, vol. 35, PP. 819-827.
- 5) **Baty, G., Lanotte, P., Hocqueloux, L., Prazuck, T., Bret, L., Romanod, M., Mereghetti, L. (2010).** PCR rDNA 16S dans le diagnostic étiologique des endocardites infectieuses à hémocultures négatives. *Médecine et maladies infectieuses*, vol. 40, pp. 358–362.
- 6) **Bébéar, C., Allery, A., Bébéar, C-M., De Barbeyrac, B. (1998).** Biologie moléculaire et bactériologie. *Revue générale et analyses prospectives*, vol. (13), pp.273 -278.
- 7) **Benchakroun, M., El Bardouni, A., Zaddoug, O., Kharmaz, M., El Yaacoubi, M., Ouadghiri, M., El Manouar, M. (2004).** Tuberculose du poignet : Symptômes et évolution de 11 cas. *Revue de chirurgie orthopédique*, vol. 90, pp.337-345.
- 8) **Berche, P., Gaillard, J. L., Simonet, M., Simonet, M. (1988).** Bactériologie : bactéries des infections humaines. Édition, Flammarion médecine-sciences, pp.64-65-66.
- 9) **Berthélémy, S. (2016).** L'examen cyto-bactériologique des urines. *Actualités pharmaceutiques*, vol.55 (556), pp. 57-59.
- 10) **Berthélémy, S. (2016).** La coproculture ou l'examen bactériologique des selles. *Actualités pharmaceutiques*, vol.55 (557), pp. 59-61.
- 11) **Bianchi, V., El Anbassi, S., Duployez, N. (2013).** Bactériologie virologie. Édition, deboek supérieur (paris), pp. 25- 35-45.
- 12) **Borens, O., Nussbaumer, F., Baalbaki, R., Trampuz, A. (2009).** Diagnostic et traitement des infections d'implants orthopédiques. *Rev Med Suisse*, vol. 5, pp.2563-8.
- 13) **Cavallo, J-D., Garrabé, E. (2003).** Outils du diagnostic biologique des infections urinaires nosocomiales (IUN) : analyse critique. *Médecine et maladies infectieuses*, vol. 33, pp. 447–456.
- 14) **Colgan, R., Nicolle, L., Mcglone, A., Hooton, T.(2006).** Asymptomatic Bacteriuria in Adults. *Am Fam Physician*; vol 74(6), pp. 985-990.
- 15) **Calcagno F., Lacroix R. (2011).** Pharma-memo Infectiologie. Paris, France : Éditions Vernazobres-Greco. pp. 246.

- 16) **Charpentier, J., Mira, J-P. (2001).** Rôle de l'hôte au cours des infections bactériennes sévères. Arch Pédiatre, vol. 8 (4), pp.96-689.
- 17) **Chauvet, S., Ewbank, JJ. (2000).** Caenorhabditis elegans : un modèle d'étude des interactions hôtes-organisme pathogène. Med Sci (Paris), Vol. 16, (8-9), pp.912-6.
- 18) **Cherkaoui, A., Emonet, S., Renzi, G., Schrenzel, J. (2015).** Diagnostic de la gastroentérite bactérienne. Rev Med Suisse, vol. 11, pp.856-61.
- 19) **Contrepois, A. (2001).** L'invention des maladies infectieuses Naissance de la bactériologie clinique et de la pathologie infectieuse en France. 1^{ème} édition Histoire des sciences médicales, pp.98.
- 20) **Coudert, M., Pépin, M., Thezy, A., Fercot, E., Laycuras, M., Coudert, A-L., Duran, C., Bouchand, F., Davido, B., Le Crane, M., Denis, B., Muller, F., Gourdon, M., Peng, C-L., Mahamdia, R., Mekerta, Z., Seridi, Z., Gaillardg, J-L., Leichowski, L., Moulias, S., Rottman, M., Sivadon-Tardy, V., Teillet, L., Dinh, A. (2019).** Présentation clinique et performance de la bandelette urinaire pour le diagnostic d'infection urinaire en population gériatrique. La Revue de médecine interne, vol. 40, pp. 714–721.
- 21) **Courcol, R., Marmonier, A., Piemont, Y. (2005).** Les Difficultés d'interprétation de l'examen Cyto-Bactériologique des Urines. Revue Française des Laboratoires, vol. 370, pp. 21-25.
- 22) **Crétel, E., Veen, I., Pierres, A., Bongrand, P., Gavazzi, G. (2010).** Immunosénescence et infections, mythe ou réalité ? Médecine et Maladies Infectieuses, vol. 40(6), pp.307 318.
- 23) **Calgagno F., Lacroix R. (2011).** Pharma-memo Infectiologie. Paris, France : Éditions Vernazobres-Greco. pp. 246.
- 24) **De Léotoing, L., Barbier, F., Dinh, A., Chaize, G., Lévy-Bachelot, L., Fernandes, J. (2018).** Peut-on évaluer l'épidémiologie hospitalière des infections bactériennes via le PMSI ? pp. 21.
- 25) **Despres, J., Tagzirt, M., Goldenberg, P., Aquino, J.-P., Harboun, M., Aussedat, M. (2012).** P1-03 Pathologie et risques infectieux, les Cahiers de L'année Gériatologique vol. 4(3), pp. 125–134.
- 26) **Di benedetto, C., Bruno, A., Bernasconi, E. (2013).** Infection du site chirurgical : facteurs de risque, prévention, diagnostic et traitement. Rev Med suisse, vol. 9, pp.9-1832.
- 27) **Donatin, E., Drancourt, M. (2011).** Diagnostic des infections bactériennes par les puces à ADN. Biotribune mag, vol. 39, pp. 4 -13.
- 28) **Ellenberg, E. (2004).** Proposition d'une définition de l'infection nosocomiale. La banque des mots, vol. 67, pp. 35-8.

- 29) **Ewig S, Klapdor B, Pletz MW, Rohde G, Schütte H, Schaberg T, et al. (2012).** Nursing-home-acquired pneumonia in Germany: an 8-year prospective multicentre study. *Thorax*. févr, vol. 67(2), pp.132-138.
- 30) **Ferrarini, A., Jacquemont, S., Beck Popovic, M., Bonafé, L., Martinet, D. (2010).** Puce à ADN : pourquoi et pour qui ? *Rev Med Suisse*, vol. 6, pp. 390-6.
- 31) **Fonkoua, M. C., Cunin, P., Sorlin, P., Musi, J., & Martin, P. M. V.(2001).** Les méningites d'étiologie bactérienne à Yaoundé (Cameroun) en 1999–2000. *Bull Soc Pathol Exot*, vol, 94(4), 300-303.
- 32) **Floret, D. (2001).** Les décès par infection bactérienne communautaire. Enquête dans les services de réanimation pédiatrique français. *Arch Pediatr*, vol. 8(4), pp.705-11
- 33) **Flourie, B., Bouhnik, Y., Barbut, F., Bellaiche, G., Bismuth-SabbahISMUTH, M., Chochillon, C., Coffin, B., Collignon, A., Deluol, A-M., Claire Guedon, C., Lafortune, J., Karem Slim, A. (2003).** Indications des examens de selles chez l'adulte . *Gastroenterol Clin Biol*, vol. 27, pp. 627-642.
- 34) **Forel, J-M., Valera, S., Castanier, M. (2011).** Infections communautaires graves — Cellulites, dermohypodermes aiguës bactériennes et fascites nécrosantes. *Réanimation*, vol. 20, pp. S576-S582.
- 35) **Gauzit, R. (2006).** Infections cutanées graves : définitions, caractéristiques cliniques et microbiologiques. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation*, vol. 25, pp. 967–970.
- 36) **Gillet, Y., Lorrot, M., Cohen, R., Haua, I., Grimprel, E., Gras-Le Guen, C. (2016).** Antibiothérapie des infections cutanées. *Archives de Pédiatrie*, vol. 23, pp. 6S 26-6S31.
- 37) **Grollier, G., Le Moal, G., Robert, R. (2004).** Infections dues aux bactéries anaérobies de la flore endogène (*Clostridium difficile* et *Actinomyces* exclus). *EMC - Maladies Infectieuses*, vol. 1(4), pp. 262–280.
- 38) **Guerrant, R.L., Gilder, T-V., Steiner, T-S., Thielman, N-M., Slutsker, L., Tauxe, R-V., Hennessy, T., Griffin, P-M., DuPont, H., Bradley, R-S., Tarr, P., Neill, M., Nachamkin, I., Reller, B-L., Osterholm, M-T., Bennis, M-L., Pickering, L-K. (2001).** Practice Guidelines for the Management of Infectious Diarrhea. *Clinical Infectious Diseases(CID)*, vol. 32, pp.331–50.
- 39) **Hamdad, F., Canarelli, B., Rousseau, F., Thomas, D., Biendo, M., Eb, F., Varon, E., Laurans, G. (2007).** Les méningites à *Streptococcus pneumoniae* au CHU d'Amiens de 1990 à 2005. Aspects bactériologiques des souches isolées. *Pathologie Biologie*, vol. 55, pp.446-452.
- 40) **Hart, T., Shears, P. (1997).** Atlas de poche de microbiologie. 1^{ème} édition. Paris : Flammarion, 1997, pp.71-81-87-89.

Références bibliographiques

- 41) **Heid, C-A., Stevens, J., Livak, K., Williams, P-M. (1996).** Real time quantitative PCR. *Génome Res*, vol. 6, pp. 986-994
- 42) **Herbert, L., DuPont, M.D. (2014).** Acute Infectious Diarrhea in Immunocompetent Adults. *The new england journal of medicine (N Engl J Med)*, vol. 370, pp.1532-1540.
- 43) **Hentges DJ. (1993).** The anaerobic microflora of the human body. *Clin Infect Dis*, vol. 16(4). pp. S175–S180.
- 44) **Jehl, F., Chabaud, A., Grillon, A. (2015).** L’antibiogramme : diamètres ou CMI ? *Journal des Anti-infectieux, Antinf*, vol. 133, pp.15.
- 45) **Joly, J.** Infectiologie in : *Environnement et santé publique - Fondements et pratiques*, (2003), pp. 145-162.
- 46) **Juzan, L., Pernelle, J-J. (2012).** Les outils de la biologie moléculaire pour l’analyse microbiologique des boues activées. *Sciences Eaux & Territoires*, vol. (09), pp. 76 – 81.
- 47) **Kerleguer, A., Koeck, J-L., Fabre, M., Foissaud, V., Teyssou, R., Hervé, V. (2002).** Apport de la biologie moléculaire au diagnostic de la tuberculose Elsevier. *Revue Française des Laboratoires*, vol.343, pp. 67- 70.
- 48) **Koeck, J-L., Trueba, F., Chakour, M. (2001).** Les Hémocultures en 2001. *Revue Française des Laboratoires*, vol. (335), pp. 43-45.
- 49) **Khare, R., Espy, M-J., Cebelinski, E., Boxrud, D., Sloan, L-M., Cunningham, S-A., Pritt, B-S., Patel, R., Binnicker, M-J. (2014).** Comparative Evaluation of Two Commercial Multiplex Panels for Detection of Gastrointestinal Pathogens by Use of Clinical Stool Specimens. *Journal of Clinical Microbiology*, vol. 52, pp. 3667–3673.
- 50) **Lachassinne, E., Letamendia-Richard, E., Gaudelus, J. (2004).** Épidémiologie des infections nosocomiales en néonatalogie. *Archives de pédiatrie*, Vol. 11, pp.229-233.
- 51) **Lacut, J-Y., Dupon, M., Paty, M-C. (1995).** Tuberculoses extra-pulmonaires : revue et possibilités de diminution des délais d'intervention thérapeutique. *Med Mal Infect*, vol. 25, pp. 304-20.
- 52) **Larabi, K., Masmoudi, A., Fendri, C. (2003).** Étude bactériologique et phénotypes de résistance des germes responsables d’infections urinaires dans un CHU de Tunis : à propos de 1930 cas. *Médecine et maladies infectieuses*, vol. 33, pp. 348–352
- 53) **Larousse médical. Edition 2003.** Pages 119, 120, 530, 531, 1117, 1118.
- 54) **Lavigne, J-P., Blanc-Potard, A-B., Bourg, G., Callaghan, D.O., Sotto, A. (2006).** *Caenorhabditis elegans* : modèle d’étude in vivo de la virulence bactérienne. *Pathologie Biologie*, vol. 54, pp.439-446.

- 55) **Lamoril, J., Bogard, M., Ameziane, A., Deybach, J-C., Bouizegarène, P. (2007).** Biologie moléculaire et microbiologie clinique en 2007 Généralités - Partie 1. Immuno-analyse et biologie spécialisée, vol. (22), pp. 5-18.
- 56) **Lamoril, J., Bogard, M., Ameziane, A., Deybach, J-C., Bouizegarène, P. (2007).** Biologie moléculaire et microbiologie clinique en 2007 Les applications et leur avenir – Partie 2. Immuno-analyse et biologie spécialisée, vol. (22), pp. 73-94.
- 57) **Maingourd, P-N-C. (2011).** Apport de la biologie moléculaire au diagnostic de laboratoire des maladies infectieuses. Le Point Vétérinaire, pp. 104 -108.
- 58) **Marcadé, G. (2013).** Tests de diagnostic rapide en bactériologie. Immuno-analyse et biologie spécialisée, vol. (28), pp.167- 173.
- 59) **Marcel, J.P. (2005).** L'antibiogramme et son impact médical. Antibiotiques, vol. (7), pp. 53-58.
- 60) **Martinez, L. (1998).** Audit de pratique en médecine générale : les infections respiratoires basses chez l'adulte. Document de recherches en médecine générale, vol. 50, pp.5-6.
- 61) **Ménard, R., Sansonetti, P. (1996).** Signaux moléculaires induisant l'entrée des bactéries entéropathogènes dans les cellules épithéliales : convergences et paradoxes, Med Sci (Paris), Vol. 12(4) ; pp.465-73.
- 62) **Monteil, H., Stoll-Keller, I-F., Harf-Monteil, C. (2000).** Place des tests rapides de diagnostic en bactériologie et en virologie. Médecine et Maladies Infectieuses, vol 30 (6), pp. 337-341.
- 63) **Mostowy, S., Behr, M-A. (2005).** The Origin and Evolution of Mycobacterium tuberculosis. Clinics in Chest Medicine, vol. 26(2), pp. 207–216.
- 64) **Murdoch, DR., Corey, GR., Hoen, B., et al. (2009).** Clinical presentation, etiology, and outcome of infective endocarditis in the 21st century: the international Collaboration on Endocarditis Prospective Cohort Study. Arch Intern Med, vol. 169, pp.463-473.
- 65) **Njall, G., Adiego, D., Bitá, A., Ateba, N., Sume, G., Kollo, B., Binam, F., Tchoua, R. (2013).** Écologie bactérienne de l'infection nosocomiale au service de réanimation de l'hôpital Laquintinie de Douala, Cameroun. Pan African Médical Journal, pp. 14-140.
- 66) **Paolozzi, L., Liébart, J.C. (2015).** Microbiologie Biologie des procaryotes et de leurs virus. Édition, Dunod, pp 428.
- 67) **Pillou, F. (2016).** Définition de l'infection. Journal des femmes.
- 68) **Pillou, J-F. (2014).** Définition de l'infection communautaire. Journal des femmes.
- 69) **Pilly, E. (2016).** Maladies Infectieuses et Tropicales. Édition Alinéa Plus, (Paris), pp.215-323-332-427-936.

- 70) **Pilly, E. (2018).** Maladies Infectieuses et Tropicales. 5ème édition. Paris : Alinéa Plus, pp.75-141.
- 71) **Pilly, E. (2014).** Maladie infectieuse et tropicale. 24ème édition, Paris : Alinea Plus. P.948.
- 72) **Prescott, W., Woolverton, S. Microbiologie.** 8 ème édition américaine. **2011 traduction par Coyette, J., Mergeay, M.** 4 ème édition. Paris : De Boeck, 2013, pp.48- 51-739- 745.
- 73) **Prod'hom, G., Bille, J. (2006).** Diagnostic bactériologique rapide : des méthodes conventionnelles aux méthodes moléculaires modernes. Réanimation, vol.(15), pp. 180-186.
- 74) **Qebibo, A., El Akhal, A., Faiq, A., Esmail, A., Hammoumi, A., Ouhssine, M., Berny, E-H. (2014).** Étude bactériologique des analyses médicales au service bactériologie au CHR Al Idrissi- Kenitra. International Journal of Innovation and Applied Studies ISSN 2028-9324, Vol. 9, pp. 1206-1223.
- 75) **Rosebaum, M., Vilmer, E., Fauchere, J-L. (1985).** Contrôle bactériologique des infections bactériennes chez 32 enfants atteints de leucémie aigüe en période d'aplasie et bénéficiant ou non d'une décontamination digestive. Médecine et Maladies Infectieuses, vol. 4, pp.151-155.
- 76) **Rouillon, A., Perdrizet, S., Parrot, R. (1976).** La transmission du bacille tuberculeux. L'effet des antibiotiques. Rev fr Mal Respir, vol. 4, pp.241– 272.
- 77) **Sanou, M., Palenfo, D., Bisseye, C., Nagalo B-M., Simpo, J., Sangare, L., Traore, R. (2013).** Diagnostic moléculaire par PCR en temps réel d'agents bactériens responsables des méningites purulentes au Burkina Faso. Médecine et Santé Tropicales, vol. 23, pp. 93-99.
- 78) **Schwartz, M., Rodhain, F. (2008).** Les nouvelles maladies infectieuses. Question de santé publique (IReSP), vol.3, pp.1-4.
- 79) **Shanahan, F. (2002).** The host–microbe interface within the gut. Best practice and research Clinical gastro enterology, vol. 16(6), pp.915-931.
- 80) **Tall, F. R., Valliana., Centisv., Traoré, A., Nacro, B., Cousens., Diallo, I., Martens, E. T. H. (1994).** Infections respiratoires aiguës en milieu hospitalier pédiatrique de Bobo Dioulasso. Arch ped, pp.324-954.
- 81) **Trifi, A., Sami, A., Oueslati, M., Zribi, M., Daly, F., Nasri, R., Mannai, R., Fandri, C-H., Lakhal, S-B. (2017).** Infections nosocomiales : état des lieux dans un service de réanimation, La Tunisie médiale, Vol. 95 (03), pp. 179-184.
- 82) **Vandepitte, J., Engbaek, K., Piot, P., Heuck, C-C.(1994).** Bactériologie clinique : techniques des bases pour le Laboratoire. Organisation mondiale de la Santé Genève.
- 83) **Von Arx, S., Leib, S-L., Sturzenegger, M., Sendi, P. (2017).** Infections du système nerveux central, Méningite chez l'adulte. Forum médical suisse, vol. 17(21–22), pp. 464–470.

- 84) **Vaubourdolle, M. (2007).** Infectiologie (3ème édition) ; Paris : Wolters Kluwers SA, pp. 1036.
- 85) **Ziai, S. (2014).** La résistance bactérienne aux antibiotiques : Apparition et stratégie de lutte. Th. doct : Pharmacie : Université de limoges, pp13.

ملخص

تحدث الالتهابات البكتيرية بسبب البكتيريا الممرضة أو الانتهازية، والتي تسبب العدوى من خلال التصاقها وتكاثرها في جسم الإنسان. هذه الالتهابات البكتيرية هي المسؤولة عن أمراض تتراوح من الذبحة الصدرية الخفيفة إلى أوبئة السل والتهاب السحايا وما إلى ذلك. إن خطورة هذه الأمراض المعدية تبرر الحاجة إلى استخدام تقنيات سريعة وفعالة لتحديد الجراثيم المسؤولة وتقديم العلاج المناسب اليوم، تستخدم مختبرات علم الجراثيم بالإضافة إلى التقنيات التقليدية تقنيات البيولوجيا الجزيئية للكشف عن جميع الأمراض المعدية. أحدثت طرق التعرف على الكائنات الحية الدقيقة ثورة في التشخيص في علم الجراثيم. أنها تسمح باكتشاف أسرع وأكثر دقة للبكتيريا التي يصعب أو حتى من المستحيل اكتشافها بالطرق البكتريولوجية التقليدية

الكلمات المفتاحية: البكتيريا، العدوى البكتيرية، الممرض، التشخيص البكتريولوجي

Résumé

Les infections bactériennes sont provoquées par des bactéries pathogènes ou opportunistes, qui déclenchent une infection grâce à leur adhésion et leur multiplication dans le corps humain. Ces infections bactériennes sont responsables de maladies allant de l'angine bénigne aux épidémies de tuberculose, méningite et autres. La gravité de ces maladies infectieuses justifie la nécessité d'utiliser des techniques rapides et efficaces pour identifier les germes responsables et proposer le traitement adéquat. Aujourd'hui, les laboratoires de bactériologie utilisent en plus des techniques conventionnelles des techniques de biologie moléculaire pour détecter toutes les maladies infectieuses. Ces méthodes d'identification des micro-organismes ont révolutionné le diagnostic en bactériologie. Elles permettent en effet, une détection plus rapide et hautement spécifique des bactéries qui sont difficiles voire impossible à détecter par les méthodes bactériologiques traditionnelles.

Mots clés : Bactérie, infection bactérienne, agent pathogène, diagnostic bactériologique

Abstract

Bacterial infections are caused by pathogenic or opportunistic bacteria, which trigger infection through their adhesion and multiplication in the human body. These bacterial infections are responsible for diseases ranging from benign angina to epidemics of tuberculosis, meningitis ... The severity of these infectious diseases justifies the need to use rapid and effective techniques to identify the responsible germs and propose the appropriate treatment. Today, bacteriology laboratories use in addition to conventional techniques molecular biology techniques to detect all infectious diseases. These methods of identifying microorganisms have revolutionized diagnosis in bacteriology. They allow a faster and highly specific detection of bacteria that are difficult or impossible to detect by traditional bacteriological methods.

Keywords : Bacteria, bacterial infection, pathogen, bacteriological diagnosis