



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



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

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Microbiologie

قسم : الميكروبيولوجيا

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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie Moléculaire des Microorganismes

Intitulé :

LES BACTERIES RESPONSABLES DES INFECTIONS URINAIRES

Présenté et soutenu par : **Bezziche Rania Nesrine**

Le : 21 /06/2018

Bounemour Amira

Jury d'évaluation :

Présidente du jury : ABDELAZIZ Wided (Maître-Assistante « A » - UFM Constantine).

Rapporteuse : GACI Meriem (Maître-Assistante « A » - UFM Constantine).

Examinatrice : BOUCHLOUKH Warda (Maître-Assistante « A » - UFM Constantine).

*Année universitaire
2017 - 2018*



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



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

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Microbiologie

قسم : الميكروبيولوجيا

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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie Moléculaire des Microorganismes

Intitulé :

LES BACTERIES RESPONSABLES DES INFECTIONS URINAIRES

Présenté et soutenu par : **Bezziche Rania Nesrine**

Le : **21 /06/2018**

Bounemour Amira

Jury d'évaluation :

Présidente du jury : ABDELAZIZ Wided (Maître-Assistante « A » - UFM Constantine).

Rapporteuse : GACI Meriem (Maître-Assistante « A » - UFM Constantine).

Examinatrice : BOUCHLOUKH Warda (Maître-Assistante « A » - UFM Constantine).

*Année universitaire
2017 - 2018*

Remerciements

En préambule à ce mémoire nous remerciant ALLAH qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'études.

Nous tenons d'abord à remercier très chaleureusement Madame Gaci Meriem qui nous a permis de bénéficier de son encadrement, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter nos réflexions.

Nous remercions à Mme ABDELAZIZ Wided d'avoir accepté de présider le jury.

Un grand merci à Mme BOUCHLOUKH Warda d'avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Nos remerciements s'étendent également à tous nos enseignants qui nous ont fournis tout les outils nécessaires à la réussite de nos études universitaires

Nous n'oublions bien évidemment pas nos camarades d'études et les remercie chaleureusement pour tous les agréables moments passés ensemble.

À nos parents, à nos familles et nos amis qui par leurs prières leur amour leur soutien et leur patience ainsi qu'à leurs encouragements, nous avons pu surmonter tous les obstacles au cours de la réalisation de ce mémoire
Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail :

*A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien
et leurs prières tout au long de mes études,*

*A mes chères sœurs : Nesrine, Ahlem et Samia pour leurs encouragements permanents,
et leur soutien moral,*

*A mes chers frères : Tarek et Hamid pour leur appui et leur encouragement, puisse
Dieu le tout puissant exhausser tous vos vœux,*

*A ma grande famille : Mes tantes, mes oncles ainsi que mes cousins et cousines pour
leur soutien tout au long de mon parcours universitaire, Que ce travail soit
l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,
Merci d'être toujours là pour moi.*

A mes amies intimes : Rania et Rym, Rayene et Meriem,

A mon binôme : Bezziche Rania Nesrine,

Et à ceux qui me connaissent à l'université de Constantine.

Amira

Je dédie ce travail :

A mes très chers parents : Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour vous. Vous m'avez comblé avec votre tendresse et affection tout au long de mon parcours. Vous n'avez cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, vous étiez toujours été présents à mes côtés pour me consoler quand il fallait. Vos conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite. Votre patience sans fin, votre compréhension et votre encouragement sont pour moi le soutien indispensable que vous avez toujours su m'apporter. Je vous dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester votre fierté et ne jamais vous décevoir. Puisse le tout puissant vous donne santé, bonheur et longue vie afin que je puisse vous combler à mon tour.

A ma très chère grand-mère maternel : Que ce modeste travail, soit l'expression des vœux que vous n'avez cessé de formuler dans vos prières. Que Dieu vous préserve santé et longue vie

A la mémoire de mes grands parents paternel, la mémoire de mon grand-père maternel : Qui ont été toujours dans mon esprit et dans mon cœur, je vous dédie aujourd'hui ma réussite. Que Dieu, le miséricordieux, vous accueille dans son éternel paradis.

A mes chers frères : Krimou et Yasser pour leur appui et leurs encouragements, puisse Dieu le tout puissant exhausser tous ses vœux,

A mes très chères cousines : Ikram et Ines votre encouragement et votre soutien étaient la bouffée d'oxygène qui me ressourçait dans les moments pénibles. Merci d'être toujours à mes côtés, par votre présence, par votre amour dévoué et votre tendresse, je prie dieu le tout puissant pour qu'il vous donne bonheur et prospérité.

*A ma grande famille : Mes tantes, mes oncles ainsi que mes cousins et cousines
A mon binôme Bounemeur Amira et à tous ceux qui me sens chers et que j'ai omis de citer Cette humble dédicace ne saurait exprimer mon grand respect et ma profonde estime.*

Rania

Résumé

Résumé

Depuis des années, l'infection urinaire (IU) est l'infection bactérienne la plus commune et la cause d'un fardeau important pour les ressources du système de santé, car elle peut toucher plusieurs organes du système urinaire (vessie, rein, urètre, prostate).

Ce travail a été réalisé au laboratoire de Bactériologie de L'Etablissement Hospitalo-Sanitaire (EHS) DAKSI de Constantine, afin d'isoler et d'identifier les bactéries responsables des infections urinaires. La méthode suivie repose sur les bandelettes urinaires, l'examen macroscopique ainsi que sur l'examen cyto bactériologique des urines (ECBU).

Parmi les 250 ECBU effectués, 129 sont négatifs, 116 ont répondu aux critères de positivité, et 5 cas seulement sont contaminés. Les résultats épidémiologiques ont montré que les entérobactéries représentent la grande majorité des bactéries responsables des IU (65.55%), dont l'*Escherichia coli* est l'espèce la plus incriminée (44.01%), puis les staphylocoques et les *Pseudomonas aeruginosa* qui représentent (9.47%) et (8.61%) respectivement.

L'antibiogramme des souches bactériennes a révélé une importante résistance aux β -lactamines et plus particulièrement à l'amoxicilline et l'ampicilline pour la plupart des entérobactéries et aussi le *Pseudomonas aeruginosa*. Par contre les souches de *Streptococcus spp* sont totalement sensibles à l'amoxicilline et présentent une résistance totale à la pénicilline.

L'IU n'est qu'une maladie dont il faut retrouver la cause afin de combattre le germe responsable par l'antibiothérapie et corriger parfois chirurgicalement une éventuelle cause organique qui serait grave d'ignorer.

Mots clés : Infection urinaire, Examen cyto bactériologique des urines, Résistance aux antibiotiques, Bactéries responsables de l'infection urinaire.

Abstract

Since years, urinary tract infection has been the most common bacterial infection and a major burden for health system resources, as it can affect several organs of the urinary system (bladder, kidney, urethra, prostate).

This work was carried out in the Bacteriology laboratory of the Hospital-Health Establishment (EHS) in Daksi Constantine, in order to isolate and identify the bacteria responsible for urinary tract infections. The followed method is based on the dipstick, the macroscopic examination and on the cytobacteriological examination of the urine (CBEU).

Among 250 CBEU performed, 129 were negative, while 116 were positive, and only 5 were contaminated. The epidemiological results have shown that enterobacteriaceae account for the vast majority of bacteria responsible of urinary tract infection (65.55%), where *Escherichia coli* is the most incriminated species (44.01%), then staphylococci and *Pseudomonas aeruginosa* which represent (9.47%) and (8.61%) respectively.

The antibiogram of the bacterial strains revealed a strong resistance to β -lactams and more particularly to amoxicillin and ampicillin for most *Enterobacteriaceae* and *Pseudomonas aeruginosa*. Whereas, *Streptococcus spp.* strains's were totally sensitive to amoxicillin and have total resistance to penicillin.

UI is a disease whose cause must be found in order to fight the responsible germ by antibiotics and sometimes correct by surgically a possible organic cause that would not be ignore.

Key words: Urinary infection, Cytobacteriological examination of urine, Antibiotic resistance, Bacteria responsible for urinary tract infection.

ملخص

يعتبر التهاب المسالك البولية منذ سنوات العدوى البكتيرية الأكثر شيوعًا ويشكل عبئًا كبيرًا على موارد النظام الصحي، لأنه يمكن أن يؤثر على عدة أعضاء من الجهاز البولي (المثانة، الكلية، مجرى البول والبروستاتا).

تم تنفيذ هذا العمل في مختبر علم الجراثيم التابع للمؤسسة الصحية الاستشفائية لأمراض الكلى والمسالك البولية بحي الدقي بقسنطينة، لعزل وتحديد البكتيريا المسؤولة عن التهابات المسالك البولية. تعتمد الطريقة المستخدمة على شرائط الاختبار، الفحص المايكروسكوبي وكذا التحليل السيتوبكتيريولوجي للبول.

من بين 250 تحليل سيتوبكتيريولوجي للبول الذي تم القيام به، 129 كان سلبيًا، 116 استوفت فيهم معايير الإيجابية، و5 تحاليل فقط كانوا ملوثين. أظهرت النتائج الوبائية أن البكتيريا من عائلة Entérobactéries هي الفئة التي تحتل المرتبة الأولى في التهاب المسالك البولية (65,55%). أين تعتبر *Escherichia coli* البكتيريا الأكثر شيوعًا (44,01%) تليها *staphylocoques* و *Pseudomonas aeruginosa* التي تمثل (9,47%) و (8,61%) على التوالي.

كشفت دراسة مقاومة السلالات البكتيرية للمضادات الحيوية مقاومة قوية لـ β -lactamines و *Pseudomonas aeruginosa* بالخصوص الأموكسيسيلين والأمبيسيلين لمعظم Entérobactéries وأيضا *Pseudomonas aeruginosa*. ولكن *Streptococcus spp* أظهرت حساسية تامة للأموكسيسيلين ولها مقاومة كاملة للبنسلين.

إن التهابات المسالك البولية ليس سوى مرض و الذي يجب إيجاد سبب ظهوره من أجل محاربة الجراثيم المسؤولة عنه بواسطة المضادات الحيوية وأحيانًا تصحيح سبب جراحي محتمل لا يمكن تجاهله.

الكلمات المفتاحية:

التهاب المسالك البولية، التحليل السيتوبكتيريولوجي للبول، مقاومة المضادات الحيوية، البكتيريا المسؤولة عن التهاب المسالك البولية.

Liste des abréviations

AAF : Aérobies anaérobies facultatifs

AM : Ampicilline

AMC : Amoxicilline + Acide clavulanique

AMX : Amoxicilline

AN : Amikacine

ANQ : Acid nalixidique

API® : Appareillage et procédé d'identification

API®20E : Appareillage et procédé d'identification des entérobactéries

API®20NE : Appareillage et procédé d'identification des non entérobactéries

API®20Staph : Appareillage et procédé d'identification des staphylocoques

API®20Strep : Appareillage et procédé d'identification des streptocoques

ATB : Antibiotique

BCP : Géloses pourpre de bromocrésol

BGN : Bacilles à Gram négatif

BU : Bandelette urinaire

(c) : Concentration critique inférieure

(C) : Concentration critique supérieure

CIN : Ciprofloxacine

CL : Colistine

CMI : La concentration minimale d'inhibition

CN : Céfalexine

CFN : Cefoxitine

CPN : Céphalosporine de première génération

ECBU : Examen Cytobactériologique des Urines

EHS : Etablissement Hospitalo-Sanitaire

EN : Erythromycine

GM : Gentamycine

GN : Gélose nutritive

IMP : Imipinem

IU : Infections urinaires

IMP : Imipinem

K : Kanamycine

LN : Lincomycine

LPS : Lipopolysaccharide

Mel : Mélibiose

PEF : Pefloxacine

PN : Pénicilline

Raf : Raffinose

TIR : Ticarcilline

TN : Tétracycline

Tre : Tréhalose

UFC : Unités formant colonies

Liste des figures

Figure 1 : Appareil urinaire.....	02
Figure 2 : Anatomie du rein	03
Figure 3 : Structure du néphron	06
Figure 4 : Ensemencement d'une urine par la méthode de l'anse calibrée.....	24
Figure 5 : Test de l'oxydase	25
Figure 6 : Test de la catalase	26
Figure 7 : Test de la coagulase	27
Figure 8 : Les résultats d'un antibiogramme.....	31
Figure 9 : Les différents aspects macroscopiques de l'urine	35
Figure 10 : Urine mousseuse.....	35
Figure 11 : Observation microscopique des leucocytes à l'état frais (objectif ×40).....	36
Figure 12 : Observation microscopique des hématies à l'état frais (objectif ×40)	36
Figure 13 : Observation microscopique des cristaux d'oxalate de Ca ⁺⁺ à l'état frais (objectif ×40).....	37
Figure 14: Culture d'entérobactéries sur GN pendant 24h d'incubation	39
Figure 15: Culture de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> sur GN pendant 24h d'incubation..	40
Figure 16: Résultat d'un antibiogramme après 24h d'incubation.....	42
Figure 17 : Répartition des résultats de l'ECBU selon le pourcentage des cas	43
Figure 18: Répartition des échantillons selon le sexe	44
Figure 19: Répartition des bactéries selon leurs Gram	45
Figure 20 : Répartition des espèces bactériennes isolées	46
Figure 21 : Répartition des genres bactériens isolés	46
Figure 22 : Profil de résistance des souches d' <i>E. coli</i> aux antibiotiques	48
Figure 23 : Profil de résistance des souches de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> aux antibiotiques	49
Figure 24: Profil de résistance des souches de <i>Klebsiella pneumoniae</i> aux antibiotiques	50
Figure 25 : Profil de résistance des souches de <i>Streptococcus spp.</i> aux antibiotiques...51	

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractères généraux des urines normales et anormales	07
Tableau 2 : Caractéristiques des uropathogènes primaires et secondaires.....	11
Tableau 3 : Les bacilles à Gram positif	17
Tableau 4 : Le temps de lectures des paramètres analysés par les bandelettes urinaires	21
Tableau 5 : La concordance champs microscopique /mm ³ /ml	23
Tableau 6 : Les différents types de galeries API	27
Tableau 7 : Manière d'inoculation de la galerie API.....	29
Tableau 8 : Liste des antibiotiques testés pour les différents groupes bactériens.....	32
Tableau 9 : Causes de faux-négatifs de la bandelette urinaire	33
Tableau 10 : Les entérobactéries identifiées par la galerie API® 20E	41
Tableau 11 : Les staphylocoques identifiés par la galerie API® 20Staph.....	41
Tableau 12 : Les streptocoques identifiés par la galerie API® 20Strep	42
Tableau 13 : Les bactéries à Gram positif et les bactéries à Gram négatif.....	44

Table des matières

Introduction	1
Chapitre 1 : Etude bibliographique	
1 L'appareil urinaire	2
1.1 Définition et fonction	2
1.2 Les éléments constituant l'appareil urinaire	3
1.2.1 Haut appareil urinaire	3
1.2.1.1 Les reins	3
1.2.1.2 Uretère.....	3
1.2.2 Appareil urinaire bas.....	4
1.2.2.1 La vessie.....	4
1.2.2.2 L'urètre.....	4
1.3 Les urines	5
1.3.1 Formation de l'urine	5
1.3.1.1 Filtration glomérulaire ou ultrafiltration	5
1.3.1.2 Réabsorption sélective	5
1.3.1.3 Sécrétion tubulaire	6
1.3.2 Urine normale et anormale	6
2 Les infections urinaires.....	8
2.1 Définitions.....	8
2.2 Classification des infections urinaires.....	8
2.2.1 Bactériurie asymptomatique	8
2.2.2 Infections urinaires aiguës non compliquées	9
2.2.3 Infections urinaires compliquées	9
2.2.4 Infections récurrentes des voies urinaires	9
2.3 Les types d'infection urinaire.....	9
2.3.1 Les infections du bas appareil urinaire	9
2.3.1.1 La cystite	9
2.3.1.2 La prostatite.....	10
2.3.2 Les infections du haut appareil urinaire.....	10
2.3.2.1 La pyélonéphrite.....	10
3 Facteurs favorisant l'apparition des infections urinaires	10

3.1	Facteurs liés aux bactéries.....	10
3.1.1	virulence bactérienne	12
3.1.1.1	Facteurs d'adhésion	12
3.1.1.2	Flagellation.....	12
3.1.1.3	Lipopolysaccharide (LPS).....	13
3.1.1.4	Toxines.....	13
3.1.1.5	Biofilm	13
3.1.1.6	Systèmes de sidérophores	13
3.2	Facteurs liées à l'hôte.....	14
3.2.1	Chez les deux sexes	14
3.2.2	Chez la femme	14
3.2.3	Chez l'homme.....	15
4	Les germes responsables des infections urinaires	15
4.1	Les bacilles à Gram négatifs	15
4.1.1	Les entérobactéries	15
a.	<i>Escherichia coli</i>	15
b.	<i>Citrobacter</i>	15
c.	<i>Klebsiella</i>	16
d.	<i>Enterobacter</i>	16
e.	<i>Serratia</i>	16
f.	<i>Proteus, Morganella, Providencia</i>	16
4.2	Autres germes.....	17
4.2.1	Les bacilles à Gram négatif	17
4.2.2	Les bacilles à Gram positif	17
4.2.3	Les cocci à Gram positif	18

Chapitre 2 : Matériels et méthodes

1	Prélèvement	19
2	Manipulation.....	20
2.1	Etude biochimique	20
2.1.1	Mode d'utilisation.....	20
2.2	Examen macroscopique des urines	21
2.3	Examen cytobactériologique des urines.....	21
2.3.1	Examen cytologique	21
2.3.1.1	Examen qualitatif	21

2.3.1.2	Examen quantitatif « Dénombrement »	22
2.3.2	Examen bactériologique	23
2.3.2.1	Ensemencement des urines	23
2.3.2.2	Dénombrement, observation des cultures et différenciation des colonies.....	24
2.3.2.3	Identification bactérienne	25
2.3.2.3.1	Tests d'orientation	25
a.	Test de l'oxydase	25
b.	Test de la catalase	26
c.	Test de la coagulase	26
2.3.2.3.2	La galerie d'identification biochimique	27
2.3.2.4	Antibiogramme	30

Chapitre 3 : Résultats et discussion

1	Etude biochimique.....	33
2	Examen macroscopique des urines.....	34
3	Examen cyto bactériologique des urines	35
3.1	Examen cytologique.....	35
3.1.1	Examen qualitatif.....	35
3.1.2	Examen quantitatif.....	37
3.2	Examen bactériologiques	39
3.3	Identification bactérienne.....	40
3.3.1	Tests d'orientation.....	40
3.3.2.	La galerie d'identification biochimique	41
3.4	Résultat et interprétation de l'antibiogramme.....	42
4	Résultats épidémiologiques.....	43
4.1	Répartition des résultats selon les cas positifs, négatifs et contaminés.....	43
4.2	Répartition des infections urinaires selon le sexe	43
4.3	Répartition des espèces bactériennes selon le Gram.....	44
4.4	Répartition des souches bactériennes isolées.....	45
4.5	Répartition d' <i>E. coli</i> selon la résistance aux antibiotiques	47
4.6	Répartition de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> selon la résistance aux antibiotique.....	48

4.7	Répartition de <i>Klebsiella pneumoniae</i> selon la résistance aux antibiotiques...	49
4.8	Répartition de <i>Streptococcus spp.</i> Selon la résistance aux antibiotiques	50
	Conclusion	52
	Références bibliographiques	53
	Annexes	

Introduction

L'infection urinaire est l'une des infections bactériennes les plus courantes affectant les humains au cours de leur vie. Elle peut être définie par la présence de microorganismes pathogènes dans les voies urinaires, souvent dues aux entérobactéries. L'infection urinaire est un facteur majeur de résistance aux antibiotiques, car les médicaments antimicrobiens sont souvent prescrits empiriquement (Larabi *et al.*, 2003 ; Sekhsoukh *et al.*, 2008 ; Bouzenoune *et al.*, 2009).

C'est une cause fréquente de morbidité et de mortalité, située en seconde position après les infections respiratoires, elle constitue un vrai problème de santé publique (Larabi *et al.*, 2003 ; Sekhsoukh *et al.*, 2008 ; Bouzenoune *et al.*, 2009).

La survenue d'une infection des voies urinaires varie en fonction de l'âge et du sexe pour cela la plupart des patients touchés sont les personnes âgées et en particulier les femmes quel que soit leurs âges (AFSSAPS, 2008).

L'examen cyto bactériologique des urines (ECBU) est l'examen clé pour diagnostiquer l'infection urinaire, et cela en isolant les microorganismes responsables et en déterminant la sensibilité ou la résistance de ces germes identifiés aux antibiotiques (Abalikumwe, 2004).

Notre travail consiste à identifier les bactéries responsables des infections urinaires. Afin d'atteindre nos objectifs, nous avons procédé à :

- L'isolement et l'identification des bactéries responsables des infections urinaires par :
 - La chimie des urines.
 - L'examen macroscopique des urines.
 - L'examen cyto bactériologique des urines.
 - Etudier le profil de résistance, des bactéries identifiées, aux antibiotiques.
- Etudier l'aspect épidémiologique des infections urinaires.

Chapitre 1

Revue

bibliographique

1 L'appareil urinaire

1.1 Définition et fonction

L'appareil urinaire est un ensemble d'organes assurant l'épuration du sang ainsi que la production est l'élimination de l'urine. Ces organes comprennent les reins, les uretères, la vessie et l'urètre, il se forme et commence à fonctionner avant la naissance (Kouta, 2009) (figure 1).

L'appareil urinaire possède trois fonctions essentielles :

- Le maintien de l'homéostasie (du grec : homios : similaire ; stasis : maintien) de l'eau et des électrolytes qui implique l'existence d'un équilibre entre les entrées et les sorties.
- L'excrétion de nombreux déchets toxiques du métabolisme en particulier les composés azotés qui sont l'urée et la créatinine.
- La réabsorption de petites molécules (acides aminés, glucose et peptides), d'ions (Na, Cl, Ca, Po) et d'eau dans le but de maintenir l'homéostasie sanguine. (Abraham et Kierszenbaum, 2002).

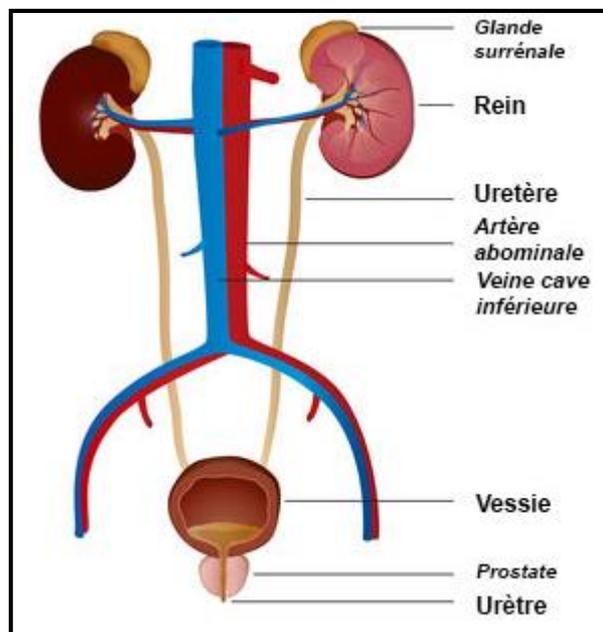


Figure 1 : Appareil urinaire (Castagnola, 2010)

1.2 Les éléments constituant l'appareil urinaire

1.2.1 Haut appareil urinaire

1.2.1.1 Les reins

La forme des reins est celle d'un haricot ; il existe deux reins ; un gauche et un droit. Ils sont situés symétriquement de part et d'autre de la colonne vertébrale, dans la cavité abdominale, les reins occupent une loge appelée la loge rénale.

Leur poids est 140g, mesurent 12cm de long, 6cm de large et 3cm d'épaisseur. Leur coloration est rouge, leur consistance est ferme avec une surface lisse et régulière (Laville et Martin, 2007) (Figure 2).

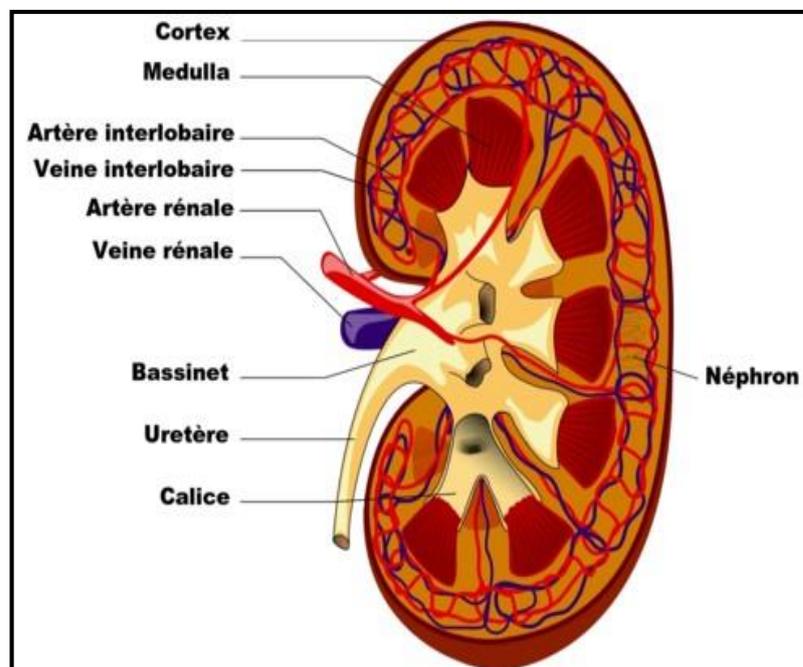


Figure 2 : Anatomie du rein (Jaworski, 2006)

1.2.1.2 Uretère

C'est un canal musculo-membraneux, cylindrique, étendu du bassinets à la vessie. Il mesure 25 à 30cm de long. Ce sont des conduits longs de 22 à 25 cm très fins, avec un diamètre de 3 mm ; L'uretère fait partie du système urinaire, et conduit l'urine des reins vers la vessie (Laville et Martin, 2007).

1.2.2 Appareil urinaire bas

1.2.2.1 La vessie

La vessie est un organe en forme de sac composé de fibres musculo-membraneuses qui stocke l'urine. Il est situé dans la région pelvienne, juste en dessous des reins et juste derrière l'os iliaque. La vessie est reliée aux reins par deux longs tubes appelés uretères. Lorsque l'urine est produite par les reins, elle descend les uretères vers la vessie, où elle est stockée, puis finalement évacuée à l'extérieure par l'urètre (Desgrandchamps *et al.*, 2008).

Le volume général de la vessie humaine varie d'une personne à l'autre, la gamme d'urine pouvant être contenue dans la vessie est d'environ 200 à 500 ml. Au-delà, il y a une problématique, bien que la sensation de besoin urgent de vider la vessie se produise lorsque celle-ci contient 300 à 350 millilitres d'urine (Benabdessadok, 2011).

1.2.2.2 L'urètre

L'urètre est le canal qui transporte l'urine de la vessie vers l'extérieur, reliant la vessie au méat urinaire, l'ouverture par laquelle l'urine sort du corps pendant la miction. Dans ce processus, l'urine est éjectée de la vessie hors du corps, via l'urètre. Cette partie du corps diffère en taille et en forme entre les hommes et les femmes, pour des raisons anatomiques évidentes (Marieb, 2008).

Chez l'homme, il mesure environ 20 centimètres et transporte non seulement l'urine mais aussi le sperme et les sécrétions de la prostate, d'où la raison pour laquelle les infections urinaires sont le plus souvent localisées dans l'urètre et rarement dans la vessie chez l'homme, car les germes ont plus de difficulté à remonter ce canal (Benabdessadok, 2011).

L'urètre féminin est beaucoup plus court (3 à 4,5 centimètres) et plus extensible que le canal correspondant chez les hommes et ne transporte que l'urine et les sécrétions des glandes muqueuses, ce qui facilite la progression des bactéries dans le tube et expliquant l'incidence plus élevée de la cystite chez les femmes (Benabdessadok, 2011).

1.3 Les urines

Ce sont des déchets liquides sécrétés par les reins. L'urine est un liquide clair et transparent qui a normalement une couleur ambrée. Une urine normale est composée principalement d'eau. On y trouve également des sels minéraux tels que du magnésium, du calcium, du chlore, du potassium, du sodium, des sulfates et des phosphates ; la composition de l'urine fait également figurer de l'urée, des acides aminés, des vitamines et de l'acide urique. Il n'y a ni glucose, ni protéines dans des urines normales (Morin, 1998).

1.3.1 Formation de l'urine

Il y a trois étapes impliquées dans le processus de formation d'urine

1.3.1.1 Filtration glomérulaire ou ultrafiltration

Chaque rein contient plus de 1 million de structures minuscules appelées néphrons. Chaque néphron a un glomérule, le site de la filtration du sang.

Le glomérule est un réseau de capillaires entourés d'une structure en forme de capsule, la capsule glomérulaire (ou capsule de Bowman).

Lorsque le sang circule à travers le glomérule, la pression sanguine pousse l'eau et à travers une membrane de filtration dans la capsule ; cette filtration glomérulaire commence le processus de formation d'urine.

La membrane de filtration maintient les cellules sanguines et les grosses protéines dans la circulation sanguine ; le filtrat (le liquide qui a traversé la membrane) s'écoule de la capsule glomérulaire plus loin dans le néphron (Karki, 2017) (Figure 3).

1.3.1.2 Réabsorption sélective

La réabsorption remet les nutriments et l'eau dans la circulation sanguine, lorsque le filtrat passe dans les tubules rénaux, des substances utiles comprenant de l'eau, des électrolytes et des nutriments organiques tels que le glucose, les acides aminés, les vitamines, les hormones, etc. sont réabsorbées sélectivement du filtrat dans le sang (Ramé et Thérond, 2006).

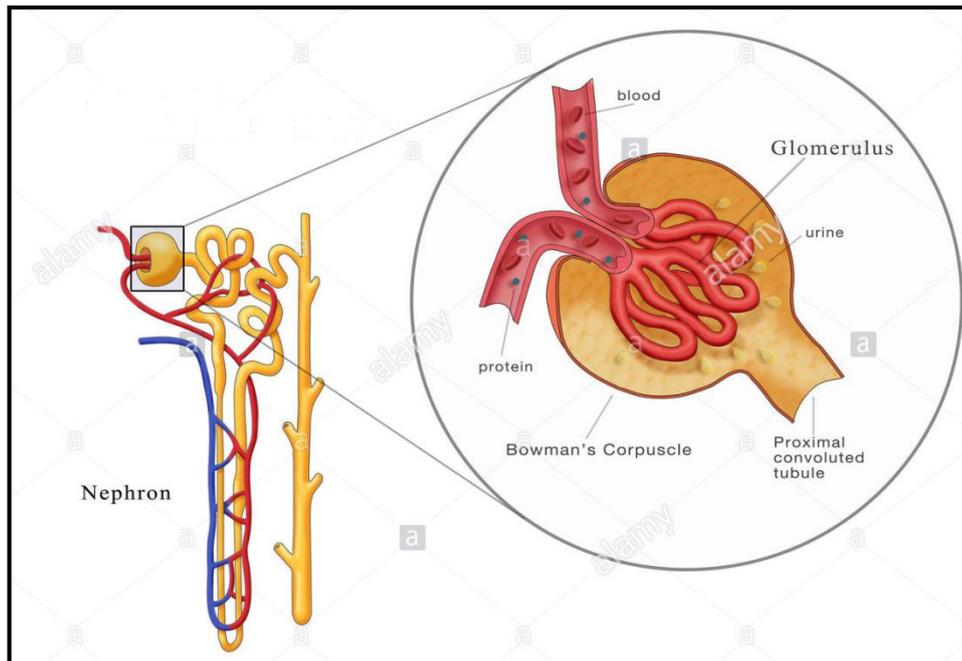


Figure 3 : Structure du néphron (Schroeder, 2018).

1.3.1.3 Sécrétion tubulaire

La sécrétion tubulaire assure que les déchets tels que la créatinine ou l'excès d'ions H^+ ou K^+ excédentaires sont activement sécrétés dans le filtrat à excréter.

Un excès d'ions K^+ est sécrété dans les tubules et en échange l'ion Na^+ est réabsorbé, sinon il provoque une condition clinique appelée hyperkaliémie (un trouble hydro-électrolytique).

La sécrétion tubulaire des ions hydrogène (H^+) est très importante pour maintenir un pH sanguin normal.

Le filtrat tubulaire est finalement connu sous le nom d'urine. L'urine humaine est habituellement hypertonique (Ramé et Thérond, 2006).

1.3.2 Urine normale et anormale

Les caractères généraux des urines normales et anormales sont présentés dans le tableau suivant (Tableau 1).

Tableau 1 : Caractères généraux des urines normales et anormales (Domart et Bournef, 1989).

Caractères	Etat normal	Etat anormal	
		Diminution	Augmentation
Volume	20ml par kg de poids corporel, soit 1300 à 1500 ml par 24h (le plus souvent les examens portent sur la totalité des urines émises pendant 24h)	<p>< 500 ml constitue l'oligurie : S'observe dans toutes les maladies infectieuses.</p> <p>0 ml constitue l'anurie : s'observe en particulier dans l'obstruction biliaire (anurie calculuse).</p>	>2000 ml constitue la polyurie : tous les diabètes, ainsi que dans néphrites interstitielles.
Couleur	Jaune citron plus au moins foncé	Jaune paille ou incolore : néphrite interstitielle chronique	Brun acajou dans le cas d'un ictère ; rouge sanglant dans l'hématurie.
Odeur	Peu prononcée		Odeur de la pomme au cours de l'acétonurie.
pH	5 à 8	S'abaisse (acidité augmentée) chez les diabétiques	Augmente (acidité diminuée) dans les insuffisances rénales.
Air	Chez le sujet normal il n'a pas d'émission d'air au cours de la diurèse		L'émission d'air au cours de la diurèse constitue la pneumaturie, celle-ci le plus souvent à une diverticulite sigmoïdienne qui atteint la vessie

2 Les infections urinaires

2.1 Définitions

L'infection urinaire est définie comme étant une colonisation microbienne (bactériurie significative) de l'arbre urinaire.

Une infection des voies urinaires est une infection qui peut survenir dans n'importe quelle région des voies urinaires, y compris les uretères, la vessie, les reins ou l'urètre ; Les infections de la vessie (cystite) et les infections de l'urètre (urétrite) sont les plus fréquentes (Schmiemann *et al.*, 2013).

L'infection des voies urinaires est un problème commun diagnostiqué et traité, classée au deuxième rang des infections acquises dans la collectivité après les infections des voies respiratoires, et au premier rang des infections nosocomiales (AFSSAPS, 2008). Les symptômes et les signes d'une infection des voies urinaires comprennent habituellement des douleurs ou brûlures en urinant (lors de la miction) (dysurie), sentiment de vidange incomplète de la vessie, perte de contrôle de la vessie (incontinence urinaire), ainsi d'une sensation de pression ou de douleur dans le bas-ventre ou le bassin, urine laiteuse, trouble, rougeâtre ou de couleur foncée avec odeur nauséabonde, fièvre et frissons.

Les infections urinaires (IU) surviennent le plus souvent chez les femmes; environ 50% de toutes les femmes ont une infection urinaire au cours de leur vie, tandis que le risque est moindre chez le sexe masculin (Cunha, 2017).

2.2 Classification des infections urinaires

2.2.1 Bactériurie asymptomatique

Un certain nombre de bactéries non pathogènes sont capables de se développer dans l'urine ; La présence bactérienne est fréquente chez les personnes asymptomatiques et peut correspondre à une colonisation commensale (Gleckman *et al.*, 1979) .

Une colonisation commensale doit être différenciée de l'infection du tractus urinaires. Bien qu'elle nécessite une stratégie de traitement appropriée, la bactériurie asymptomatique spontanément développée peut même avoir un effet protecteur contre les infections symptomatiques causées par d'autres bactéries, et ne doit pas être traitée (Cai *et al.*, 2012).

2.2.2 Infections urinaires aiguës non compliquées

Ce groupe comprend des épisodes sporadiques ou récurrents de cystite aiguë et de pyélonéphrite aiguë chez des personnes par ailleurs en bonne santé comprenant les facteurs de risque (tels que les femmes pré-ménopausées en bonne santé, carence hormonale chez les femmes ménopausées, prématurité, nouveau-né ...) (Mondor, 2004 ; AFSSAPS, 2008 ; Grabe *et al.*, 2015).

2.2.3 Infections urinaires compliquées

Une infection urinaire compliquée est une infection associée à une anomalie structurelle ou fonctionnelle du tractus génito-urinaire ou à la présence d'une maladie sous-jacente qui augmente le risque d'un résultat plus grave ou d'un échec thérapeutique (Brandstätter *et al.*, 2013).

Dans une infection urinaire compliquée, une bactériurie significative est définie par des numérations $\geq 10^5$ UFC / ml et $\geq 10^4$ UFC/ ml dans un échantillon d'urine des femmes et des hommes, respectivement (Rubin *et al.*, 1992 ; Rossant *et al.*, 2010).

2.2.4 Infections récurrentes des voies urinaires

Les infections urinaires récidivantes sont fréquentes chez les jeunes femmes en bonne santé, même si elles ont des voies urinaires anatomiquement et physiologiquement normales (Hooton, 2001).

Une numération des colonies $\geq 10^3$ UFC / ml d'uropathogènes est considérée comme diagnostique, et un traitement antibiotique est habituellement recommandé (Fougère *et al.*, 2012 ; Grabe *et al.*, 2015).

2.3 Les types d'infection urinaire

2.3.1 Les infections du bas appareil urinaire

2.3.1.1 La cystite

La cystite est une infection localisée à la vessie, le plus souvent d'origine bactérienne, bénigne, toujours l'infection ce fait par voie ascendante. Souvent elle est due à une infection par *Escherichia coli* présente dans l'intestin. Plus rarement, peut être due au champignon *Candida albicans* (candidose) (Mohammedi, 2013).

2.3.1.2 La prostatite

C'est l'infection aiguë ou chronique, de la prostate (glande située sous la vessie, présente uniquement chez l'homme). Dans certains cas de prostatite chronique, on ne retrouve pas de germe causal aux examens, On parle alors de prostatite chronique non bactérienne (Pilly, 2008).

2.3.2 Les infections du haut appareil urinaire

2.3.2.1 La pyélonéphrite

Infection bactérienne des reins, la pyélonéphrite peut être aiguë ou chronique, et elle est le plus souvent due à l'ascension des bactéries de la vessie jusqu'aux uretères pour infecter les reins.

Les symptômes comprennent une douleur de flanc (côté), de la fièvre, des frissons, des urines parfois malodorantes, un besoin fréquent et urgent d'uriner et un malaise général, la sensibilité est provoquée en tapotant doucement le rein avec un poing (percussion).

Le diagnostic se fait par analyse d'urine, qui révèle des globules blancs et des bactéries dans l'urine ; Habituellement, il y a aussi une augmentation des globules blancs circulants dans le sang. Le traitement implique l'utilisation d'antibiotiques appropriés (Mohammedi, 2013).

3 Facteurs favorisant l'apparition des infections urinaires

3.1 Facteurs liés aux bactéries

Dans la plupart des cas, les infections urinaires sont causées par des bactéries à Gram négatif provenant de la flore intestinale (Relman et Falkow, 2009).

Les pathogènes primaires ont une moindre capacité à provoquer des maladies et sont également fréquemment trouvés comme colonisateurs de la flore urétrale.

Les uropathogènes secondaires sont des microorganismes ayant une capacité indépendante avérée à provoquer une infection urinaire (tableau 2).

Tableau 2 : Caractéristiques des uropathogènes primaires et secondaires (Köves et Wullt, 2016)

	Uropathogènes	Remarques /observation	
Uropathogènes primaires			
Gram négatives	<i>Escherichia coli</i>	-70-95% des infections urinaires non compliquées -Les bactéries modèles dans la recherche des infections urinaires	
	<i>Proteus mirabilis</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i>	-2-5% des infections urinaires non compliquées. -augmente chez les patients présentant des facteurs de complication. - Peut être associé à la formation de struvite (calcul rénale) .	
Gram positives	<i>Staphylococcus saprophyticus</i> <i>Enterococcus faecalis</i>	-5-10% des infections urinaires non compliquées, principalement chez les jeunes femmes sexuellement actives.	
	<i>Enterococcus faecalis</i>	-Peut causer une infection urinaire sporadique non compliquée. -associée à des transplantations ou à des infections associées à un cathéter.	
Uropathogènes secondaires			
Gram négatives	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-Responsable des infections urinaires compliquées -infections urinaires nosocomiales	
	<i>Serratia marcescens</i> <i>Providencia stuartii</i> <i>Citrobacter spp</i> <i>Enterobacter cloacae</i>	-Uropathogènes peu fréquents, peu virulents, habituellement observés chez les patients dont les conditions sont compromises	
	Gram positives	<i>Staphylococcus aureus</i>	-Surtout chez les patients immunodéprimés; peut causer une infection urinaire hémotogène.
	Autres	<i>Candida spp</i>	-Habituellement associé à une immunosuppression ou après un traitement antibiotique causant des perturbations écologiques de la flore génitale

Chez les patients ayant des voies urinaires intactes et sans facteurs compromettants, les agents pathogènes primaires jouent principalement le rôle principal, mais chez les patients compliqués, immunodéprimé ou hospitalisés, les bactéries infectantes vont dans le sens de pathogènes secondaires.

La sévérité d'une infection est en fonction de la résistance de l'hôte et de la virulence de la souche infectante (Köves et Wullt, 2016).

3.1.1 virulence bactérienne

Les facteurs de virulence se réfèrent aux propriétés qui permettent à un micro-organisme de s'établir et de se répliquer sur ou au sein d'une espèce hôte spécifique, tout en améliorant son potentiel à causer la maladie (AFSSAPS, 2008 ; Relman et Falkow, 2009).

Les bactéries virulentes peuvent également produire des molécules qui inhibent activement la réponse immunitaire de l'hôte, améliorant ainsi la persistance bactérienne et les lésions tissulaires (Hacker *et al.*, 1990 ; Bettelheim, 1997).

Les facteurs de virulence agissent collectivement et peuvent être activés ou désactivés au cours de l'infection (Johnson, 1991 ; Laville et Xavier, 2003).

3.1.1.1 Facteurs d'adhésion

L'adhérence bactérienne à la surface uroépithéliale est médiée par des organelles ressemblant à des fimbriae, exprimées sur la surface des cellules bactériennes, qui sont considérées comme un facteur de virulence critique (Hagberg *et al.*, 1981 ; Mainil, 2003).

3.1.1.2 Flagellation

Les flagelles sont des structures filamenteuses attachées à la surface des bactéries. Le filament flagellaire est un polymère de sous-unités de flagelline qui est mis en rotation par un appareil moteur dans la membrane plasmique, augmentant ainsi la motilité bactérienne (Berg, 2003).

Les flagelles augmentent la virulence bactérienne en fournissant un avantage sélectif contre les nutriments dans l'urine et en améliorant ainsi la dissémination bactérienne dans les voies urinaires supérieures (Lane *et al.*, 2007).

3.1.1.3 Lipopolysaccharide (LPS)

Le LPS est une partie importante de la membrane externe des bactéries Gram négatives, dans le cas des infections à Gram négatif, le LPS est un très puissant inducteur de l'inflammation de l'hôte et la principale cause du choc septique à Gram négatif (Dobrindt et Hacker, 2010).

3.1.1.4 Toxines

Les toxines bactériennes favorisent l'infection en endommageant directement les tissus de l'hôte ou en désactivant le système immunitaire (Millemann, 1998 ; Dobrindt *et al.*, 2010).

3.1.1.5 Biofilm

Un biofilm est une communauté structurée de micro-organismes encapsulés dans une matrice polymérique adhérant à une surface (Tenke *et al.*, 2014).

Dans les voies urinaires, la formation de biofilm confèrent aux bactéries une résistance envers la réponse immunitaire, et également une résistance à des concentrations importantes d'antibiotiques. La formation de biofilm joue un rôle majeur dans la colonisation des corps étrangers dans les voies urinaires tels que les cathéters et les stents. Les bactéries présentes dans les biofilms adhèrent et colonisent régulièrement à la surface des corps étrangers même en présence d'antibiotiques, créant ainsi la base de la bactériurie liée au cathéter, qui est considérée comme universelle dans le cathétérisme à long terme (Hancock *et al.*, 2007 ; Tremblay *et al.*, 2014).

3.1.1.6 Systèmes de sidérophores

La capacité des bactéries à obtenir le fer nécessaire à leur croissance est à leur prolifération dans un organisme est considérée comme un déterminant de virulence important. Parce que l'urine contient très peu de fer, les bactéries expriment différents

sidérophores qui récupèrent le fer de l'environnement pour surmonter la limitation de fer dans l'hôte (Foxman *et al.*, 1995 ; Dobrindt et hacker, 2010).

3.2 Facteurs liées à l'hôte

3.2.1 Chez les deux sexes

- Les facteurs mécaniques : Le phénomène de stase (occasionné par une grossesse, pose d'une sonde urinaire, anomalie congénitale de la vessie, présence d'obstacles sur les voies excrétrices) entraîne le changement des conditions physico-chimiques qui deviennent favorables pour le développement et la multiplication des germes.
- Les facteurs histologiques : Toute lésion des muqueuses du tractus urinaire favorise la fixation du germe et son implantation.
- La présence d'une glycosurie : La présence de glucose favorise la multiplication bactérienne. C'est l'un des facteurs favorisant l'apparition des infections urinaires chez les diabétiques et les femmes enceintes.
- Une prédisposition génétique : La nature et le nombre des récepteurs d'adhésions bactériennes présents à la surface de la muqueuse varient d'un individu à un autre. C'est pourquoi certains individus sont plus sensibles aux infections urinaires (Fraperie et Maye-Lasserre 2016).

3.2.2 Chez la femme

- La proximité du méat urétral de l'anus et du vagin favorise sa colonisation.
- L'urètre court : les bactéries atteignent plus facilement la vessie.
- Le pH vaginal chez la femme ménopausée ou la femme enceinte est moins acide, ce qui favorise la colonisation du vagin par des bactéries de la flore intestinale (*Escherichia coli* et autres entérobactéries). Ces germes peuvent ensuite progresser vers le méat urétral.
- Les rapports sexuels favorisent la colonisation de l'urètre par les germes commensaux du vagin.
- La grossesse provoque des phénomènes de stase (Schaeffer, 1992 ; SPILF et AFU, 2002).

3.2.3 Chez l'homme

- Avec l'âge, l'hypertrophie prostatique (physiologique ou cancéreuse) ainsi que la diminution des sécrétions acides prostatiques (naturellement bactéricides), augmentent le risque d'infection (Johnson, 1991 ; SPILF et AFU, 2002).

4 Les germes responsables des infections urinaires

4.1 Les bacilles à Gram négatifs

4.1.1 Les entérobactéries

La plupart des infections du tractus urinaire sont dues à la propagation par voie ascendante des bactéries d'origine intestinale d'où la prédominance des entérobactéries au sein desquels (Boutoille, 2011).

a. Escherichia coli

La bactérie *Escherichia coli* est souvent responsable de 60 à 80% d'infections urinaires, elle fait partie des bactéries à Gram négatif (BGN), catalase +, oxydase – avec un type respiratoire aérobie anaérobie facultatifs (AAF), elle est non exigeante et se cultive sur gélose ordinaire (Avril *et al.*, 2000).

Elle est présente dans l'intestin des êtres humains souvent inoffensifs et ne provoque aucun symptôme, au contraire elle empêche d'autres bactéries de coloniser la flore intestinale et d'engendrer des maladies. Certaines sont en revanche pathogènes et provoquent des troubles intestinaux (Hamburger, 1979).

b. Citrobacter

Le genre *Citrobacter* comprend deux espèces fréquemment isolés dans laboratoire de bactériologie : *Citrobacter freundii* et *Citrobacter koseri*.

Les *Citrobacter* sont des bactéries commensales du tube digestif de l'homme, plus rarement isolée d'urine et de pus. Ils peuvent se comporter comme des pathogènes opportunistes dans des cas d'infection urinaire (Sougakoff et Trystram, 2003).

c. *Klebsiella*

Ce sont des *Enterobacteriaceae*, immobiles, entourés d'une capsule polysaccharidique. Fréquemment isolées dans les infections urinaires mais aussi dans les infections de plaie (Murray *et al.*, 1999).

Les espèces les plus répandues sont : *K. pneumoniae* ; *K. oxytoca* (bactéries ubiquistes) (Janda et Abbott, 1998).

d. *Enterobacter*

Ce sont des entérobactéries mobiles qui poussent rapidement sur tous les milieux d'isolement pour bacilles Gram négatif. Le genre *Enterobacter* comprend plusieurs espèces mais les plus importants sont *E. cloacae* ; *E. aerogenes* ; *E. gergoviae*. Les *Enterobacter* sont habituellement résistants aux céphalosporines (Starr *et al.*, 1981).

e. *Serratia*

Le genre *Serratia* comprend 8 espèces, dont les espèces *S.marcescens* et *S.liquefaciens* sont les plus souvent rencontrés. Certaines souches produisent un pigment rouge (prodigiosine).

Serratia marcescens est fréquemment isolée en particulier en milieu hospitalier en raison de sa multirésistance aux antibiotiques. Elle est considérée comme l'agent de nombreuses infections nosocomiales « pathogène opportuniste », principalement des infections urinaires ou respiratoires (Berche *et al.*, 1991).

f. *Proteus, Morganella, Providencia*

Les bactéries de ce groupe sont subdivisées en 3 genres : *Proteus*, *Morganella* et *Providencia* ; les principales espèces sont : *Proteus mirabilis* et *P. vulgaris* ; *Morganella morganii* ; *Providencia rettgeri*, *P. stuartii* et *P. alcalifaciens*. Toutes ces espèces possèdent des enzymes (déaminases) dont sont dépourvues les autres *Enterobacteriaceae*, ce qui constitue donc un test idéal pour leur identification (Carbonnelle *et al.*, 1987).

Ils sont souvent responsables d'infections urinaires. *P. mirabilis* est la plus fréquente, elle possède une uréase très active ce qui provoque une forte alcalinité des urines (Avril *et al.*, 2000).

4.2 Autres germes

4.2.1 Les bacilles à Gram négatif

Pseudomonas aeruginosa est responsable des infections urinaires iatrogènes, résultant d'une contamination par manœuvres instrumentales endo-urinaires (sonde à demeure, urétrocystoscopie) (Richard et Keredjian, 1995).

4.2.2 Les bacilles à Gram positif

Les caractères généraux des principaux bacilles à Gram positif sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Les bacilles à Gram positif (Pilet *et al.*, 1983)

			Bacilles à Gram +			
			<i>Listeria</i>		<i>Clostridium perfringens</i>	
Oxydase			-		-	
Catalase			+		-	
Aspect des colonies sur milieu solide			Moyennes translucides « opaques »		Colonies lenticulaires avec dégagement de gaz	
Pigmentation			-	-	Grisâtre au centre	-
Colonie	Milieu					
Consistance			homogène		Homogène	
Bords			Souvent dentelés		Réguliers	
Surface			Relativement lisse		Lisse	
Forme générale			Légèrement bombée		Ronde	
Diamètre après 24h à 37°C			1 à 1.5 mm		1 à 2 mm	
Fermentation			-		+	+
Raf*	Mel*	Tre*				

*Raf : Raffinose, Mel : Mélibiose; Tre : Tréhalose.

4.2.3 Les cocci à Gram positif

Les infections urinaires à cocci à Gram positif sont rares. Ce sont les Staphylocoques aérobies anaérobies facultatifs, qui possèdent une catalase, généralement ils sont regroupés en amas (Pilet *et al.*, 1983).

Les Staphylocoques à coagulase négative regroupent *S. saprophyticus*, *S. haemolyticus* et *S. epidermidis* alors que les Staphylocoques à coagulase positive regroupent *S. aureus*. Les Streptocoque des groupes D (Entérocoque), G et B sont surtout rencontrés lors d'infection urinaire iatrogène (Pilet *et al.*, 1983).

Chapitre 2

Matériel et méthodes

Notre travail a été effectué au niveau du laboratoire de Bactériologie de L'Etablissement Hospitalo-Sanitaire (EHS) DAKSI de Constantine.

1 Prélèvement

Les conditions de recueil de l'urine doivent être optimales pour que le résultat de l'examen cytot bactériologique des urines (ECBU) soit fiable ; la qualité du prélèvement conditionne la qualité et l'interprétation de l'examen

Le recueil des urines a lieu avant tout traitement anti-infectieux, de préférence matin mais surtout la vessie étant assez pleine. Une toilette intime doit être réalisée avant le recueil des urines (nettoyage du méat urinaires avec un antiseptique). L'élimination de la première partie de la miction (environ les premiers 20 ml) et récolte du milieu de la miction. Le prélèvement doit être accueilli et réalisé avec du matériel stérile à usage unique pour éviter sa contamination par des bactéries de l'environnement.

Lorsque le patient ne peut coopérer, l'urine peut être récoltée par sondage « aller-retour » chez la femme ou par mise en place d'un collecteur pénien chez l'homme.

Lorsqu'une sonde vésicale est en place, celle-ci doit être clampée une dizaine de minutes et l'urine est récupérée par ponction de l'opercule de la sonde après l'avoir désinfecté (Moulin et Peraldi, 2016).

L'acheminement de l'échantillon, au laboratoire, doit être rapide ou bien conservé à 4°C jusqu'à son acheminement (Bruyère et Cariou, 2008).

Tout prélèvement accueilli doit être accompagnée par un numéro qui se réfère à l'âge, le sexe, le nom et le prénom, le cas du patient ainsi que la date du prélèvement.

2 Manipulation

2.1 Etude biochimique

La chimie des urines est un test d'orientation réalisé par bandelettes réactives qui permettent une détection rapide des changements de multiples paramètres biologiques facilitant ainsi le diagnostic (Moulin et Peraldi, 2016).

Il s'agit d'une languette comportant plusieurs carrées de papier buvard imprégnés de réactifs changeant de couleur en fonction de la présence de certains composants dans l'urine.

Les bandelettes réactives détectent :

- Le leucocyte estérase produite par les polynucléaires neutrophiles présents dans l'urine ; le seuil de sensibilité est de 10^4 leucocytes /ml.
- Les nitrites qui témoignent de la présence de bactérie, essentiellement les entérobactéries, qui expriment une nitrate réductase capable de transformer les nitrates en nitrites ; le seuil de détection des nitrites est assez élevé, correspondant très approximativement à 10^5 unités formant colonie (UFC) /ml (plus bas sur certaines bandelettes urinaires) ceci explique donc que les nitrites puissent être absents en cas de faible bactériurie (Ait Miloud, 2011).
- Le pH urinaire est acide ; donc une variation vers l'alcalinisation indique une croissance bactérienne
- Les protéines qui révèlent un dysfonctionnement rénal
- Le glucose

La bandelette urinaire ne peut pas être utilisée pour le dépistage d'une bactériurie chez un patient porteur de sonde par contre son utilisation chez des patients non sondé reste une méthode fiable sous réserve de respect des conditions d'utilisation de la bandelette (Vildé *et al.*, 2002).

2.1.1 Mode d'utilisation

La bandelette doit être trempée dans l'urine fraîchement émise, dans un récipient propre mais pas nécessairement stérile ; on laisse agir quelque seconde puis on lit en comparant les carrés de papier buvard imprégnés avec l'échelle colorimétrique (tableau 4 et annexe 1).

Tableau 4 : Le temps de lectures des paramètres analysés par les bandelettes urinaires (Sekhri, 2014).

Temps de lecture	30 secondes	40-45 secondes	60 secondes	120 secondes
Paramètres	ASC, GLU, BIL	KET, SG	BLO, PH, PRO, URO, NIT	LEU

ASC: Acide ascorbique ; GLU: Glucose ; BIL: Bilirubine ; KET : Cétone ; SG : Densité ; BLO: Sang ; PRO: Protéine; URO: Urobilinogène; NIT: Nitrite; LEU: Leucocytes

2.2 Examen macroscopique des urines

L'examen macroscopique commence par une homogénéisation du tube par retournement, ensuite l'aspect de l'urine est noté comme suit :

- Trouble /légèrement trouble /clair.
- Couleur (jaune citron, ambrée, ictérique, hématurique, colorés par des médicaments)
- Odeur (El Manni *et al.*, 2004).

2.3 Examen cyto bactériologique des urines

2.3.1 Examen cytologique

2.3.1.1 Examen qualitatif

- **Observation microscopique à l'état frais**

Après avoir bien homogénéisé l'échantillon de l'urine, une goutte est déposée à l'aide d'une pipette Pasteur au centre d'une lame de verre propre, puis une lamelle est placée au-dessus, l'observation est faite au microscope à l'objectif $\times 40$.

Cet examen permet d'observer et d'apprécier plusieurs éléments présents dans les urines tels que : les leucocytes, les hématies, les cellules épithéliales, les formes anormales « cristaux », ainsi que la présence ou l'absence des cellules bactériennes, la mobilité, la forme et disposition bactérienne.

- **Observation microscopique après coloration de Gram**

C'est la coloration la plus utilisée dans la bactériologie, elle permet la classification des bactéries en deux grands groupes : les bactéries à Gram positif et à Gram négatif.

Tout d'abord un frottis doit être préparé avant la coloration, en déposant une fine couche d'échantillon à l'aide d'une pipette Pasteur sur une lame. Celle-ci est ensuite fixée à la chaleur (quelques passages sur la flamme du bec bunsen).

Une fois le frottis préparé, quelques gouttes du cristal violet (annexe 2) (ou violet de gentiane) sont déposés sur le frottis à l'aide d'une pipette Pasteur. En le laissant agir 60 secondes puis un rinçage délicat du violet de gentiane est effectué sous le robinet à jet réduit, par la suite une pipette est utilisée pour verser la solution du Lugol (annexe 2) sur la lame, en laissant reposer 30 secondes jusqu'à une minute. Puis un rinçage délicat est réalisé. Une décoloration par l'alcool est faite, Cela doit en principe prendre dix secondes maximum. Puis au dernier lieu une recoloration par la fuchsine (annexe 2) est réalisée pendant une durée de 60 secondes, ce qui va permettre la différenciation entre les bactéries à Gram négatif et celles à Gram positif. Un rinçage puis un séchage de la lame par un papier buvard sont effectués, puis à la fin une observation microscopique est faite à l'objectif $\times 100$ après avoir ajouté de l'huile d'immersion.

Généralement les bactéries sont classées en fonction de leur apparence sous microscope et de leur mode de regroupement, en cocci (rondes ou à coque) ou en bâtonnets (cylindriques), en amas, en paires, isolé, ou en chainettes...etc. Les bactéries à Gram positif sont colorées en violet, alors que les bactéries à Gram négatif sont colorées en rose.

2.3.1.2 Examen quantitatif « Dénombrement »

Il consiste à quantifier les hématies, les leucocytes, et les bactéries.

Après avoir bien homogénéisé l'échantillon, une goutte d'urine est prélevée et déposée à l'aide d'une pipette Pasteur sur la zone centrale de la lame, puis une préparation du frottis est faite par fixation à la chaleur (passage sur la flamme du bec bunsen). Une fois le frottis préparé une coloration par le bleu de méthylène (annexe 2)

est effectuée (en laissant agir 5 à 10 minutes), puis un lavage est réalisé pour se débarrasser de l'excès du colorant, le séchage est fait par un papier buvard, puis à la fin l'ajout de l'huile d'émersion est nécessaire pour une observation microscopique à objectif $\times 100$.

Le dénombrement se fait par champ :

- Si la lame est trop chargée, 5 champs au maximum seront sélectionnés (tableau 5).
- Si la lame est moins chargée voir vide, 10 champs au minimum seront sélectionnés (tableau 5).

Une moyenne des champs est calculée en appliquant la règle suivante :

$$\frac{\text{la somme des hématies / leucocytes / bactéries trouvés dans tous les champs}}{\text{nombre de champs}}$$

Tableau 5 : La concordance champs microscopique /mm³/ml

Numération D'éléments /champs	Numération D'élément /mm ³	Numération D'élément /ml
1/100	10	10.000
1/10	100	100.000
1/champs	1000	1000.000
10/champs	10.000	10.000.000
100/champs	100.000	100.000.000
1000/champs	1000.000	1000.000.000

2.3.2 Examen bactériologique

2.3.2.1 Ensemencement des urines

Avant chaque ensemencement une homogénéisation des tubes contenant l'urine est obligatoire, ensuite une mise en culture de l'urine par la méthode de l'anse calibrée est effectuée. Cette technique est basée sur l'utilisation d'une anse calibrée à 10 μ l pour ensemenecer les géloses nutritives (GN) et sélectives (BCP) (Annexe 3) ; le prélèvement de la goutte avec l'anse est fait verticalement. Une fois la goutte est prélevée un ensemencement par stries sur la boîte est effectué. Dans un premier temps une strie

centrale estensemencée puis perpendiculairement un isolement de haut en bas de la boîte est réalisé où les dernières stries sont légèrement desserrés. Une fois l'ensemencement est terminé les boîtes de Pétrie sont incubées à l'étuve réglée à 37°C pendant 24 heures (figure 4).

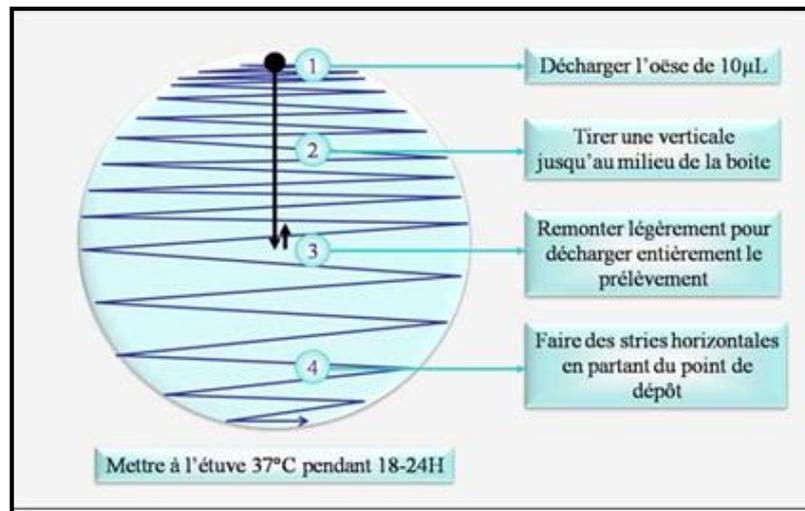


Figure 4 : Ensemencement d'une urine par la méthode de l'anse calibrée (Delsarte, 2010).

2.3.2.2. Dénombrement, observation des cultures et différenciation des colonies

L'analyse quantitative de la bactériurie peut être réalisée soit par la dilution des urines, soit par la technique de l'anse calibrée. Un milieu de culture estensemencé à partir de l'urine homogénéisée. Dans cette étude, on a utilisé la technique de l'anse calibrée pour dénombrer les colonies. Le milieu le plus utilisé est la GN, la majorité des bactéries responsables de l'infection urinaire peuvent être cultivées sur ce milieu tel que les bacilles, les cocci et aussi les levures. On utilisera une gélose au sang s'il y a soupçon de bactéries exigeantes.

L'ensemencement est réalisé en prélevant une goutte de l'échantillon à l'aide d'une anse de platine etensemencé sur la surface de la GN.

Après incubation, quelques paramètres doivent être notés tels que : la présence ou l'absence des colonies, l'aspect des colonies, l'émission des pigments et le virement de couleur du milieu de culture (généralement à cause de la dégradation des sucres qui acidifie le milieu en présence d'un indicateur de pH).

L'observation macroscopique des cultures se fait en décrivant la forme et la taille des colonies, l'opacité et l'aspect de la surface, ainsi que la consistance et la pigmentation des colonies.

2.3.2.3 Identification bactérienne

L'identification de la bactérie est menée en fonction de la morphologie des colonies, et des premiers caractères biochimiques d'orientation, propres à chaque espèce (production d'une catalase, d'une oxydase, fermentation de certains sucres, etc.) (Guillaume, 2004).

2.3.2.3.1 Tests d'orientation

a. Test de l'oxydase

La recherche de l'oxydase est un test fondamental pour l'identification des bacilles à Gram négatif.

Tout d'abord un disque de papier filtre est imprégné d'une goutte de réactif et déposé sur une lame propre. Une colonie parfaitement isolée est prélevée avec une pipette Pasteur, puis écrasée sur le disque pendant une dizaine de secondes, l'observation des résultats est immédiate.

Si le papier présente une tache violette c'est-à-dire le substrat a été oxydé, donc la bactérie possède une oxydase. Si le papier reste incolore c'est-à-dire qu'il n'y a pas eu de réaction, la bactérie ne possède pas donc l'enzyme (figure 5).

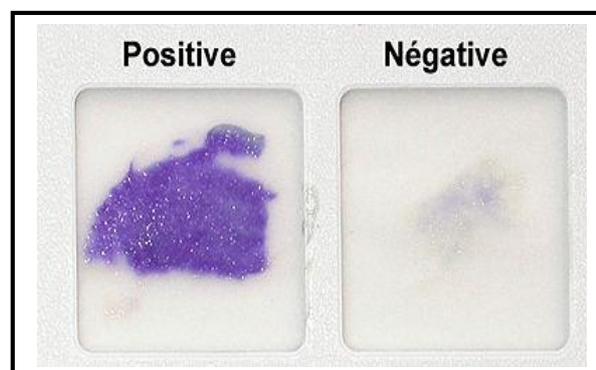


Figure 5: Test de l'oxydase (Wikimedia, 2010)

b. Test de la catalase

Ce test est à la base de l'identification des bactéries à Gram positif. Tout d'abord une goutte d'eau oxygénée à 10 volumes est déposée sur une lame propre et sèche. Ensuite l'inoculum bactérien est ajouté à l'aide d'une pipette Pasteur boutonnée. Les résultats sont observés immédiatement.

Si la souche est catalase positive il y'aura un dégagement gazeux dû à la production d'O₂ provenant de la dégradation d'H₂O₂. Si la souche est catalase négative il y'aura donc absence de dégagement gazeux dû à l'absence de production d'O₂ provenant de la dégradation d'H₂O₂ (figure 6).



Figure 6: Test de la catalase (Sagar, 2015)

c. Test de la coagulase

Ce test est utilisé pour l'identification des Staphylocoques. Tout d'abord dans un tube à hémolyse stérile, 0,5 ml de plasma sont introduits, puis 0,5 ml d'une culture en bouillon sont additionnés à la souche à étudier. Ensuite une homogénéisation puis incubation à 37°C est effectuée pendant 2 heures. (Pour éviter un faux négatif, à cause de l'émission de la fibrinolyse qui élimine le caillou) ; l'incubation peut être allongé jusqu'à 24 heures. Si le plasma coagule en moins de 24h, le germe possède une coagulase (figure 7).

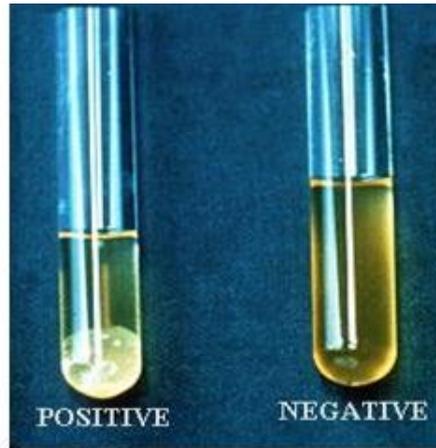


Figure 7 : Test de la coagulase (Al khulaifi, 2018)

2.3.2.3.2 La galerie d'identification biochimique

La galerie API® (Appareillage et Procédé d'Identification) est un ensemble de petits tubes prêts à l'emploi permettant l'identification de microorganismes par la réalisation rapide et facile de tests biochimiques miniaturisés.

Dans notre étude on a utilisé 4 différents types de galeries API qui sont résumés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Les différents types de Galeries API

Galerie	Utilisation
API 20E	Entérobactéries
API 20 NE	Bacille à Gram négatif oxydase positif (<i>Pseudomonas</i>)
API 20 Staph	Pour les staphylocoques
API 20 Strep	Pour les streptocoques

Le choix de la galerie se fait après isolement et vérification de l'appartenance de la souche à identifier :

- soit à la famille des *Enterobacteriaceae*, donc sont ceux qui font parties des bacilles à Gram négatif (BGN), producteurs de la catalase et réducteurs des nitrates en nitrites et qui ne possèdent pas du cytochrome oxydase c ;
- soit à la famille des *Pseudomonaceae* qui sont des BGN à oxydase positive, producteurs souvent de pigments diffusables,

- ou à la famille des *Staphylococcaceae* qui font parties des Gram positif, oxydase négative, catalase positive et qui sont généralement regroupés en amas ou en tétrade ;
- ou bien à la famille des *Streptococcaceae* qui sont des cocci à Gram positif et qui se présentent de manière isolée, en paire (diplocoque) et en courtes chainettes, avec une catalase négative.

Après avoir choisi la galerie adéquate, le fond et le couvercle de la boîte d'incubation sont réunis. Quelques millilitres d'eau distillée sont répartis dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide, la galerie est déposée ensuite dans la boîte d'incubation.

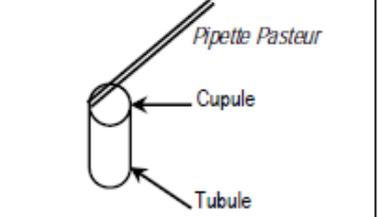
Pour la préparation de l'inoculum, on utilise un tube contenant 5ml d'eau physiologique stérile ou d'eau distillée stérile. On prélève une seule colonie bien isolée sur milieu gélosé en utilisant des cultures jeunes (18 à 24 heures) et on réalise une suspension bactérienne en homogénéisant soigneusement les bactéries dans le milieu (opacité 0.5 sur l'échelle de Mac Farland).

On introduit la suspension bactérienne dans les tubes de la galerie à l'aide de la même pipette (pour éviter la formation de bulle au fond des tubes, on fait poser la pointe de la pipette sur le côté de la cupule, et en inclinant légèrement la boîte d'incubation vers l'avant).

Selon les tests, certaines cupules sontensemencées entièrement, d'autres sont seulementensemencées dans la partie anaérobie. L'huile de vaseline stérile est ajoutée dans certains tubes pour réaliser le test en anaérobiose (tableau 7).

Dans le cas d'une galerie API Strep, l'inoculation doit se faire avec une suspension dense (opacité supérieure à 4 sur l'échelle de Mc Farland) dans la première moitié de la galerie (tests VP à ADH), tandis que les tests de fermentations sont inoculés avec un milieu enrichi (contenant un indicateur de pH) qui réhydrate les sucres.

Tableau 7 : Manière d'inoculation de la Galerie API

Remplissage des tubules et des cupules des tests encadrés 	<p data-bbox="1043 322 1353 358">Remplissage des tubes :</p>  <p data-bbox="1050 638 1406 719">Remplir en posant la pipette contre la paroi de la cupule.</p>
Remplissage des tubules des tests soulignés  puis remplissage des cupules avec l'huile de paraffine, pour créer l'anaérobiose.	
Remplissage uniquement des tubules des tests restants	

La lecture des différentes galeries doit se faire en se référant aux tableaux de lectures (galerie API 20E, galerie API 20NE, galerie 20Staph, galerie API 20Strep) (annexe 5). La lecture de quelques tests nécessite l'addition des réactifs.

Pour la détermination du profil numérique les tests sont groupés par triplet de gauche à droite. Un test vaut :

Négatif	Positif		
0	1 ^{er} du triplet	2 ^{ème} du triplet	3 ^{ème} du triplet
	1	2	4

Il faut ensuite additionner les trois valeurs obtenues pour obtenir le code du triplet (Seul huit valeurs, de 0 à 7, sont possibles). Un code à sept chiffres est obtenu par lecture des codes des triplets de gauche à droite. Ce code, comparé à ceux référencés dans la base de données gérée par le fabricant (soit sous forme d'un catalogue analytique où la recherche du profil numérique est faite à partir de la liste des profils, soit sous forme du logiciel d'identification API web TM où le profil numérique à 7 chiffres est écrit manuellement à l'aide du clavier.), permet l'identification de la bactérie.

2.3.2.4 Antibiogramme

Un antibiogramme est une méthode d'analyse qui a pour but de déterminer la concentration minimale d'inhibition (CMI) de la croissance bactérienne face à un ou plusieurs antibiotiques (figure 8).

Elle peut se faire en milieu liquide (dans une culture bactérienne liquide) ou en milieu solide (sur une boîte de Pétri gélosée) en ajoutant une concentration connue d'antibiotique. La CMI est la concentration ne permettant aucune croissance bactérienne (Burnichon, 2003).

La suspension bactérienne, d'opacité équivalente à celle de l'étalon 0.5 de l'échelle de Mac Farland, est faite dans un tube à hémolyse stérile contenant de l'eau physiologique où des colonies pures et bien isolées sont prélevées puis inoculées.

Une fois la gélose Mueller-Hinton (annexe 3) est coulée et solidifiée dans les boîtes de Pétrie, un ensemencement de la gélose par la méthode d'écouvillonnage est effectuée à partir de 1ml de la suspension. Cette technique vise à favoriser la multiplication des bactéries sur un milieu nutritif afin de réaliser un antibiogramme. Elle est basée sur l'utilisation d'un écouvillon stérile, ce dernier est trempé dans l'inoculum, puis essoré en le pressant fermement contre la paroi interne du tube afin de le décharger au maximum. La charge de l'écouvillon est ensuite répartie sur la totalité de la surface gélosée de haut en bas, en stries serrées, l'opération est répétée 3 fois en tournant la boîte 60° à chaque fois, une fois l'ensemencement terminé on fait passer l'écouvillon sur la périphérie de la gélose.

Après séchage des boîtes (3 à 5 minutes), les disques d'antibiotiques sont ajoutés manuellement ou à l'aide d'un distributeur de disques, l'incubation des boîtes est faite à 37°C pendant 24 heures.

La lecture des boîtes se fait après l'incubation par la mesure des diamètres des auréoles (zones d'inhibition de croissance de la souche microbienne) à l'aide du pied à coulisse.

Pour chaque souche microbienne, la sensibilité ou la résistance à un antibiotique est différente. Elle fait appel aux notions de concentration critique inférieure (c) et de concentration critique supérieure (C) (SFM, 2008).

- c : dose minimale d'antibiotique qu'un malade peut recevoir sans dangers et qui fait effet sur la souche bactérienne.
- C : dose maximale d'antibiotique qu'un malade peut recevoir sans dangers et qui fait effet sur la souche bactérienne.

La bactérie est sensible à l'antibiotique quand la CMI est inférieure à la concentration critique inférieure alors qu'elle est résistante à l'antibiotique quand la CMI est supérieure à la concentration critique supérieure, est intermédiaire à ce dernier quand la CMI est comprise entre les deux concentrations critiques (figure 8).

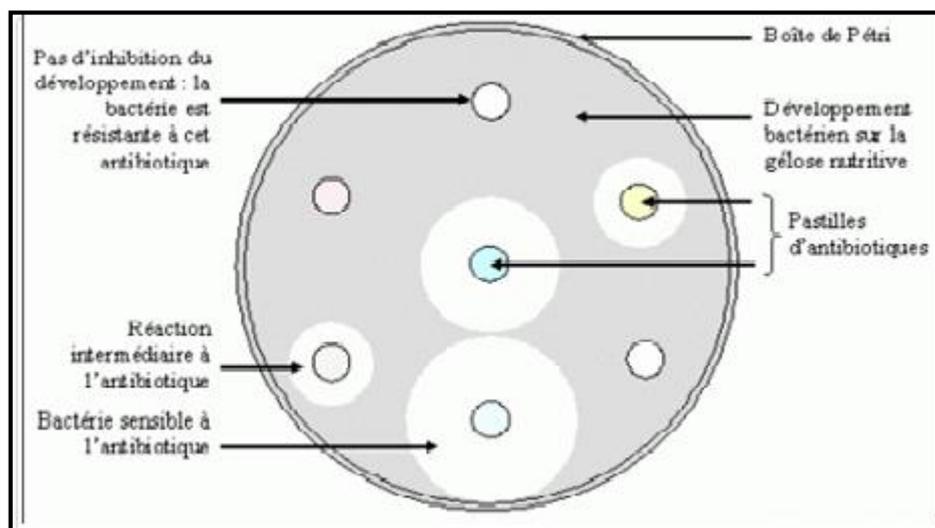


Figure 8 : Les résultats d'un antibiogramme (Dolisi, 2016)

Le tableau suivant résume la liste des antibiotiques testés durant notre étude pour les différents groupes bactériens.

Tableau 8 : Listes des antibiotiques testés sur les différents groupes bactériens

Entérobactérie	Staphylocoque	Streptocoque	Pseudomonas
Amoxicilline	Pénicilline	Pénicilline	Amoxicilline
Ampicilline	Oxacilline	Erythromycine	Ampicilline
Augmentin	Cefoxitine	Lincomycine	Amoxicilline et
Amoxicilline et	Vancomycine	Amoxicilline	Acide clavulanique
Acide clavulanique (AMC)	Teicoplanine	Tétracycline	(AMC)
Pefloxacin	Rifampycine		Céphalosporine de première génération
Céfalexine	Bactrim		(CN)
Cefoxitine	Tétracycline ou		Imipinem
Imipenème	Doxycycline		Amikacine
Chloramphénicol	A.fusidique		Gentamycine
Tétracycline	Erythromycine		Kanamycine
Acide nalidixique	Spiramycine		Colestine
Colestine	Lincomycine		
	Ofloxacin		

Chapitre 3

Résultats et discussion

L'arbre urinaire est physiologiquement stérile, en dehors de l'urètre distal qui est colonisé par la flore périnéale.

Parmi les 250 ECBU effectués 129 sont négatifs, 116 ont répondu aux critères de positivité (avec une prédominance de 76 cas féminins contre 40 cas masculins), et seulement 5 sont contaminés.

1 Etude biochimique

- Une bandelette urinaire est dite « négative » si elle ne montre ni leucocytes, ni nitrites ; chez la femme en absence d'immunodépression grave, une BU négative a une très bonne valeur prédictive négative ; chez l'homme une BU négative n'élimine pas le diagnostic.
- La bandelette est dite « positive » si elle détecte des nitrites et /ou des leucocytes ; chez la femme une BU positive suffit au diagnostic de cystite aigue simple ; chez l'homme une BU positive conforte le diagnostic d'infection urinaire mais doit être confirmé par un ECBU.
- Les causes de faux négatifs sont résumées dans le tableau suivant (tableau 9) :

Tableau 9 : Causes de faux-négatifs de la bandelette urinaire (Moulin, 2016).

Absence de nitrites	Absence de leucocytes
Bactérie n'exprimant pas de nitrate réductase : - <i>Staphylococcus saprophyticus</i> - <i>Streptocoques</i> et <i>Entérocoques</i> - <i>Acinetobacter</i>	Immunodépression, neutropénie
Faible bactériurie	Infections urinaires masculines
pH urinaire acide	
Diurétiques et urines diluées	
Infections urinaires masculines	

2 Examen macroscopique des urines

Sur les échantillons analysés, plusieurs aspects macroscopiques de l'urine ont été observés :

- **Urine claire** : due à une bonne hydratation du patient ce qui indique souvent que la personne est en bonne santé (figure 9).
- **Urine légèrement trouble /trouble** : est un symptôme et non une maladie. Elles ne traduisent d'ailleurs pas forcément un problème nécessitant un traitement ; elles peuvent être dues à une alimentation riche en phosphates (fromages, charcuteries, saucisses, etc.), tandis qu'elles peuvent être liées à une IU basse (cystite) ou bien une IU haute (pyélonéphrite).
- **Urine brune** : soit elle est très concentrée (il faut donc se réhydrater au plus vite), soit il peut s'agir d'une maladie hépatique ou de porphyrie, une maladie métabolique qui donne à l'urine une couleur « porto » caractéristique (figure 9).
- **Urine rose ou rouge** : soit elle est due à une alimentation riche en pigment rouge (les betteraves, baies rouges, etc.), comme elle peut révéler généralement la présence de sang dans les urines. Il peut s'agir donc d'une infection urinaire, rénale, mais aussi d'un cancer ou de problèmes de prostate (figure 9).
- **Urine orange** : elle peut simplement être trop concentrée, comme elle peut révéler un problème biliaire ou hépatique, certains colorants alimentaires (parfois contenus dans des vitamines du commerce) peuvent aussi colorer l'urine en orange, notamment les carotènes (figure 9).
- **Urine bleutée ou verdâtre** : il peut s'agir d'une maladie génétique rare, ou de l'effet de bactéries présentes dans le système urinaire (notamment *Pseudomonas aeruginosa*). Certains médicaments peuvent également teinter l'urine, comme le bleu de méthylène (figure 9).
- **Urine blanchâtre ou laiteuse** : cela peut être la conséquence de la présence de lipides dans l'urine (lipidurie) ou de la présence de chyle (chylurie), un liquide présent dans les vaisseaux lymphatiques de l'intestin grêle (certains parasites peuvent causer une chylurie).
- **Urine mousseuse** : il peut s'agir d'une trop grande quantité de protéines dans l'urine (protéinurie) (figure 10).

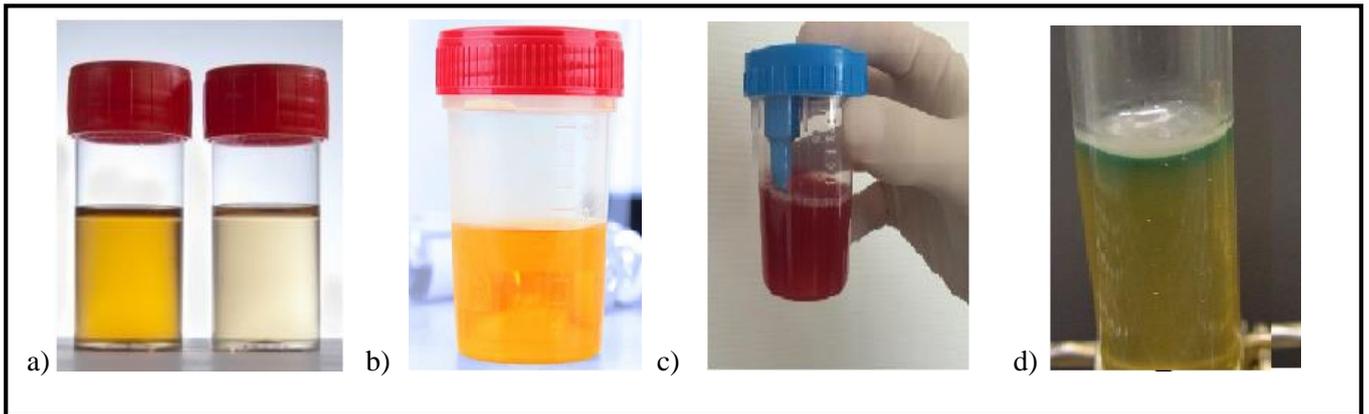


Figure 9 : Les différents aspects macroscopiques de l'urine (DrChan, 2007).

(a) à gauche : urine brune, (a) à droite : urine claire, (b) : urine orange, (c) : urine rouge, (d) : urine verdâtre



Figure 10 : Urine mousseuse (DrChan, 2007).

3 Examen cyto bactériologique des urines

3.1 Examen cytologique

3.1.1 Examen qualitatif

➤ Observation microscopique à l'état frais

L'analyse cytologique à l'état frais à l'aide du microscope optique nous a permis d'observer et confirmer la présence ou l'absence de :

- Leucocytes : En cas d'infection urinaire, les leucocytes sont très souvent rencontrés en grand nombre, car la multiplication bactérienne s'accompagne d'une levée des défenses immunitaires (figure 11).

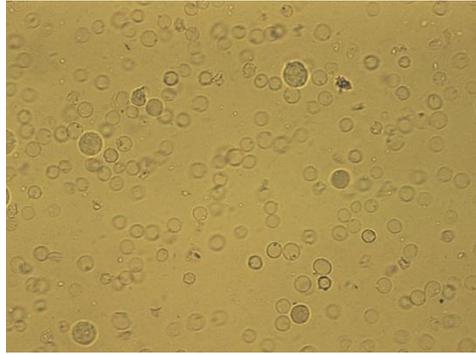


Figure 11 : Observation microscopique des leucocytes à l'état frais (objectif $\times 40$)
(Audit, 1997).

- Hématies : une forte hématurie peut même être repéré à l'œil nu. Les traumatismes, les calculs, les cystites hématuriques, la tuberculose, les tumeurs de l'appareil urinaire, les troubles de la coagulation (à la suite par exemple de traitements anticoagulants) peuvent en être à l'origine (figure12).

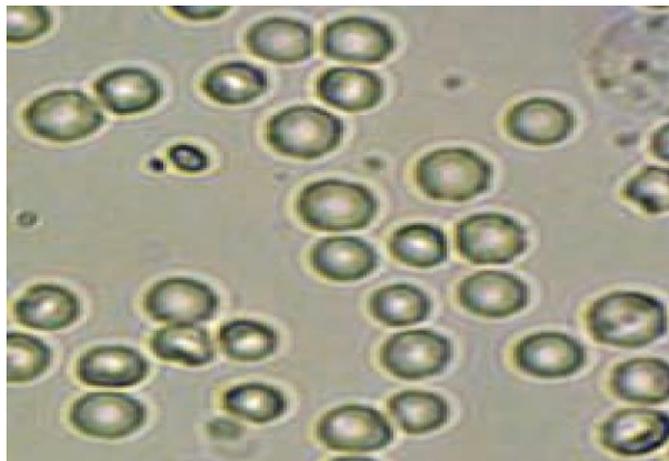


Figure 12 : Observation microscopique des hématies à l'état frais (objectif $\times 40$)
(Audit, 1997).

- Cellules épithéliales : La présence de ces cellules est sans signification car elle correspond à une perte tout à fait normale des cellules superficielles du tissu des voies urinaires basses.
- Formes anormales « cristaux » : Les cristaux ne sont pas pathologiques lorsqu'ils sont constitués de substances présentes habituellement dans l'urine comme le cas des cristaux d'oxalate de Ca^{++} (le seul type de cristaux répétée est observé durant notre stage) (figure 13).



Figure 13 : Observation microscopique des cristaux d'oxalate de Ca^{++} à l'état frais (objectif $\times 40$) (Miles, 1997).

- Bactéries : la présence des bactéries dans les urines ne signifie pas une présence d'IU, car ça peut être dû soit à une contamination de l'échantillon urinaire ou bien à la présence de la flore résidante.

➤ Observation microscopique après coloration de Gram

La coloration de Gram permet d'étudier la morphologie et le Gram des bactéries. D'après notre étude on a trouvé différentes formes : les bacilles, des cocci en diplocoque ou en amas et des cocci en chaînette. Des bactéries à Gram positif ainsi que des bactéries à Gram négatif.

3.1.2 Examen quantitatif

La méthode de dénombrement par champ nous a permis de quantifier le nombre de leucocytes, d'hématies et de bactéries. Les résultats d'analyse présentant des valeurs normales trouvés durant notre étude sont :

- Des leucocytes en quantité inférieure à 10 000/ml (ou $10/\text{mm}^3$) ;
- Des hématies en quantité inférieure à 1 000/ml (ou $1/\text{mm}^3$) ;
- Des cellules épithéliales en petit nombre (ces cellules protectrices tapissent la vessie et sont évacuées par la miction)
- Eventuellement quelques cristaux.
- Un nombre $< 10^3$ germes /ml

Les résultats d'analyse présentant une infection urinaire trouvés durant notre étude sont :

- Un nombre d'hématies supérieur à 10 000/ml (ou $>10/\text{mm}^3$). Ici on parle d'hématurie.
- Un nombre de leucocytes supérieur à 10 000 leucocytes/ml (soit $> 10/\text{mm}^3$). La leucocytaire traduit une réaction inflammatoire suite à une infection urinaire.
- Un nombre de germe supérieur à 10^3 germes /ml.

Durant notre étude on a rencontré quelques cas particuliers, parmi lesquels :

- **Une présence de germes mais pas de leucocyturie.** Généralement dans ce cas on soupçonne :
 - Un problème lors du prélèvement. La contamination de l'urine lors du recueil par un germe du rectum ou du vagin. Dans ce cas, il convient de refaire l'examen.
 - L'examen a été réalisé très précocement, avant même que la leucocyturie n'apparaisse ;
 - Les urines proviennent d'un patient immunodéprimé qui présente un taux de globules blancs sanguin bas.
- **Présence d'une leucocyturie sans germe identifié.** Généralement dans ce cas on soupçonne :
 - Le patient a déjà reçu un traitement antibiotique. On parle alors d'une d'infection urinaire "décapitée". Dans ces cas précis, le délai de culture sera prolongé de 24 heures avant de conclure l'absence de germe.
 - Les urines ont pu être contaminées par des leucocytes du vagin, en cas de vaginite lors du recueil des urines.
 - La présence d'une maladie inflammatoire.
- **Présence de plusieurs types de bactéries.** Une infection urinaire résulte normalement de la contamination d'un seul germe. La présence de plusieurs bactéries peut résulter de la contamination par des bactéries d'origine vaginale. Dans ce cas, il faudra refaire l'examen.

3.2 Examen bactériologiques

Après la mise en culture de l'urine par la méthode de l'anse calibrée et après 24 heures d'incubation, les caractères culturaux des colonies sont notés comme suit :

- Pour les entérobactéries :

Les colonies des entérobactéries sont lisses de couleur crème, rondes et de contour régulier, crémeuses ou muqueuses, brillantes et de structures homogènes (figure 14).

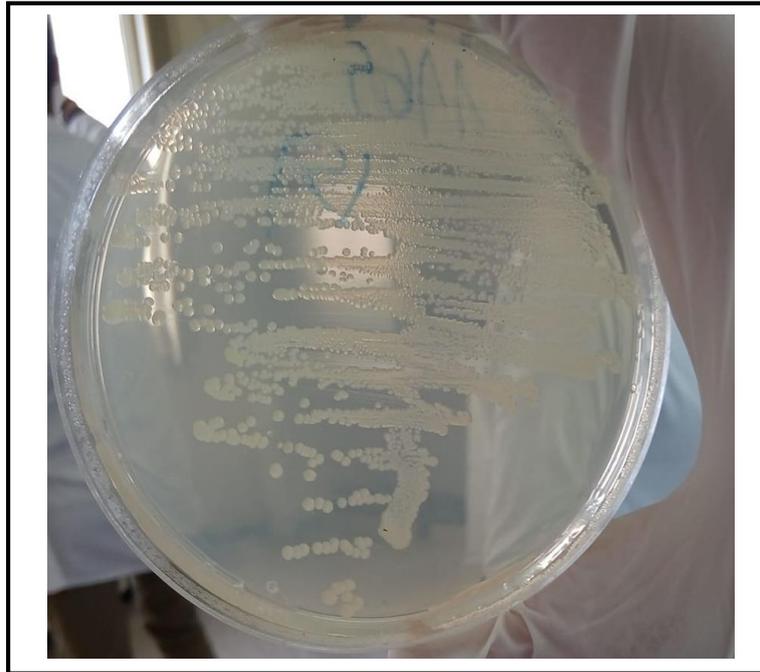


Figure 14 : Culture d'entérobactéries sur GN pendant 24h d'incubation

- Pour *Pseudomonas aeruginosa*

Les colonies de *Pseudomonas aeruginosa* sont petites et légèrement bombées avec contour régulier. La bactérie est non exigeante et se développe sur milieu simple, elle est caractérisée par une odeur fruitée et une pigmentation verdâtre (figure 15).

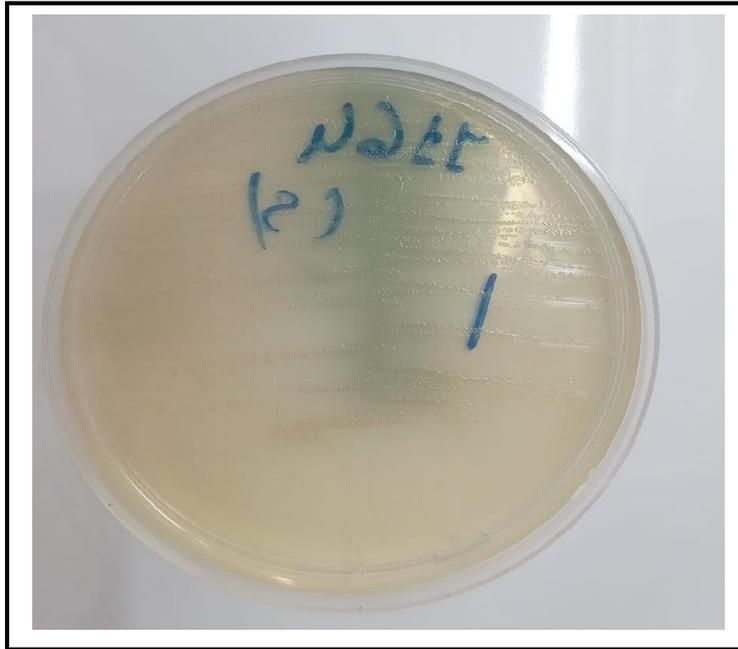


Figure 15 : Culture de *Pseudomonas aeruginosa* sur GN pendant 24h d'incubation

3.3 Identification bactérienne

3.3.1 Tests d'orientation

- **Test de l'oxydase**

Ce test nous a permis de mettre en évidence l'enzyme cytochrome oxydase des bactéries. En présence d'oxygène atmosphérique et de cytochrome C, l'enzyme de la bactérie oxyde le réactif phénylènediamine pour former un composé violet, l'indophénol.

Dans notre étude nous avons obtenu des bactéries à oxydase positif possédant l'enzyme, contrairement aux bactéries à oxydase négatif qui ne possèdent pas cette enzyme.

- **Test de la catalase**

Dans notre étude nous avons obtenu des bactéries possédant l'enzyme catalase qui catalyse la dégradation du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) en H_2O et $\frac{1}{2} O_2$. Ces bactéries sont appelées catalase positif, contrairement aux bactéries catalase négatif qui ne possèdent pas cette enzyme.

- **Test de la coagulase**

Ce test est utilisé pour l'identification des staphylocoques. Toutes les bactéries que nous avons étudiées ont une coagulase négative.

3.3.2. La galerie d'identification biochimique

Les résultats obtenus durant notre étude concernant les 4 types de galeries API qu'on a utilisée sont les suivants :

- **Galerie API® 20E** : Elle nous a permis l'identification des bacilles à Gram négatif dont les Entérobactéries (tableau 10 et annexe 4).

Tableau 10 : Les entérobactéries identifiées par la galerie API® 20E

Galerie API® 20E	Entérobactéries
	<i>E. coli</i>
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
	<i>K. terrigena</i>
	<i>Klebsiella spp.</i>
	<i>Citrobacter freundii</i>
	<i>C. koseri</i>
	<i>Enterobacter cloacae</i>
	<i>Proteus mirabilis</i>

- **Galerie API® 20NE** : Elle nous a permis l'identification des bacilles à Gram négatif oxydase positif, dans notre étude nous avons deux espèces : *Pseudomonas aeruginosa* et *Acinetobacter baumannii*, et les bacilles non fermentaires, (annexe 4).
- **Galerie API® 20Staph** : Elle nous a permis l'identification des staphylocoques (tableau 11 et annexe 4).

Tableau 11 : Les staphylocoques identifiés par la galerie API® 20Staph

Galerie API® 20Staph	<i>Staphylococcus aureus</i>
	<i>S. xylocus</i>
	<i>S. epidermidis</i>
	<i>Staphylococcus</i> à coagulase (-)
	<i>S. hominis</i>

- **Galerie API® 20Strep** : Elle nous a permis l'identification des Streptocoques, entérocoques, et les germes apparentés les plus courants (*Aerococcus viridans* est la seule espèce rencontrée dans notre étude) (tableau 12 et annexe 4).

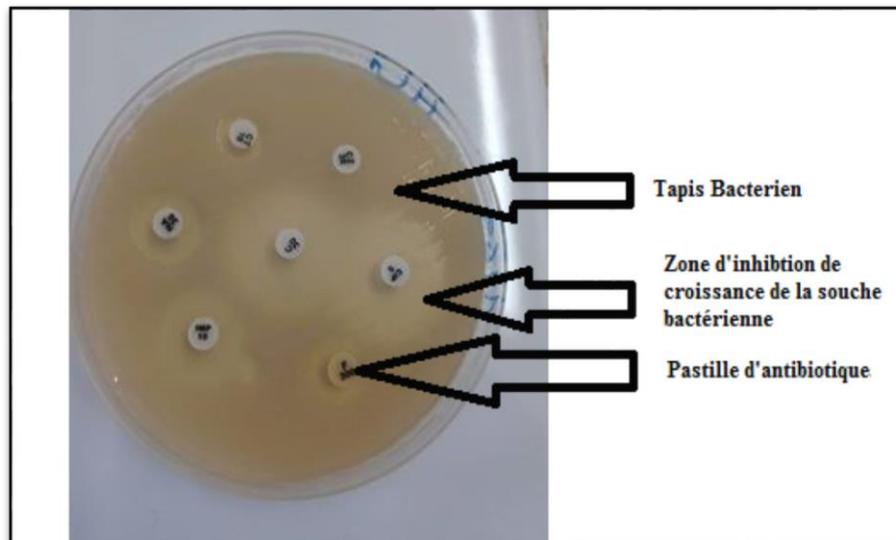
Tableau 12 : Les Streptocoques identifiés par la galerie API® 20 Strep

Galerie API® 20Strep	<i>Aerococcus viridans</i>
	<i>Streptococcus spp.</i>
	<i>Enterococcus cerius</i>
	<i>E. faecalis</i>
	<i>E. faecium</i>
	<i>E. spp.</i>

3.4 Résultat et interprétation de l'antibiogramme

Lors de notre étude nous avons cherché à déterminer la sensibilité et la résistance des microorganismes identifiés à différents antibiotiques (figure 16).

Chaque espèce bactérienne a été testé par des antibiotiques spécifiques, le diamètre de la zone d'inhibition est mesuré et comparé aux diamètres critiques conformément aux normes CLSI (2011) (annexe 6) pour déterminer si la bactérie identifiée est résistante, intermédiaire ou sensible aux antibiotiques testés.

**Figure 16** : Résultat d'un antibiogramme après 24h d'incubation

4 Résultats épidémiologiques

4.1 Répartition des résultats selon les cas positifs, négatifs et contaminés

Parmi les 250 ECBU effectués, 51.6% sont négatifs, 46.4% sont répondu aux critères de positivité et 2% seulement ont été contaminés (annexe 7 et figure 17).

Dans notre étude, 46,4% des patients ont contracté une infection urinaire, ceci est largement supérieur à celui trouvé par Ben hadj Khalifa et Khadher (2010) où le pourcentage de positivité était d'une moyenne de 15.3%.

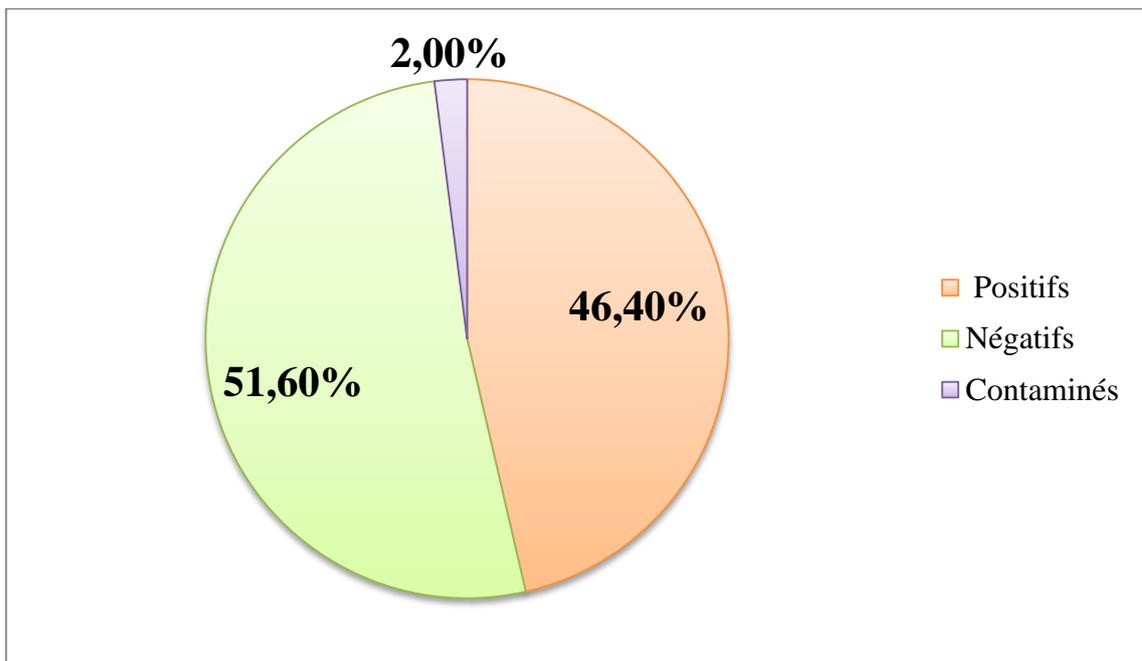


Figure 17 : Répartition des résultats de l'ECBU selon le pourcentage des cas

4.2 Répartition des infections urinaires selon le sexe

Parmi les 116 cas, la prédominance est du sexe féminin avec un pourcentage de 65,23% contre 34,77% pour le sexe masculin (figure 18).

Cette prédominance féminine s'explique par l'anatomie de l'appareil urinaire féminin, qui est composé d'un urètre court qui mesure environ 3 à 4,5 cm de longueur ce qui augmente le risque d'infection urinaire à cause de la progression des bactéries provenant du vagin et du rectum à l'inverse de celui de l'homme qui mesure environ 20 à 25 cm de longueur et où les germes ont plus de difficulté à remonter le canal ce qui diminue le risque d'infections urinaires.

La fréquence des IU selon le sexe est représentée dans la figure 18. Dans notre étude on a constaté que les femmes ont beaucoup plus tendance à avoir des infections urinaires que les hommes, ce résultat est semblable à celui retrouvé au Canada par Querin et Valiquette (2002).

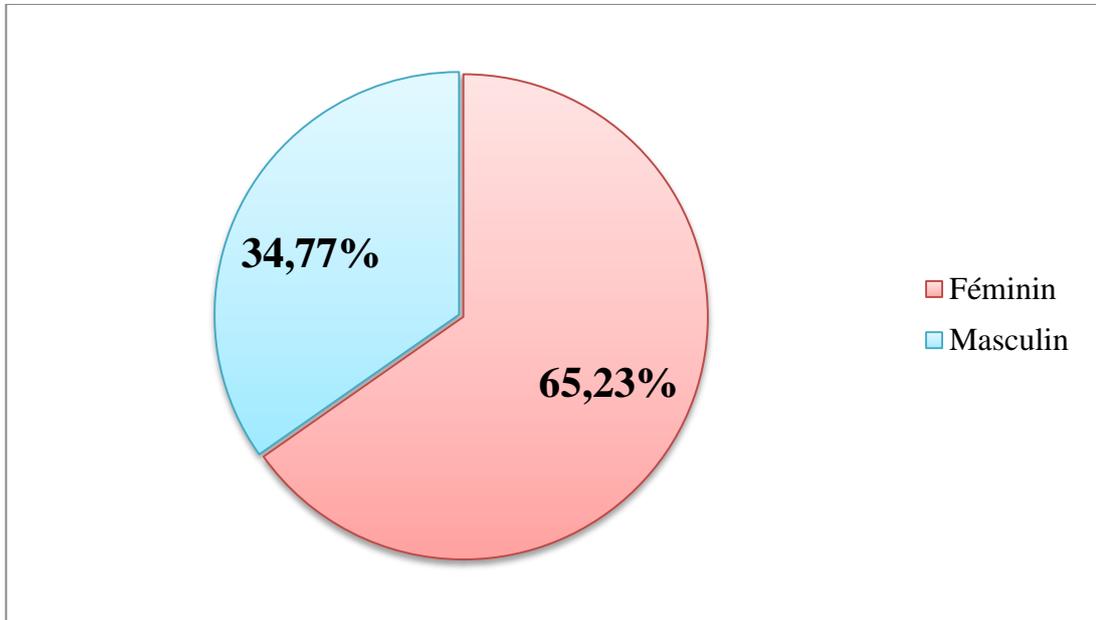


Figure 18 : Répartition des échantillons selon le sexe.

4.3 Répartition des espèces bactériennes selon le Gram

D'après la coloration de Gram nous avons obtenu des bactéries à Gram positif et des bactéries à Gram négatif en fonction de leur apparence sous microscope (figure 19). Le tableau ci-dessous classifie nos bactéries selon leur Gram.

Tableau 13 : Les bactéries à Gram positif et les bactéries à Gram négatif, (N = 116)

Bactéries à Gram positif	Pourcentage des souches	Bactéries à Gram négatif	Pourcentage des souches
<i>Staphylococcus aureus</i>	23,27%	<i>Escherichia coli</i>	76,73%
<i>S. epidermidis</i>		<i>Klebsiella pneumoniae</i>	
<i>S. xylocus</i>		<i>K. spp.</i>	
<i>S. hominis</i>		<i>K. terrigena</i>	
<i>Staphylococcus</i> à coagulase -		<i>Citrobacter freundii</i>	
<i>Enterococcus spp.</i>		<i>C. koseri</i>	
<i>E. cerius</i>		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	
<i>E. faecalis</i>		<i>Enterobacter cloacae</i>	
<i>E. faecium</i>		<i>Acinetobacter baumannii</i>	
<i>Aerococcus viridans</i>		<i>Proteus mirabilis</i>	
<i>Streptococcus spp.</i>		Bacille non fermentaire	

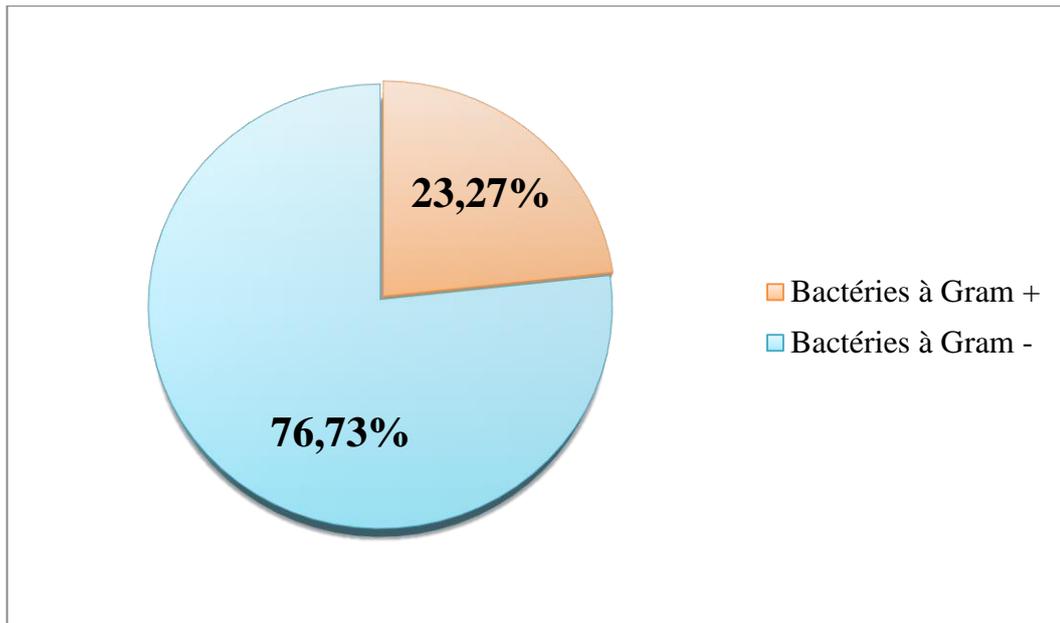


Figure 19 : Répartition des espèces bactériennes selon leurs Gram

D'après la figure et le tableau de répartition des bactéries selon leurs Gram, on constate que les germes isolés responsables des infections urinaires représentent un pourcentage de 23,27% des bactéries à Gram + tels que *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus* à coagulase négatif, *S. xylocus*, *S. epidermidis*, *S. hominis*, *Enterococcus cerius*, *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. spp.*, *Aerococcus viridans*, *Streptococcus spp.*, et un pourcentage de 76,73% des bactéries à Gram – tels que *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *K. spp.*, *K. terrigena*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Citrobacter freundii*, *C. koseri*, *Enterobacter cloacae*, *Proteus mirabilis*, Bacille non fermentaire, *Acinetobacter baumannii*.

Nos résultats sont très proches à ceux trouvés par Soula *et al* (1990) qui ont isolé majoritairement des bacilles à Gram -. De même Ben hadj Khalifa et Khadher (2010) ont trouvé dans leur étude que 59% des bactéries isolées sont des bacilles à Gram -.

4.4 Répartition des souches bactériennes isolées

Suite à notre étude on a pu collecter 116 bactéries responsables des IU dont la répartition est présentée dans l'annexe 7 et les figures ci-dessous (figure 20 et 21).

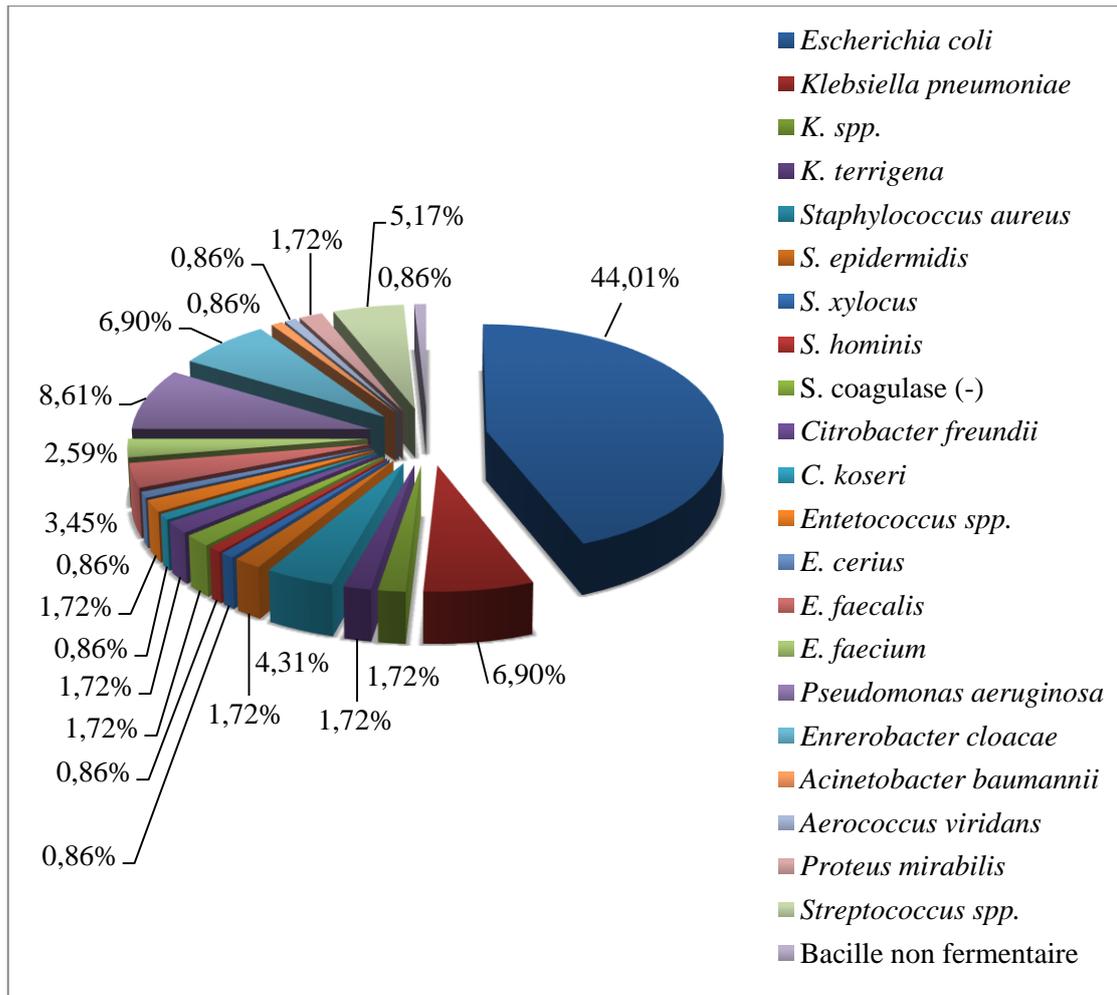


Figure 20 : Répartition des espèces bactériennes isolées

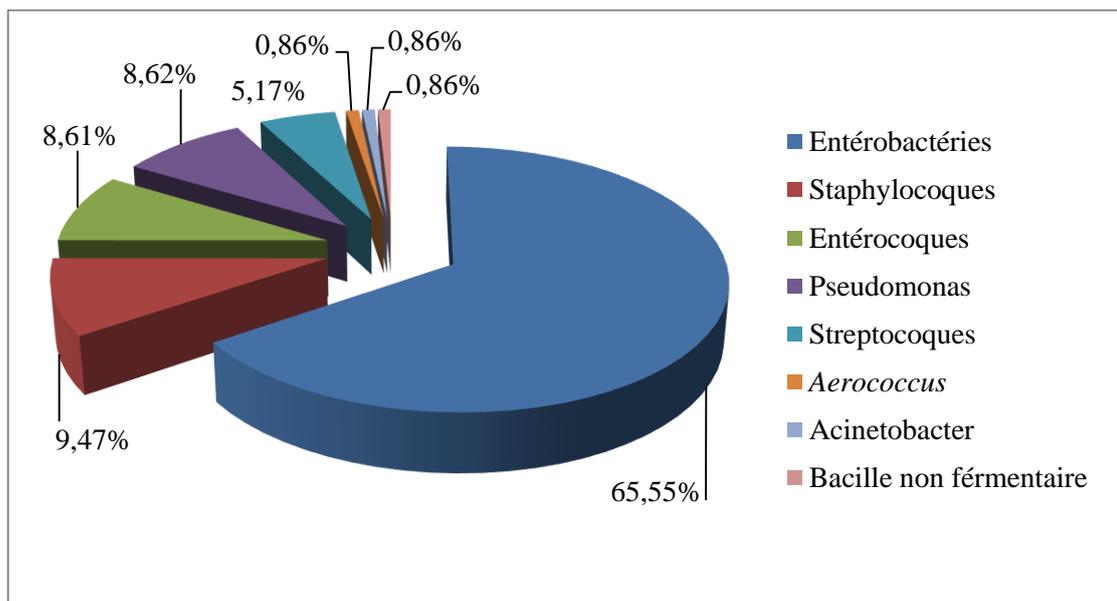


Figure 21 : Répartition des germes isolés

D'après les résultats, on a constaté que les entérobactéries représentent le pourcentage le plus élevé des bactéries responsables des infections urinaires (65.55%) quel que soit le sexe des patients et ou *Escherichia coli* est le premier agent responsable avec un pourcentage de prédominance de 44.01%.

Ces résultats sont proches partiellement à ceux trouvés par De Mouyd *et al* (1995) qui ont révélé que les entérobactéries ont été isolées dans 82.4% des cas et majoritairement *E. coli*, mais très proches à ceux trouvés par Soraa *et al* (2010) qui ont noté un pourcentage de 52.7% des entérobactéries et Zogheib et Dupent (2010) qui ont mentionnés toujours une prédominance d'*E. coli* avec 32% des cas ; un pourcentage qui s'explique par le fait que cette espèce est la plus dominante de la flore intestinale et qu'elle peut migrer de l'intestin vers le tractus urinaires. Par ailleurs *E. coli* fait partie des coliformes fécaux, donc un mauvais nettoyage de la partie intime peut facilement provoquer l'infections.

La bactérie prédominante est suivie de *Klebsiella pneumoniae* et d'*Enterobacter cloacae* avec un pourcentage de 6.90%. Cependant les staphylocoques représentent 9.47% des cas et ou *Staphylococcus aureus* est en tête de liste avec un pourcentage de 4.31%. En parallèle on a le *Pseudomonas aeruginosa* avec un pourcentage de 8.62%, suivie de *Streptococcus spp.* Avec un pourcentage de 5.17%. En dernier lieu on trouve Les *Enterobacter* avec un pourcentage de 8.62% ainsi que l'*Acinetobacter baumannii*, les bacilles non fermentaires et *Aerococcus viridans* avec un pourcentage de 0.86%.

4.5 Répartition d'*E. coli* selon la résistance aux antibiotiques

Pour les bêta-lactamines : les souches d'*E. coli* présentent une importante résistance avec 95% à l'amoxicilline et l'ampicilline et l'association amoxicilline et acide clavulanique, et une résistance de 80% à la céfalexine.

Pour les aminosides : la résistance à l'amikacine est de 0%, pour la gentamycine est de 7,9%.

Pour les quinolones : la résistance à la pefloxacine est de 31,43% (annexe 7 et figure 22).

D'après nos résultats les souches d'*E. coli* présente une importante résistance de 95% à l'amoxicilline, une prévalence supérieure a été trouvée avec 100% de résistance en Dakar par Seck (2005).

La résistance à l'association amoxicilline et acide clavulanique est de 95%, ce pourcentage est largement supérieur à celui trouvé en Italie par Roussel (2007) où le pourcentage est égale à seulement 2%.

Les souches d'*E. coli* sont naturellement sensibles aux aminosides (phénotype sauvage). Pour l'amikacine, elle reste active à 100% ; cette activité totale a été confirmée par Seck (2005) en Dakar.

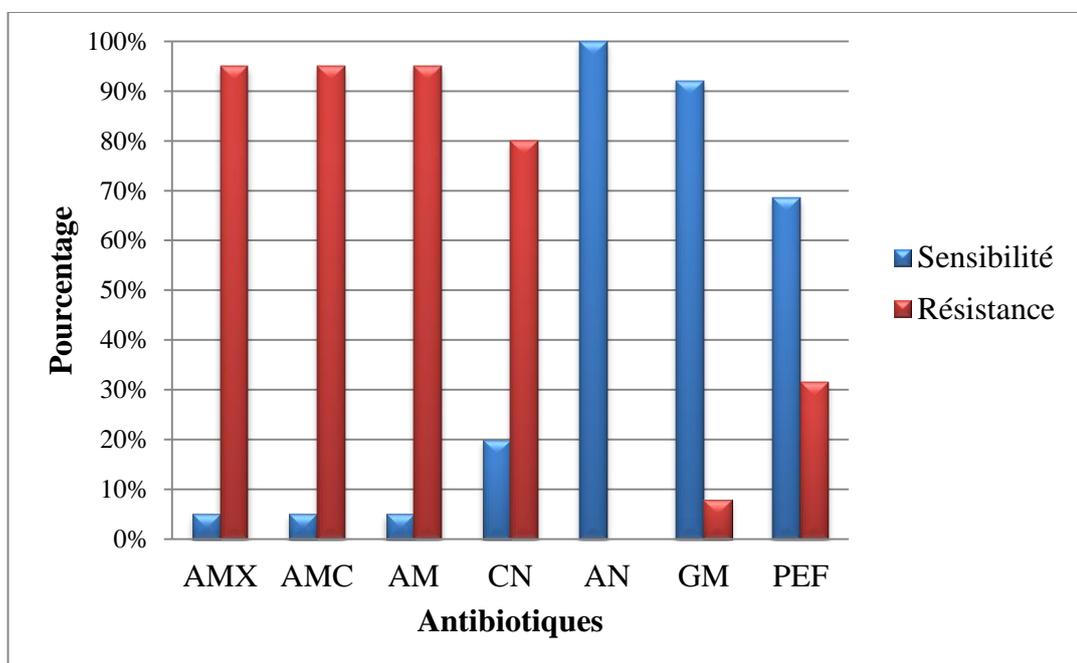


Figure 22 : Profil de résistance des souches d'*E. coli* aux antibiotiques

AMX : Amoxicilline, AMC : l'association Amoxicilline et Acide clavulanique, AM : Ampicilline, CN : Céfalexine, AN : Amikacine, GM : Gentamycine, PEF : Pefloxacine.

4.6 Répartition de *Pseudomonas aeruginosa* selon la résistance aux antibiotiques

Les souches de *Pseudomonas aeruginosa* présentent une résistance de 100% à l'amoxicilline et l'ampicilline et l'association amoxicilline et acide clavulanique, et à la céphalosporine de première génération, et une résistance nulle (0%) respectivement à l'imipiném, l'amikacine, la gentamycine, la kanamycine et la colistine (annexe 7 et figure 23).

Dans notre étude l'imipinem reste actif sur les souches (0% de résistance), ce résultat est différent à celui trouvé par Ben hadj Khalifa et Khadher (2010) en Tunisie, à un pourcentage de 18,7%.

La colestine et l'amikacine restent aussi actifs sur les souches (0% de résistance), ce résultat est différent à celui trouvé par Ben hadj Khalifa et Khadher (2010) en Tunisie, avec respectivement de 35,3%, et 187% aux deux antibiotiques..

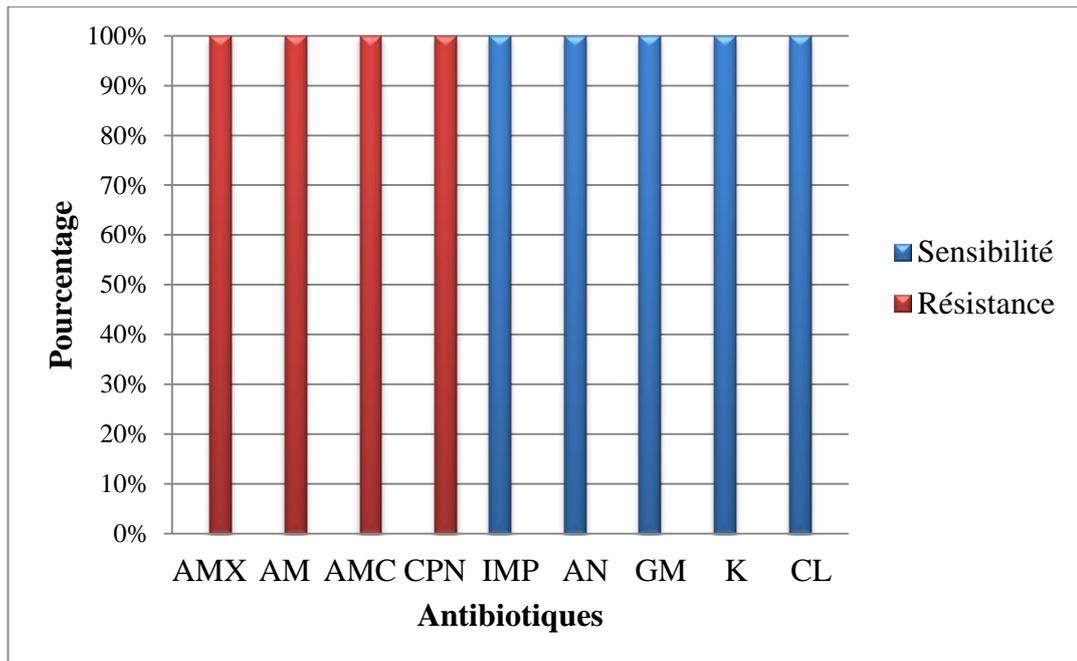


Figure 23 : Profil de résistance des souches de *Pseudomonas aeruginosa* aux antibiotiques

AMX : Amoxicilline, AM : Ampicilline, AMC : l'association Amoxicilline et Acide clavulanique, CPN : Céphalosporine de première génération, IMP : Imipinem, AN : Amikacine, GM : Gentamycine, K : Kanamycine, CL : Colistine.

4.7 Répartition de *Klebsiella pneumoniae* selon la résistance aux antibiotiques

Toutes les souches de *Klebsiella pneumoniae* présentent une résistance de 100% à trois antibiotiques, amoxicilline, ceftioxime, et ticarcilline, et une sensibilité de 100% à la colistine, et de 60% pour la ciprofloxacine (figure 24).

Cependant un pourcentage de résistance de 50% à l'acide nalidixique été observé (annexe 7).

Dans notre étude les souches de *Klebsiella pneumoniae* présentent une résistance de 50% à l'acide nalidixique, ce résultat est différent à celui trouvé par Thabet et Allah

Messadi *et al* (2010) en Tunisie à un pourcentage de résistance nulle (0%), et une résistance totale (100%) des souches à l'Amoxicilline. Ce résultat est semblable à celui trouvé par Thabet et Allah Messadi *et al* (2010) en Tunisie, une résistance naturelle.

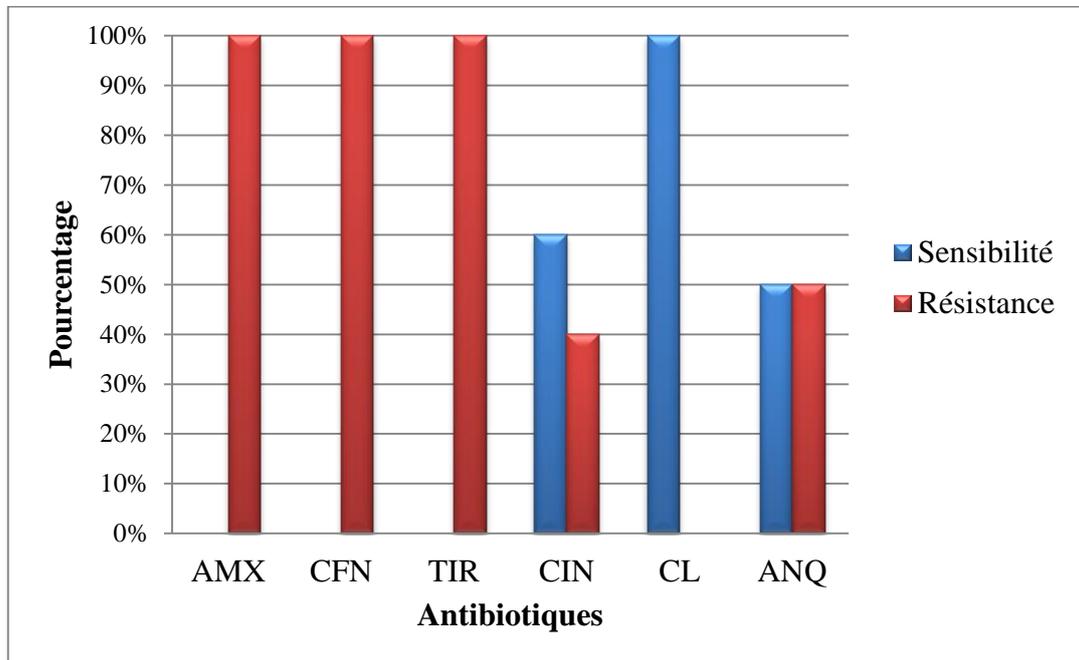


Figure 24 : Profil de résistance des souches de *Klebsiella pneumoniae* aux antibiotiques
 AMX : Amoxicilline, CFN : Cefoxitine, TIR: Ticarcilline, CIN : Ciprofloxacine, CL : Colistine, ANQ: l'acide nalixidique.

4.8 Répartition de *Streptococcus spp.* Selon la résistance aux antibiotiques

Une résistance totale de 100% des souches de *Streptococcus spp.* à la Pénicilline a été observée, ainsi un pourcentage de 40% pour l'érythromycine et lincomycine, et une résistance plus basse a été notée pour la tétracycline (30%) (figure 25). Cependant les souches de *Streptococcus spp.* sont totalement sensibles à l'amoxicilline (annexe 7).

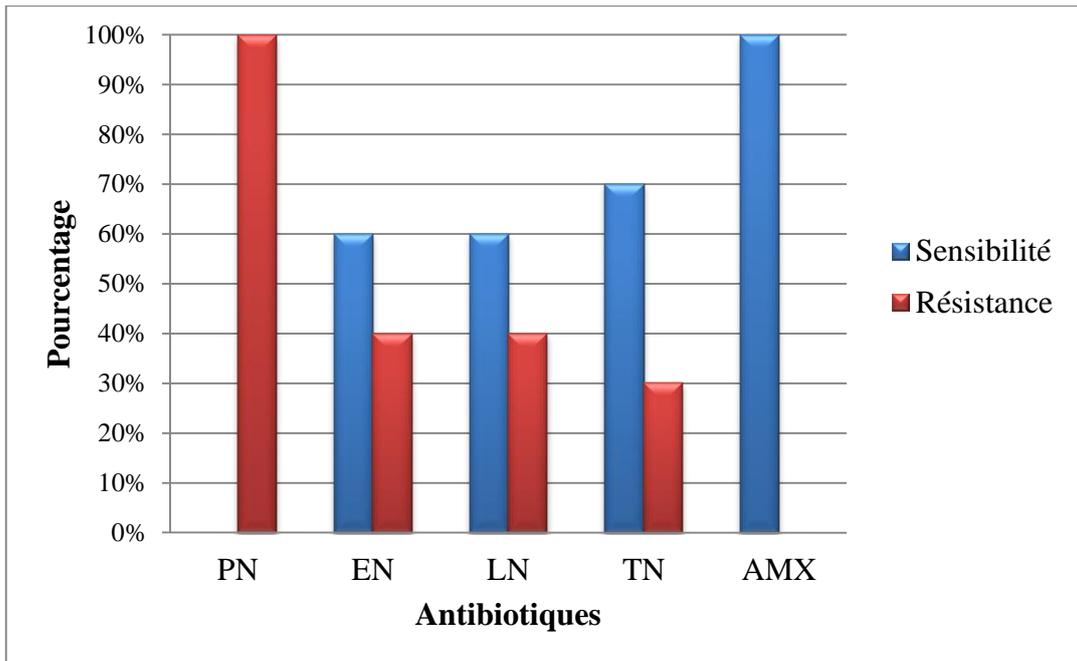


Figure 25 : Profil de résistance des souches de *Streptococcus spp.* aux antibiotiques
PN : pénicilline, EN : Erythromycine, LN : Lincomycine, TN : Tétracycline, AMX : Amoxicilline.

Conclusion

Notre travail qui a fait appel à des techniques de laboratoires, a permis d'une part d'identifier des différents espèces bactériennes incriminées dans l'IU, et d'autre part d'établir leur profil de résistance vis-à-vis des antibiotiques couramment utilisés par le laboratoire de Bactériologie de L'Etablissement Hospitalo-Sanitaire (EHS) DAKSI de Constantine.

A la lumière des résultats obtenus, il en ressort que les IU sont en général plus fréquentes chez la femme (65.23%) que chez l'homme (34.77%). Cependant le dépistage repose sur les bandelettes réactives ce qui permet d'éviter un nombre important d'ECBU inutiles, ces derniers sont très importants pour l'identification des bactéries responsables de l'infection, où on a constaté que le pourcentage des cocci à Gram positif est inférieur à celui des bacilles à Gram négatif avec une prédominance des entérobactéries (65.55%). Les résultats obtenus ont montré que l'espèce *Escherichia coli* occupe la première place (44.01%), suivie de *Pseudomonas aeruginosa* (8.61%) qui appartient à la famille des *Pseudomonaceae*.

En dernier lieu le traitement ; qui ne doit être prescrit par le médecin qu'après avoir effectué un antibiogramme pour permettre une guérison totale des malades tout en évitant le phénomène de résistance, un problème très important de santé publiques qui nécessite une prise en charge par toutes les structures de soins afin de limiter les échecs thérapeutiques. D'une manière générale il en ressort que les entérobactéries sont résistantes à l'amoxicilline et à la céfalexine et sensibles à l'amikacine et à la colistine, tandis que *Pseudomonas aeruginosa* présente une résistance à l'amoxicilline, l'ampicilline et une sensibilité (100%) à l'imipinem, l'amikacine et la gentamycine.

Enfin, par ce travail nous espérons faire passer quelques recommandations :

- Les consignes de prélèvements stériles doivent être connues par les cliniciens, les techniciens et les infirmiers pour les transmettre aux patients, afin de minimiser les contaminations qui perturbent les résultats de l'ECBU.
- La surveillance accrue des patients, par la réalisation des bilans de surveillance.

Références bibliographiques

- **Abalikumwe F.** (2004). Mémoire de Master, Bactéries responsables des infections urinaires de Kigali, Rwanda.
- **Abraham L., et Kierszenbaum M.** (2002). Histologie et biologie cellulaire. Boeck université. p. 355- 366.
- **Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé.** (2008). Diagnostic et antibiothérapie des infections urinaires bactériennes communautaires chez l'adulte. Recommandations de bonne Pratique. Disponible sur « www.esculape.com/uronephron/infection-urinaire-adulte-afssaps2008.pdf. » Consulté le 05 mai 2018.
- **Ait Miloud.** (2011). L'infection urinaire : expérience du laboratoire de microbiologie de l'hôpital des spécialités de Rabat. Thèse de doctorat. pharmacie : Université Mohammed V Faculté de médecine et pharmacie rabat. Maroc.138 p.
- **Al khulaifi M.** (2018). A. Gram-positive cocci. [en ligne] DOCPLAYER. Disponible sur « docplayer.net/33183946-A-Gram-positive-cocci.html » Consulté le 27 mars 2018.
- **Audet A.** (1997). *Leucocytes type "old"*. [en ligne] L'analyse microscopique du sédiment urinaire. Disponible sur« <http://urine.optmq.connexence.com/Imdocfra/d12d001.html>» Consulté le 25 avril 2018.
- **Avril J.L., Dabernat H., Denis F., Monteil H.** (2000). Bactériologie Clinique. 3^{ème} édition. Edition Ellipses. France. 602 p.
- **Benabdessadok A.** (2011). l'appareil urinaire, Cours D'anatomie 2^{ème} Année Pharmacie, INESSM. Tlemcen. P. 5.
- **Benhaj Khalifa A., Khaled M.** (2010). Fréquence et résistance aux antibiotiques des bactéries uropathogènes à l'hôpital universitaire Tahar Sfar de Mahdia. *Revue tunisienne d'infectiologie*.P. 4, 2,57-61.
- **Berche P., Gaillard J., Simomet M.** (1991). Bactériologie Clinique, médecine, sciences. Edition Flammarion. 660 p.
- **Berg H.C.** (2003). The rotary motor of bacterial flagella. *Annu Rev Biochem*; 72. p: 19-54.

- **Bettelheim K.A.** (1997). *Escherichia coli* in the normal flora of humans and animals. In: Sussman M. (Ed), *Escherichia coli: mechanisms of virulence*, Cambridge University Press: Cambridge, p. 85-110.
- **BioMérieux SA.** (2009). API 20 NE. [en ligne] Système d'identification des bacilles à Gram négatif non entérobactéries et non fastidieux. Disponible sur « https://www.mediray.co.nz/media/15781/om_biomerieux_test-kits_ot-20050_package_insert-20050.pdf » Consulté le 30 avril 2018.
- **BioMérieux SA.** (2009). API Staph. [en ligne] Système d'identification des staphylocoques, microcoques et apparentés. Disponible sur « http://www.biologiemarine.com/___fiches/APIpdf/api%20Staph-_07468_-_K_-fr_-_20500.pdf » Consulté le 30 avril 2018.
- **BioMérieux SA.** (2009). API Strep. [en ligne] Système d'identification des Streptococcaceae et germes apparentés. Disponible sur « http://www.biologiemarine.com/___fiches/APIpdf/API%2020%20Strep-_07625_-_K_-_20600.pdf » Consulté le 30 avril 2018.
- **Boutouille D.** (2011). Infections urinaires. [en ligne] Disponible sur « <http://xa.yimg.com/kq/groups/70423717/382967657/name/Infections+urinaires.pdf> » Consulté le 17 avril 2018.
- **Bouzenoune F., Boudersa F., Bensaad A., Harkat F., Said N.** (2009). Les infections urinaires à Ain M'lila. résistance aux antibiotiques des 239 souches isolées entre 2006 et 2007. *Médecine et maladies infectieuses*. Algérie. Vol 39, p. 142-143.
- **Brandstätter J., François A., Bréchet A.C., Huttner A.** (2013). INFECTIONS URINAIRES, hôpital universitaire de Genève, p. 1-12.
- **Bruyère F., Cariou G., Boiteux J.P., Hoznek A., Mignard J.-P., Escaravage L.** (2008). Généralités. Recommandation du comité d'infectiologie de l'Association Française d'Urologie. *Progrès en Urologie* ; 18 suppl. 1, S4-S8.
- **Burnichon N.** (2003). DES Bactériologie ; l'antibiogramme; détermination des sensibilités aux antibiotiques.
- **Cai T., Mazzoli S., Mondaini N., Meacci F., Nesi G., Malossini G., Boddi V., Bartoletti R.** (2012). The role of asymptomatic bacteriuria in young women with recurrent urinary tract infections: to treat or not to treat. (<http://dx.doi.org/10.1093/cid/cis534>) *Clin Infect Dis*; 55: p.771-777.

- **Carbonnelle B., Denis F., Marmonier A., et al.** (1987). Bactériologie Médicale : Techniques usuelles. SIMEPSA, Paris, p.121-155.
- **CASFM.** (2011). Standardisation de l'Antibiogramme à l'échelle nationale. 6ème édition française. p.159-160.
- **Castagnola C.** (2010). Urologie. [en ligne] docteurclik UN SERVICE SANTE ASSISTance. Disponible sur « www.docteurclik.com/encyclopedic/urologie.aspx » Consulté le 15 avril 2018.
- **Cavallo D.J., Garrabé E.** (2003). outils diagnostic biologique des Infections urinaires nosocomiales (IUN): Analyse critique ; Méd. Mal Infect ; 33 : p. 447-456.
- **Chandler L.J., Rocco LaSala P., Whittier S.** (2017). Rapid Devices and Instruments for the Identification of Aerobic Bacteria. [en ligne] Key. Disponible sur «<https://basicmedicalkey.com/3-rapid-devices-and-instruments-for-the-identification-of-aerobic-bacteria/#>» Consulté le 15 mai 2018.
- **CONSOMED.** (2000). Bandelettes urinaires Exacto Uritop. In: CONSOMED vente en ligne de matériel medical. Disponible sur « <https://www.consomed.fr/p/bandelettes-urinaires-exacto-uritop> » Consulté le 17avril 2018.
- **Cunha J.P.** (2017). Urinary Tract Infection (UTI) Symptoms, Treatment & Causes [en ligne]. Emedicine Health. Disponible sur « https://www.emedicinehealth.com/urinary_tract_infection_uti/article_em.htm#urinary_tract_infection_uti_facts » Consulté le 25 avril 2018.
- **SPILF et AFU.** (2002). Infections urinaires nosocomiales; Paris : institut pasteur.
- **De Mouy D., Cavallo J.D., Fabre R., Arzouni JP., Baynat M.,** (1993). Evolution des fréquences d'isolement et de la résistance des souches d'*E. coli* isolées d'infection urinaires en pratique de ville 1986 à 1993-Mèd.Mal. Infect : numéro spécial : p.48-539. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0399077X97802168>
- **Delsarte M.** (2010). La place des aerococcus en clinique humaine : Revue sur une série de 29 cas hospitaliers de 2001 à 2009. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie : Biologie médicale, Toulouse : Université Paul Sabatier Toulouse III.161p.

- **Desgrandchamps F., De Gouvello A., Merial B., Simon P** (2008). Urologie. Edition Vernazobres-Grego.Paris. p.256.
- **Dobrindt U., Hacker J.** (2010). Uropathogens and virulence factors. In: Naber KG, Schaeffer AJ, Heyns CF, Matsumoto T, Shoskes DA, Bherklunc Johansen TE, editors. Urogenital Infections. Arnhem, The Netherlands: European Association of Urology. p. 4–22.
- **Dolisi G.** (2016). ATBG. [en ligne] Medicopedia. Disponible sur « <https://www.dictionnaire-medical.net/term/27628,1,xhtml> » Consulté le 1 mai 2018.
- **Domart A. et Bournef J.** (1989).nouveau la rousse médicale. Edition canada. p.1064-1066.
- **DrChan.** (2007).Urologie, Néphrologie [en ligne] flickr.Disponible sur « <http://campus.cerimes.fr/semiologie/enseignement/esemio10/site/html/5.html> » consulté le 17 avril 2018.
- **El Manni A., Meziane A., Taha A., Aboutaieb A., Meziane F** (2004). l'examen des urines pour le diagnostic de l'infection urinaire ; Esperance médicale ; 11: 101: p.15-17.
- **Fouad M.** (2004). Intérêt de test de leucocyte estérase et de la nitrate réductase dans le management des suspectés d'une IU a Abidjan, thèse Méd. Abidjan.
- **Fougère B., Gaillat J., François P., Cambau E., Corroyer B** (2012). Geriatr Psychol Neuropsychiatr Vieil : Suivi des recommandations dans l'infection urinaire : étude transversale multicentrique chez le sujet âgé hospitalisé de plus de 75 ans. 10 (1) : p. 9-10.
- **Foxman B., Zhang L., Tallman P., Palin K., Rode C** (1995).Virulence characteristics of Escherichia coli causing first urinary tract infection predict risk of second infection. J Infect Dis; 172:1536–41.
- **Fraperie P., et Maye-Lasserre M.** (2016). Physiopathologie des infections urinaires. [en ligne] microbiologie médicale. Fr. Disponible sur « <https://microbiologiemedicale.fr/physiopathologie-et-diagnostic-des-infections/plan-urine-anatomie-appareil-urinaire/physiopathologie/> » Consulté le 22 mars 2018.

- **Gleckman R., Esposito A., Crowley M., Natsios G.A.** (1979). Reliability of a single urine culture in establishing diagnosis of asymptomatic bacteriuria in adult males. *J Clin Microbiol.* 1979; 9: p. 596–597.
- **Grabe M., Bartoletti R., Bjerklund Johansen T.E., Bjerklund J.** (2015). EAU guidelines on urological infections. European Association of Urology. [en ligne] Disponible sur « <http://uroweb.org/guideline/urological-infections/> » Consulté le 2 mars 2018.
- **Guillaume PY.** (2004). la microbiologie, Disponible sur « <http://www.2ac-lyon.fr/enseigne/biotech/microbio/milieux.html#boites>. » Consulté le 15 mars 2018.
- **Hacker J., Bender L.** (1990). Deletions of chromosomal regions coding for fimbriae and hemolysins occur in vitro and in vivo in various extra intestinal *Escherichia coli* isolates. *MicrobPathog.* 8: p. 213–225.
- **Hagberg L., Jodal U., Korhonen T.K., Lidin-Janson G., Lindberg U., Svanborg-Edén C.** (1981). Adhesion, hemagglutination, and virulence of *Escherichia coli* causing urinary tract infections. *Infect Immun;* 31: p. 564-70.
- **Hamburger J.** (1979). Petite encyclopédie médicale Guide de pratique médicale 15^{ème} édition, Édition Flammarion. PP : p.713-1402.
- **Hancock V., Ferrieres L., Klemm P.** (2007). Biofilm formation by asymptomatic and virulent urinary tract infections *Escherichia coli* strains. *FEMS MicrobiolLett;* 267: p. 30–7.
- **Hooton T.M.** (2001). Recurrent urinary tract infection in women. *Int J Antimicrob Agents.* 17: p.259–268.
- **Janda J.M., Abboti S.L.** (1998). Historical perspectives on the family Enterobacteriaceae. In the Enterobacteriaceae. Lippincott Raven Publishers. Philadelphia: p.1-7.
- **Jaworski M.P.** (2006). Kidney And Nephron. [en ligne] WIKIMEDIA COMMONS. Disponible sur « https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kidney_PioM.png » Consulté le 15 avril 2018.
- **Jaworski M.P. (2006).** Kidney And Nephron. [en ligne] WIKIMEDIA COMMONS. Disponible sur:

« https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AKidneyAndNephron-v4_Antares42.svg » Consulté le 17 mars 2018.

- **Johnson J.R.** (1991). Virulence factors in *Escherichia coli* urinary tract infection. *ClinMicrobiolRev.* 4: p.80–128.
- **Karki G.** (2017). Physiology of urine formation [en ligne] *Anat. Physiol.* Disponible sur « <http://www.onlinebiologynotes.com/physiology-urine-formation/> » Consulté le 16 avril 2018.
- **Kouta K.** (2009). Mémoire de fin d'étude. Infection urinaire chez les diabétiques adultes. Université Kasdi-merbah Ouargla, Ouargla.
- **Köves B., Wullt B.** (2016). The Roles of the Host and the Pathogens in Urinary Tract Infections. *Eur. Urol. Suppl.* 15, p.88–94. Disponibles sur « <https://doi.org/10.1016/j.eursup.2016.04.005> » Consulté le 20 avril 2018.
- **Lane M.C., Alteri C.J., Smith S.N., Mobley H.L.** (2007). Expression of flagella is coincident with uropathogenic *Escherichia coli* ascension to the upper urinary tract. *Proc Natl Acad Sci USA*; 104: p.69-74.
- **Larabi K., Masmoudi A., Fendri C.** (2003). Etude 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. Tunis. Vol 33, p 348-352.
- **Laville M., Martin X.** (2007). Néphrologie et urologie, soins infirmiers. 4^{ème} édition Jour des connaissances. N° 164, p 18-19.
- **Laville M., Xavier M.** (2003). Soins infirmiers aux Personnes atteintes d'affections néphrologiques et urologiques. 3^{ème} édition ; Edition Masson. Paris PP : p.113-115.
- **Mainil J.** (2003). facteurs de virulence et propriétés spécifiques des souches invasives d'*Escherichia coli*. Département des maladies infectieuses et parasitaire –Bactériologie. Faculté de Médecine vétérinaire. Université de Liège.
- **Marieb E.N.** (2008). Biologie humaine principes d'anatomie et de physiologie. 8^{ème} Edition –Paris.
- **Miles B.** (1997). *Oxalates de calcium (2H₂O) (Weddelite)*. [en ligne] L'analyse microscopique du sédiment urinaire. Disponible sur « <http://urine.optmq.connexence.com/Imdocfra/d25d001.html> » Consulté le 25 avril 2018.

- **Millemann Y.** (1998). Le pouvoir pathogènes des Salmonelles : facteurs de virulence et modèles d'étude *Veterinary Research, Bio Med Central*, 29(5). p.385-407.
- **Mohammedi S.** (2013). L'infection urinaire chez l'enfant : Méfiez-vous des complication-santé-MAG-vol 15, p 10-11.
- **Mondor H.** (2004). Les Infections urinaires hautes et basses parasitologie. France.
- **Morin Y.** (1998). Larousse médicale de la famille « les maladies des appareils digestif et urinaire ». Edition club France loisir. Paris. p. 22, 61, 95,96.
- **Moulin B., Peraldi M.** (2016). NEPHROLOGIE 7^{ème} édition. Paris : Ellipses Marketing. p .330-333-(Réussir l'ECN).
- **Murray P.R., Baron E.J., Pfaller M.A., et al.** (1999). Manuel of clinical Microbiology: *Entérobactériaceae*: Introduction and identification. Washington DC. 7th *American Society for Microbiology*. p.442-458.
- **Pilly E.** (2008). Maladies infectieuses et tropicales. 21^{ème} édition. Paris : vivactis plus. DL 2007. Chapitre 42 ,43. p 124, 131.
- **Querin S., Valiquette L.** (2000). Physiopathologie des maladies du rein et des voies urinaires. Maloine, Canada.
- **Ramé A., Théron S.** (2006). Anatomie et physiologie. Paris : Elsevier Masson. 318p.
- **Relman D., Falkow S.** (2009). A molecular perspective of microbial pathogenicity. In: G.L. Mandell, J.E. Bennett, R. Dolin (Eds.) *Mandell, Douglas, and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases*. ed 7. Churchill Livingstone/Elsevier, Philadelphia, PA.
- **Richard C., Keredjian M.** (1995). Méthodes de Laboratoire pour l'identification des bacilles à Gram négatif aérobies strictes : *Pseudomonas, Alcaligenes, Flavobacterium, Acinetobacter, Brucella, Bordetella*. Inst. Pasteur. 2^{ème} édition, 2 : p.22-26.
- **Rossant L., Rossant-Lumbroso J.** (2010). Encyclopédie médicale, les Infection urinaires.
- **Roubaud-baudron C., Gavazzi G.** (2014). Epidémiologie des bactériémies chez le sujet âgé. *cah. Année Gérologie*, p 102 -106.

- **Roussel-Delvallez M., Caillaux M., Cattoen C., Decoster A., Descamps D., Graveline N.** (2007). Prévalence de la résistance d'*E. coli* isolé de prélèvement d'origine urinaire au gastro-intestinal vis-à-vis l'association amoxicilline- acide clavulanique et de divers antibiotiques. 9(1). p 65-69.
- **Rubin R.H., Shapiro E.D., Andriole V.T., Davis R.J.** (1992). Evaluation of new anti-infective drugs for the treatment of urinary tract infection. Infectious Diseases Society of America and the Food and Drug Administration. *Clin Infect Dis.* 15: p. 216–S227.
- **Sagar A.** (2015). Catalase test-Principle, Uses, Procedure, Result Interpretation With Precautions. [en ligne] Online Microbiology Notes.Disponiblesur « <https://microbiologyinfo.com/catalase-test-principale-uses-procedurs-result-interpretation-with-precautions/>. » Consulté le 15 mai 2018.
- **Schaeffer A.J.** (1992). Infections of the urinary tract; Campbell's urology; Philadelphia: WB Saunders; p 731-806.
- **Schmiemann G., Gágyor I., Hummers-Pradier E., Bleidorn J.** (2013). Resistance profiles of urinary tract infections in general practice - An observational study. *BMC Urology* 12(1):33.
- **Schroeder M.** (2018). Science History images. [en ligne] Alamy Banque D'images. Disponible sur « <https://www.alamyimages.fr/photo-image-illustration-de-lanatomie-dun-glomerule-renal-a-gauche-est-la-structure-complete-dun-nephron-et-a-la-droite-est-un-schema-detaille-du-glomerule-du-rein-diagramme-montre-larteriole-afferente-capsule-de-bowman-larteriole-efferente-et-complique-proximal-tubul-103992138.html> » Consulté le 15 mai 2018.
- **Seck B.** (2005). Résidence des souches *E. coli* et de *K. pneumoniae* isolées d'infection urinaire. Thèse de doctorat en pharmacie université Cheikh AntaDiop-Dakar, p.22-53.
- **Sekhri N.** (2014). Etude Perspective sur les Infections urinaires au niveau de laboratoire privé El-Hayat de Daksi ; Mémoire de Master : Microbiologie. Université Mentouri Constantine. 92p.
- **Sekhsoukh Y., Chadli M., El Hamzaoui S.A.** (2008). Fréquence et sensibilité aux antibiotiques des bactéries isolées dans les urines. Médecine et maladies infectieuses Maroc. Vol 38.p.324-327.

- **SFM.** (2008). Comité de l'antibiogramme de la société française de Microbiologie.
- **Soraa N., Zouaghi L., Zahlane K., Admou B, Haouach K, Kachach M, Chaba L.** (2010). Epidémiologie et profil de sensibilité des isolats d'hémocultures dans un centre hospitalier universitaire Marocain. *Revue tunisienne d'infectiologie*.5(2). p. 78-81.
- **Sougakoff W., Trystram D.** (2003). Résistances aux β -lactamines. Université de Pierre et Marie Curie.78p.
- **Soula G.H., Picharde A., Soulav G., Kodioa.** (1990). Etude bactériologique des Infections urinaires à Bamako : orientation pratique. *Méd.AFR.Noire*, 37(5) : p.243-249.
- **Starr M.P., Stolp H., Truper H.G., Balows A., Schelegel H.G.** (1981). *The Prokaryotes Springer*.Introduction to the family Enterobacteriaceae. Berlin:p 1105-1127.
- **Stoica C.** (2012). API Colors Reading. [enligne] REGNUM PROKARYOTAE. Disponible sur « <http://www.tgw1916.net/Tests/api.html> » Consulté le 27 mai 2018.
- **Tenke P., Koves B., Johansen T.E.** (2014). An update on prevention and treatment of catheter-associated urinary tract infections. *Curr Opin Infect Dis*; 27:p.102–7.
- **Thabet L., Messade A.A., Meddeb B., Mbarek M., Turki A., Ben Redjeb S.** (2010). Bacteriological profil of urinary tract infection in women in AZIZA Othmana. *La Tunisie médicale*. 88(12). p.898-901.
- **TinyPic.** (2009). une société de partage de vidéos et de photos Photobucket .2018FOOTER_INFO2. [en ligne] Disponible sur « <http://tinypic.com/view.php?pic=15p5rhc&s=8#.WyPcHtJKjI> » Consulté le 17 mai 2018.
- **Tremblay Y., Hathroubi S., Jacques M.** (2014). les biofilms bactériens: leur importance en santé animale et en santé publique. p.110-116.
- **Vildé J.L., Mangin P.H., Stahl J.P., Botto H.** (2002). Conférence de Consensus Co-organisé par la SPILF et l'AFU Infections urinaires nosocomiales de l'adulte, Mercredi 27 novembre 2002-institut Pasteur, Paris, 45p.

- **Wikimedia Fondation.** (2010). recherche de l'oxydase. [en ligne] ACADEMIC. Disponible sur « [Fracademic.com/dic.nsf/fr_wiki/1416597](https://fr.wikipedia.org/wiki/1416597). » Consulté le 30 mars 2018.
- **Zogheib E., et Dupent H.** (2010). Entérobactéries mutirésistantes.p.135-165.

Les annexes

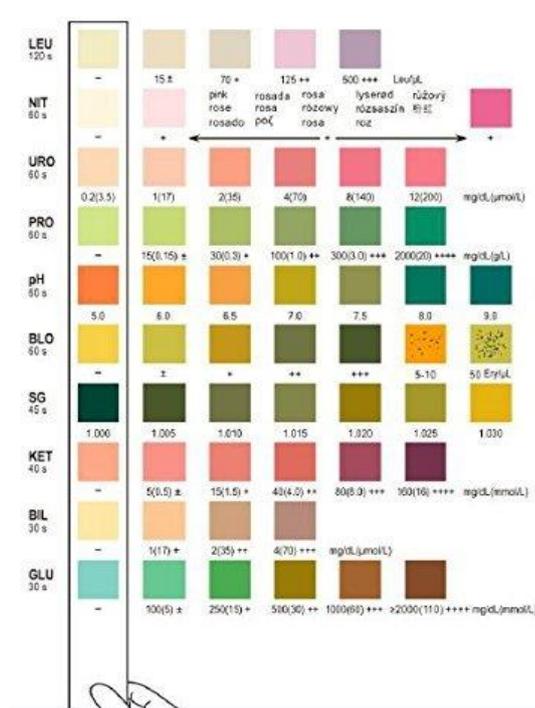


Figure : Echelle colorimétrique de référence des bandelettes urinaires (Consomed, 2000).

Violet de Gentiane

Violet de gentiane	01g
Ethanol à 90°C	100ml
Phénol	02g
Eau distillée.....	100ml

Lugol

Iode	01g
Iodure de patagium	02g
Eau distillée.....	300ml

Fuchsine

Fuchsine basique.....	01g
Alcool éthylique à 90°C.....	10ml
Phénol	05g
Eau distillée.....	10ml

Bleu de méthylène

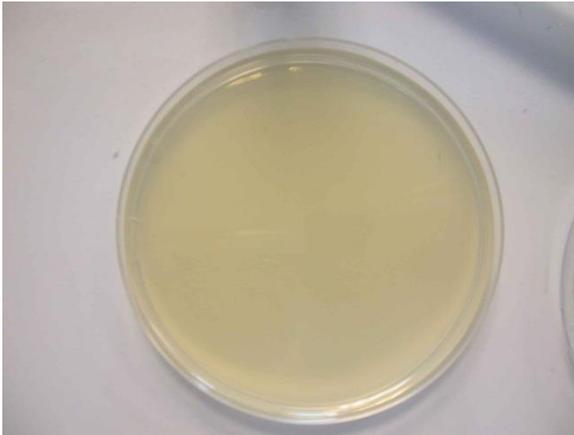
Bleu de méthyle	01g
Eau distillée.....	20ml
Acide lactique	20g
Glycérol	40g

La gélose nutritive

Objectif

Une gélose nutritive est un milieu gélosé qui permet la culture des micro-organismes en microbiologie.

Ce milieu permet à toutes les souches bactériennes de pouvoir pousser, à condition qu'elles soient non exigeantes.



Avant ensemencement



Après incubation

La composition chimique de ce milieu de culture en g/l d'eau distillée est :	
Extrait de viande de bœuf	1g
Extrait de levure.....	02g
Peptone.....	05g
Chlorure de sodium.....	05g
Gélose.....	15g
pH.	7,4

Gélose Muller- Hinton

Objectif

Le milieu est utilisé pour la réalisation des antibiogrammes. Sa formule, sa concentration en magnésium et en calcium, son pH sont adaptés à la pratique de l'antibiogramme ainsi qu'aux tests de sensibilité à divers antibiotiques. Pour les germes exigeants, le milieu Muller-Hinton additionné de sang est utilisé (la gélose au sang est préconisée pour l'étude des streptocoques).



Avant ensemencement



Après incubation

La composition chimique de ce milieu de culture en g/l d'eau distillée est :	
Infusion de viande de bœuf	300g
Hydrolysate de caséine.....	17,5g
Amidon	1,5g
Gélose.....	10g
pH.....	7

Milieu BCP

Objectif

Ce milieu facilite la différenciation des colonies par le caractère lactose. Il inhibe l'envahissement de la surface de la boîte par des nappes de *Proteus* car il ne contient pas d'électrolytes.

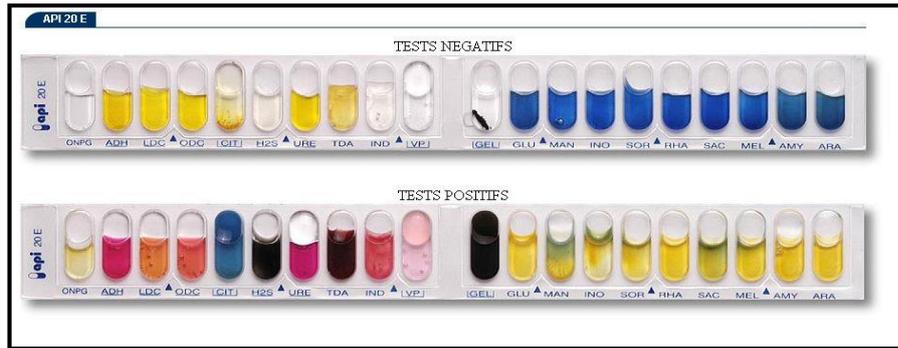


Avant ensemencement

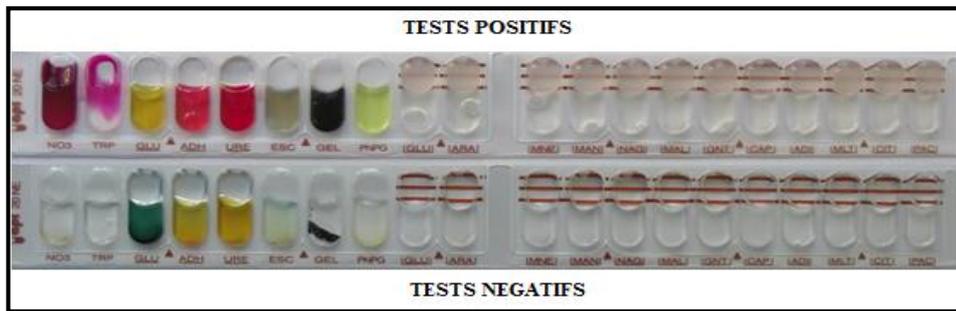


Après incubation

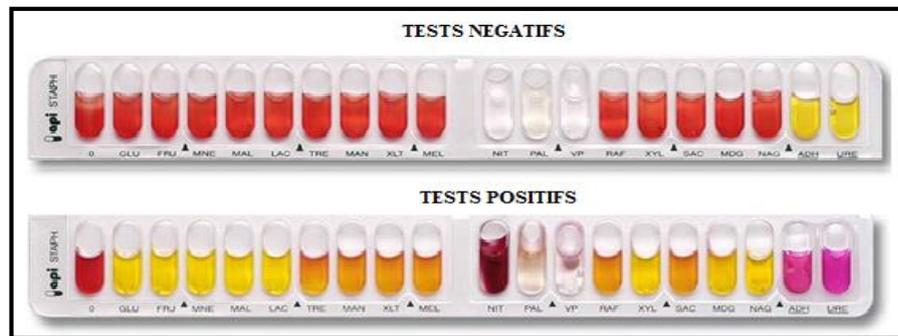
La composition chimique de ce milieu de culture en g/l d'eau distillée est :	
Peptone	05g
Extrait de viande	03g
Lactose.....	10g
Agar	15g
Pourpre de bromocrésol.....	0,025g
Eau physiologique.....	1L
pH.....	7



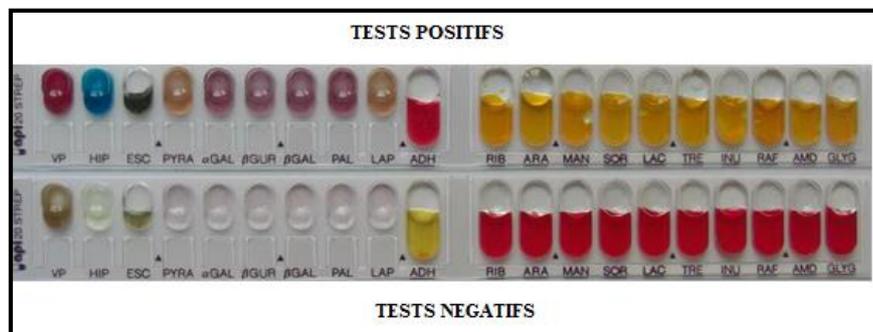
Résultats de la galerie API® 20E (TinyPic, 2009).



Résultats de la galerie API® 20NE (Stoica, 2012).



Résultats de la galerie API® 20Staph (Chandler *et al.*, 2017).



Résultats de la galerie API® 20Strep (Stoica, 2012).

Tableau d'identification de la galerie API 20E (BioMérieux SA, 2009).

Test	Composants actifs	QTE (mg/cup)	Réaction /enzymes	Négatif	Positif
ONPG	2-nitophényl β D-galactopyranoside	0.223	β -galactosidase	Incolore	Jaune ⁽¹⁾
<u>ADH</u>	L-arginine	1.9	Arginine DiHydrolase	Jaune	Rouge/orangé ⁽²⁾
<u>LDC</u>	L-lysine	1.9	Lysine décarboxylase	Jaune	Rouge /orangé ⁽²⁾
<u>ODC</u>	L- Ornithine	1.9	Ornithine décarboxylase	Jaune	Rouge /orangé ⁽²⁾
CIT	Trisodium citrate	0.756	Utilisation de citrate	Vert pale /jaune	Bleu vert /bleu ⁽³⁾
H ₂ S	Sodium thiosulfate	0.075	Production d'H ₂ S	Incolore /grisâtre	Dépôt noir /fin liseré
<u>URE</u>	Urée	0.76	Uréase	Jaune	Rouge /orangé ⁽²⁾
TDA	L-tryptophane	0.38	Tryptophane Désamynase	<u>TDA/ immédiat</u>	
				Jaune	Marron-rougeâtre
IND	L-tryptophane	0.19	Production d'indole	<u>JAMES/ immédiat</u>	
				Incolore vert pâle/ jaune	Rose
VP	Sodium pyruvate	1.9	Production d'acétoïne	<u>VP1+VP2/ 10 min</u>	
				Incolore-rose pale	Rose, rouge ⁽⁵⁾
GEL	Gélatine	0.6	Gélatinase(Gélatine)	Non diffusion	Diffusion du pigment noir
GLU	D-glucose	1.9	Fermentation / Oxydation (Glucose) ⁽⁴⁾	bleu / bleu-vert	Jaune –jaune gris
MAN	D-mannitol	1.9	Fermentation / Oxydation (Mannitol) ⁽⁴⁾	bleu / bleu-vert	Jaune
INO	Inositol	1.9	Fermentation /oxydation (Inosole) ⁽⁴⁾	bleu / bleu-vert	Jaune
SOR	D-sorbitol	1.9	Fermentation/oxydation (sorbitol) ⁽⁴⁾	bleu / bleu-vert	Jaune
RHA	L-rhamnose	1.9	Fermentation/oxydation	bleu /	Jaune

			(rhamnose) ⁽⁴⁾	bleu-vert	
SAC	D-saccharose	1.9	Fermentation/oxydation (saccharose) ⁽⁴⁾	bleu / bleu-vert	Jaune
MEL	D-melibiose	1.9	Fermentation /oxydation (melibiose) ⁽⁴⁾	Bleu / Bleu-vert	Jaune
AMY	Amygdaline	0.57	Fermentation /oxydation (Amygdaline) ⁽⁴⁾	Bleu / Bleu-vert	Jaune
ARA	L-arabinose	1.9	Fermentation /oxydation (Arabinose) ⁽⁴⁾	Bleu / Bleu-vert	Jaune
OX	(Voir notice du test Oxydase)		Cytochrome-oxydase	(Voir notice du test Oxydase)	

(1) Une très légère couleur jaune est également positive

(2) Une couleur orange apparaissant après 36-48 H d'incubation doit être considérée négative.

(3) Lecture dans la cupule (Zone aérobie)

(4) La fermentation commence dans la partie intérieure des tubes, l'oxydation commence dans la cupule.

(5) Une légère coloration rose apparaissant après 10 minutes doit être lue négative.

- Les quantités indiquées peuvent être ajustées en fonction des titres des matières premières.
- Certaines cupules contiennent des composants d'origine animale, notamment des peptones

Tableau d'identification de la galerie API NE (BioMérieux SA, 2009).

Tests	Composants actifs	QTE (mg/cup)	Réaction / enzymes	Résultats	
				Négatif	Positif
NO₃	Potassium nitrate	0,136	Réduction des Nitrates en nitrites	NIT 1 + NIT 2 / 5 min	
			Réduction des Nitrates en azote	Rose rouge	Incolore
TRP	L-tryptophane	0,2	Formation d'indole (tryptophane)	Zn / 5 min	
				Rose	Incolore
GLU	D-glucose	1,92	Fermentation (Glucose)	JAMES / immédiat	
				bleu à vert	Rose
ADH	L-arginine	1,92	Arginine di-Hydrolase	Jaune	Orange / Rose / Rouge
URE	Urée	0,76	Uréase	Jaune	Orange / Rose / Rouge
ESC	Esculine citrate de fer	0,56 0,072	Hydrolyse (E-glucosidase) (Esculine)	Jaune	Gris / Marron / Noir
GEL	Gélatine (origine bovine)	0,6	Hydrolyse (protéase) (Gélatine)	Pas de diffusion du pigment	Diffusion du pigment noir
PNPG	4-nitrophényl-EDgalactopyranoside	0,22	E-galactosidase (Para-NitroPhényl-β-D-Galactopyranosidase)	Incolore	Jaune
GLU	D-glucose	1,56	assimilation (Glucose)	Transparence	Trouble
ARA	L-arabinose	1,4	assimilation (Arabinose)	Transparence	Trouble
MNE	D-mannose	1,4	assimilation (Mannose)	Transparence	Trouble
MAN	D-mannitol	1,36	assimilation (Mannitol)	Transparence	Trouble
NAG	N-acétyl-glucosamine D-maltose	1,28	assimilation (N-Acétyl-Glucosamine)	Transparence	Trouble
MAL	Maltose	1,4	assimilation (Maltose)	Transparence	Trouble
GNT	Gluconate	1,84	assimilation (Potassium gluconate)	Transparence	Trouble
CAP	Acide caprique	0,78	assimilation (Acide caprique)	Transparence	Trouble
ADI	Acide adipique	1,12	assimilation (Acide adipique)	Transparence	Trouble
MLT	Acide malique	1,56	assimilation (Acide malique)	Transparence	Trouble
CIT	Tri sodium citrate	2,28	assimilation (Tri sodium citrate)	Transparence	Trouble
PAC	Acide phénylacétique	0,8	assimilation (Acide phénylacétique)	Transparence	Trouble

Tableau d'identification de la galerie API STAPH (BioMérieux, 2009).

Tests	Composants Actifs	QTE (mg/cu p.)	Réactions/ enzymes	Résultats	
				Négatif	Positif
0	Aucun		(Témoin négatif)	Rouge	-
GLU	D-glucose	1,56	(Témoin positif) (D Glucose)	Rouge *	Jaune
FRU	D-fructose	1,4	Acidification (D-Fructose)		
MNE	D-mannose	1,4	Acidification (D-Mannose)		
MAL	D-maltose	1,4	Acidification (Maltose)		
LAC	D-lactose	1,4	Acidification (Lactose)		
TRE	D-tréhalose	1,32	Acidification (D-Tréhalose)		
MAN	D-mannitol	1,36	Acidification (D-Mannitol)		
XLT	Xylitol	1,4	Acidification (Xylitol)		
MEL	D-mélibiose	1,32	Acidification (D-Mélibiose)		
NIT	Nitrate de potassium	0,08	Réduction des Nitrates en nitrites	NIT 1 + NIT 2 /10 min	
				Incolore Rouge	-rose pâle
PAL	β-naphtyl phosphate	0,0244	Phosphatase Alcaline	ZYM A + ZYM B/10 min	
				Jaune	violet
VP	sodium pyruvate	1,904	Production d'acétyl méthyl-carbinol (Voges Proskauer)	VP 1 + VP 2 / 10 min	
				incolore-violet	rose-rose pâle
RAF	D-raffinose	1,56	Acidification (Raffinose)	Rouge	Jaune
XYL	D-xylose	1,4	Acidification (Xylose)		
SAC	D-saccharose	1,32	Acidification (Saccharose)		
MDG	méthyl-α-D-glucopyranoside	1,28	Acidification (Méthyl-α-D-glucopyranoside)		
NAG	N-acétyl-glucosamine	1,28	Acidification (N-Acétyl-Glucosamine)		
ADH	L-arginine	1,904	Arginine Di Hydrolase	Jaune	orange-rouge
URE	Urée	0,76	Uréase	Jaune	rouge-violet

- Les tests d'acidification doivent être lus comparativement aux témoins négatifs (0) et positifs (GLU).
- Les tests MNE et XLT peuvent être oranges, lorsqu'ils sont entourés ou précédés de tests positifs. On doit alors les considérer comme négatifs.
- Les quantités indiquées peuvent être ajustées en fonction des titres des matières premières.
- Certaines cupules contiennent des composants d'origine animale, notamment des peptones

Tableau d'identification de la galerie API STREP (BioMérieux SA, 2009).

Tests	Composants actifs	QTE (mg/cup)	Réactions /Enzymes	Résultats			
				Négatifs		Positifs	
VP	Sodium pyruvate	1.9	Production d'acétoïne (Vogues Proskauer)	<u>VP1+VP2/jusqu'à 10min</u> ⁽³⁾			
				Incolore		Rose –rouge	
HIP	Acide hippurique	0.4	Hydrolyse (acide HIP purique)	<u>NIN/jusqu'à 10min</u>			
				Incolore /bleu pâle/ gris –bleuté		Bleu foncé/violet	
ESC	Esculine citrate de fer	1.16 0.152	Hydrolyse β -glucosidase (Esculine)	4h	24h	4h	24h
				Incolore /jaune pâle	Incolore/ jaune pâle/ gris clair	Noir Gris	Noir
PYRA	Acide pyroglutamique – β - naphtylamide	0.0256	PYRrolidonyl Arylamidase	<u>ZYM A +ZYM B +/10min</u> (PYRA à LAP) ⁽¹⁾ Au besoin décoloré par éclaircissement intense			
				Incolore ou orange très pâle		Orange	
Agal	6-bromo-2-naphtyl- α D- galactopyranosie	0.0376	α –Galactosidase	Incolore		Violet	
Bgur	Acide naphtol-ASBI – glucuronique	0.0537	β -GIUcuRonidase	Incolore		Bleu	
β GAL	2-naphtyl- β D- galactopyranoside	0.0306	β Galactosidase	Incolore ou violet très pâle		Violet	
PAL	2-naphtyl phosphate	0.0244	Phosphatase Alcaline	Incolore ou violet très pâle		Violet	
LAP	L-leucine- β -naphtylamide	0.0256	Leucine AminoPeptidase	Incolore		Orange	

<u>ADH</u>				Jaune		Rouge	
<u>RIB</u>	D-ribose	1.4	Arginine di Hydrolase	4h	24h	4h	24h
<u>ARA</u>	L-arabinose	1.4	Acidification (RIBose)	Rouge	Orange /Rouge	Orange/ Jaune	Jaune
<u>MAN</u>	D-mannitol	1.36	Acidification (ARABinose)				
<u>SOR</u>	D-sorbitol	1.36	Acidification (MANitol)				
<u>LAC</u>	D-lactose	1.4	Acidification (SORbitol)				
<u>TRE</u>	D-tréhalose	1.32	Acidification (LACtose)				
<u>INU</u>	Inuline	5.12	Acidification (TREhalose)				
<u>RAF</u>	D-raffinose	3.12	Acidification (INUline)				
<u>AMD</u>	Amidon ⁽²⁾	2.56	Acidification (RAFfinose)				
<u>GLYG</u>	Glycogène	1.28	Acidification (AMDidon)	Rouge ou orange		Jaune franc	

⁽¹⁾ Lors d'une deuxième lecture après 24 heures d'incubation, on peut remarquer un dépôt dans les tubes où ont été ajoutés les réactifs ZYM A et ZYM B.

Ce phénomène est normal et ne doit pas être pris en considération.

⁽²⁾ L'acidification de l'amidon est fréquemment moins forte que celle des autres sucres.

⁽³⁾ Une coloration rose pâle obtenue après 1 minute doit être considérée négative.

Tableau des valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition pour les entérobactéries (CLSI, 2011).

Antibiotiques Testés	Charge des disques	Diamètre critique (mm)			CMI critiques (µg/ml)		
		R	I	S	R	I	S
Amoxicilline	10µg	<13	14-16	>17	>32	16	<8
Amoxicilline + Ac. Clavulanique	20/10 µg	<13	14-17	>18	>32/16	16/8	<8/4
Ampicilline	10µg	<13	14-16	>17	>32	16	<8
Amikacine	10 µg	<14	15-16	>17	>64	32	<16
Gentamicine	10 µg	<12	13-14	>15	>16	8	<4
Cefoxitine	30 µg	<14	15-17	>18	>32	16	<8
Ticaracilline	75 µg	14	/	15	129	/	54
Colistine	/	/	/	/	/	/	/
Ciprofloxacine	5 µg	<15	16-20	>21	>4	2	<1
Acide nalidixique	30 µg	<13	14-18	>19	>32	/	<16

Tableau des valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition pour *Pseudomonas aeruginosa* (CLSI, 2011).

Antibiotiques Testés	Charge des disques	Diamètre critique (mm)			CMI critiques (µg/ml)		
		R	I	S	R	I	S
Amoxicilline	10µg	<13	14-16	>17	>32	16	<8
Amoxicilline + Ac. clavulanique	20/10 µg	<13	14-17	>18	>32/16	16/8	<8/4
Ampicilline	10µg	<13	14-16	>17	>32	16	<8
Céphalosporine	10 µg	<14	15-16	>17	>64	32	<16
L'imipinem	10 µg	<13	14-15	>16	>16	8	<4
L'amikacine	30 µg	<14	15-17	>18	>32	16	<8
Gentamycine	10 µg	<12	13-14	>15	>16	8	<4
Kanamycine	/	/	/	/	/	/	/
Colistine	10 µg	<10	16-20	/	>8	4	<2

Tableau des valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition pour *Streptococcus spp.* (CLSI, 2011).

Antibiotiques Testés	Charge des disques	Diamètre critique (mm)			CMI critiques (µ g/ml)		
		R	I	S	R	I	S
Pénicilline	10 UI	/	/	>17	>4	0.25-2	<0.12
Erythromycine	15 µg	<15	16-20	>21	>1	/	<0.25
Tétracycline	30 µg	<18	19-22	>23	>8	/	<2
Amoxicilline	10 µg	/	/	>24	>8	0.5-4	<0.25

Répartition des résultats de l'ECBU selon les cas positifs, négatifs et contaminés (n = 250).

Cas	Nombre	Pourcentage (%)
Positifs	116	46.4
Négatifs	129	51.6
Contaminés	5	2
Total	250	100

Les bactéries responsables des infections urinaires et leurs pourcentages

Bactéries		Nb de cas	Pourcentage
Entérobactéries	<i>E. coli</i>	51	44,01%
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	8	6.90%
	<i>Klebsiella spp.</i>	2	1.72%
	<i>K. terrigena</i>	1	1,72%
	<i>Proteus mirabilis</i>	2	1.72%
	<i>Enterobacter cloacae</i>	8	6.90%
	<i>Citrobacter freundii</i>	2	1.72%
	<i>C. koseri</i>	2	0,86%
<i>Pseudomonas</i>	<i>P. aeruginosa</i>	10	8.61%
<i>Staphylococcus</i>	<i>S. aureus</i>	5	4.31%
	<i>S. xylocus</i>	1	0.86%
	<i>S. epidermidis</i>	2	1.72%
	<i>S. hominis</i>	1	0.86%
	<i>Staphylococcus</i> à coagulase (-)	2	1.72%
<i>Enterococcus</i>	<i>Enterococcus spp</i>	2	1.72%
	<i>E. faecium</i>	3	2.59%
	<i>E. faecalis</i>	4	3.45%
	<i>E. cerius</i>	1	0.86%
<i>Aerococcus</i>	<i>A. viridans</i>	1	0.86%
<i>Acinetobacter</i>	<i>A. baumannii</i>	1	0.86%
<i>Streptococcus</i>	<i>Streptococcus spp</i>	6	5.17%
Bacilles non fermentaire		1	0.86%

Résistance et sensibilité d'*E. Coli* aux antibiotiques (n = 51)

Antibiotiques	Résistance		Sensibilité	
	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
AMX	49	95%	2	5%
AMC	49	95%	2	5%
AM	49	95%	2	5%
CN	41	80%	10	20%
AN	0	0%	51	100%
GM	4	7,9%	47	92,1%
PEF	16	31,43%	35	68,57%

AMX : Amoxicilline, AMC : Association Amoxicilline Et Acide Clavulanique, AM : Ampicilline, CN : Céfalexine, AN : Amikacine, GM : Gentamycine, PEF : Pefloxacine

Résistance et sensibilité de *Pseudomonas aeruginosa* aux antibiotiques (n = 10)

Antibiotique	Résistance		Sensibilité	
	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
AMX	10	100%	0	0%
AM	10	100%	0	0%
AMC	10	100%	0	0%
CPN	10	100%	0	0%
IMP	0	0%	10	100%
AN	0	0%	10	100%
GM	0	0%	10	100%
K	0	0%	10	100%
CL	0	0%	10	100%

AMX : Amoxicilline, AM : Ampicilline, AMC : Association Amoxicilline Et Acide Clavulanique, CPN : Céphalosporine De Première Génération, IMP : Imipinem, AN : Amikacine, GM : Gentamycine, K : Kanamycine, CL : Colestine

Résistance et sensibilité de *Klebsiella pneumoniae* aux antibiotiques (n=08)

Antibiotique	Résistance		Sensibilité	
	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
AMX	8	100%	0	0%
CFN	8	100%	0	0%
TIR	8	100%	0	0%
CIN	3	40%	5	60%
CL	0	0%	8	100%
ANQ	4	50%	4	50%

AMX : Amoxicilline, CFN : Cefoxitine, TIR : Ticarcilline, CIN : Ciprofloxacine, CL : Colestine, ANQ : Acide Nalixidique.

Résistance et sensibilité de *Streptococcus spp.* aux antibiotiques (n = 06)

Antibiotiques	Résistance		Sensibilité	
	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
PN	6	100%	0	0%
EN	2	40%	4	60%
LN	2	40%	4	60%
TN	2	30%	4	70%
AMX	0	0%	6	100%

PN : Pénicilline, EN : Erythromycine, LN : Lincomycine, TN : Tétracycline, AMX : Amoxicilline.

Les bactéries responsables des infections urinaires

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie Moléculaire des Microorganismes

Résumé

Depuis des années, l'infection urinaire (IU) est l'infection bactérienne la plus commune et la cause d'un fardeau important pour les ressources du système de santé, car elle peut toucher plusieurs organes du système urinaire (vessie, rein, urètre, prostate).

Ce travail a été réalisé au laboratoire de Bactériologie de L'Etablissement Hospitalo-Sanitaire (EHS) DAKSI de Constantine, afin d'isoler et d'identifier les bactéries responsables des infections urinaires. La méthode suivie repose sur les bandelettes urinaires, l'examen macroscopique ainsi que sur l'examen cyto bactériologique des urines (ECBU).

Parmi les 250 ECBU effectués, 129 sont négatifs, 116 ont répondu aux critères de positivité, et 5 cas seulement sont contaminés. Les résultats épidémiologiques ont montré que les entérobactéries représentent la grande majorité des bactéries responsables des IU (65.55%), dont l'*Escherichia coli* est l'espèce la plus incriminée (44.01%), puis les staphylocoques et les *Pseudomonas aeruginosa* qui représentent (9.47%) et (8.61%) respectivement.

L'antibiogramme des souches bactériennes a révélé une importante résistance aux β -lactamines et plus particulièrement à l'amoxicilline et l'ampicilline pour la plupart des entérobactéries et aussi le *Pseudomonas aeruginosa*. Par contre les souches de *Streptococcus spp* sont totalement sensibles à l'amoxicilline et présentent une résistance totale à la pénicilline.

L'IU n'est qu'une maladie dont il faut retrouver la cause afin de combattre le germe responsable par l'antibiothérapie et corriger parfois chirurgicalement une éventuelle cause organique qui serait grave d'ignorer.

Mots clés : Infection urinaire, Examen cyto bactériologique des urines, Résistance aux antibiotiques, Bactéries responsables de l'infection urinaire.

Laboratoire : Laboratoire de Bactériologie de L'Etablissement Hospitalo-Sanitaire (EHS) DAKSI de Constantine.

Jury d'évaluation :

Présidente du jury : ABDELAZIZ Wided (Maître assistante « A » - UFM Constantine).

Rapporteuse : GACI Meriem (Maître assistante « A » - UFM Constantine).

Examinatrice : BOUCHLOUKH Warda (Maître assistante « A » - UFM Constantine).

Date de soutenance : 21/06/2018