



UNIVERSITÉ
Abdelhamid Ibn Badis
MOSTAGANEM

République Algérienne Démocratique et Populaire
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
Faculté Des Sciences de La Nature et de La Vie
Département de Biologie

Mémoire
Présenté pour l'obtention du diplôme de
MASTER EN SCIENCES BIOLOGIQUES

Spécialité : Biochimie Appliquée

Par
BOUGUessa NOR HOUDA
&
HAMMOU DJOUHER

Thème :

Intérêt de la chimie des urines dans le diagnostic
des infections urinaires

Soutenu le 23/06/2024 devant le jury composé de :

Présidente	REBAI OUAFA	Professeur	Université de Mostaganem
Encadreur	ARABI ABED	MCB	Université de Mostaganem
Examinatrice	BENSLIMANE SABRIA	MAB	Université de Mostaganem
Co-encadreur	BENOTMANE KAMEL	Docteur	Université de Relizane

Année Universitaire : 2023/2024

dédicace



Je dédie ce mémoire :

*À ceux qui ont été ma source d'inspiration et de soutien tout au long
de cette aventure académique.*

À

Mes parents,

Mes frères et sœurs,

Ma famille, ainsi qu'à tous mes amis.

هُدَايَا



Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes très **chers parents**, « sources de tendresse et de générosité, de soutien et de sacrifice »,
que dieu puisse leur accorder santé, bonheur et longue vie.

A mes très **chers frères** et **adorables sœurs**, pour leurs encouragements et leurs supports.

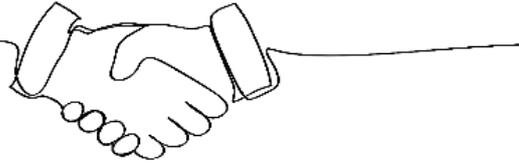
A mes chères amies, en témoignage de l'amitié et des souvenirs qui nous ont unis.

A toutes les personnes qui ont contribué à mon épanouissement personnel et académique, je
leur témoigne amour sincère et fidélité.

Avec toute ma gratitude sincère.

جوهر

REMERCIEMENT



Nos remerciements vont tout d'abord :

- *A* Dieu, tout puissant, source de toutes connaissances.
- *A* notre directeur de mémoire, **Mr. ARABI A.**, Maître de conférence à l'université de Mostaganem, pour son aide et ses conseils avisés tout au long de la rédaction de ce mémoire.
- *A* notre co-directeur **Mr. BENOTMANE K.**, Doctorant à l'université de Relizane, pour sa patience, sa disponibilité et ses connaissances qui ont contribué à alimenter notre réflexion afin de mener ce travail à bon port.
- *Au* premier responsable de la structure d'accueil (laboratoire d'Analyses Biologiques et Médicales), **Dr. ETTALHI M.**, pour sa généreuse contribution dans la réalisation du présent travail. Qu'il trouve ici un hommage vivant à sa haute personnalité.
- *Aux* membres du jury, pour l'intérêt qu'ils ont porté à cette étude, en acceptant d'examiner et d'évaluer ce travail, plus particulièrement **Mme. REBAI Ouafa**, Présidente du jury et Professeur à l'université de Mostaganem, ainsi que **Mme BENSLIMANE Sabria**, Maître de conférence à l'université de Mostaganem.
- *A* l'équipe pédagogique de l'université de Mostaganem, pour la richesse et la qualité des enseignements fournis tout au long de nos années d'études.
- *A* **M. NAIMI Mehdi**, MCA à l'université de Mostaganem, pour son aide précieuse dans le traitement statistique des données. Son expertise et son soutien ont été essentiels pour la réalisation de ce travail.
- *Nous* remercions également tout le personnel du laboratoire d'accueil, en particulier Mlle : **Lamia, Ouafa, Houria, Yasmine, Hayam, Rihab, Tourkia, Amina, Belkacem** et **Mohamed**, pour le soutien technique et la bonne humeur.
- *Un* autre immense remerciement à ceux qui font notre bonheur, nos parents, sans oublier nos frères et sœurs.

جوهر ونور الهدى

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم فعالية شرائط فحص البول في التشخيص السريع لعدوى الجهاز البولي من خلال مقارنة نتائجها مع طرق زراعة البول التقليدية. تتكون عينة الدراسة من 68 مريضاً، أغلبيتها من النساء (61.76%) وأقليتها من الرجال (38.24%)، وقد تم التركيز في تحليلنا هنا على مجموعة من المعايير الكيميائية للبول، بالإضافة إلى نتائج زراعة العينات والملاحظات المجهرية.

أظهرت نتائج الدراسة وجود ترابطات مهمة بين المعايير الكيميائية المدروسة وأنواع البكتيريا المُحددة. كانت *E. coli* البكتيريا الأكثر شيوعاً بمعدل (41.5%)، وخصوصاً في البول ذو الكثافة المنخفضة والـ pH الحمضي، وارتبط وجود الجنس البكتيري *Enterococcus* (27%) بوجود الجلوكوز والبروتينات، لكنه غاب في وجود النيتريت. كذلك ارتبط وجود الجنس البكتيري *Streptococcus* (7.7%) مع معدلات الـ pH المرتفعة ووجود الكريات البيضاء، وكانت البكتيريا العنقودية *Staphylococcus* (7.7%) أكثر تواجداً عند معدل pH يفوق الـ 5.5 في العينات ذات الكثافة العالية، ولكنها غابت في وجود كريات الدم الحمراء. بالنسبة للجنس البكتيري *Klebsiella*، تواجد هذا الأخير بمعدل (6.2%) في غياب البروتينات وعند معدلات pH حامضية، وغابت *Candida* تماماً عند $pH \leq 6.25$ ولكنها كانت موجودة عند pH يفوق الـ 6.25. بالنسبة لـ *Pseudomonas*، تواجدت بشكل رئيسي عند كثافة أعلى من 1027.5، وغابت *Neisseria* في غياب كريات الدم الحمراء، ووجود البروتينات، وعند كثافة ≥ 1017.5 ، إلا أنها تواجدت بوجود كريات الدم الحمراء (3.4%)، بدون بروتينات (9.1%)، وعند كثافة أقل من 1017.5 بنسبة (14.3%). تؤكد هذه الترابطات أن شرائط فحص البول يمكن أن توفر مؤشرات سريعة وقيمة حول عدوى الجهاز البولي، مما يسهل الإدارة السريعة والفعالة للمرضى.

الكلمات المفتاحية: عدوى الجهاز البولي، شرائط الفحص، كيمياء البول، زراعة البول، البكتيريا المسببة.

Résumé

Cette étude vise à évaluer l'efficacité des bandelettes réactives pour le diagnostic rapide des infections urinaires en comparant leurs résultats à ceux des méthodes traditionnelles de culture d'urine. La population d'étude se compose de 68 malades, avec une majorité de femmes (61,76%) et une minorité d'hommes (38,24%). L'analyse a porté sur divers paramètres chimiques des urines, ainsi que sur les résultats de cultures d'urine et les observations microscopiques.

Les résultats ont montré des corrélations significatives entre les paramètres chimiques et les types de bactéries identifiées. *Escherichia coli* était le germe le plus fréquent (41,5%), particulièrement présent dans des urines à faible densité et pH acide. *Enterococcus* (27%) était associé à la présence de glucose et de protéines, mais absent en présence de nitrites. *Streptococcus* (7,7%) montrait une corrélation avec un pH élevé et la présence de leucocytes. *Staphylococcus* (7,7%) était plus fréquent à un pH supérieur à 5,5 et une densité élevée, mais absent en présence de sang. *Klebsiella* (6,2%) était présent en absence de protéines et à pH acide. *Candida* montrait une absence totale à $\text{pH} \leq 6,25$, mais était présente à $\text{pH} > 6,25$. *Pseudomonas* était principalement présent à une densité supérieure à 1027,5. *Neisseria* était absente en absence d'hématies, en présence de protéines, et avec une densité $\leq 1017,5$, mais présente avec des hématies (3,4%), sans protéines (9,1%), et à une densité $> 1017,5$ (14,3%). Ces corrélations confirment que les bandelettes réactives peuvent fournir des indications précieuses et rapides sur les infections urinaires, facilitant une prise en charge rapide et efficace des patients.

Mots clés : infections urinaires, Bandelettes réactives, chimie des urines, culture d'urine, germes responsables

Abstract

This study aims to evaluate the effectiveness of urine dipsticks for the rapid diagnosis of urinary tract infections (UTIs) by comparing their results with those of traditional urine culture methods. The study population consists of 68 patients, with a majority of women (61.76%) and a minority of men (38.24%). The analysis focused on various urine chemical parameters, as well as urine culture results and microscopic observations.

The results showed significant correlations between chemical parameters and the types of bacteria identified. *Escherichia coli* was the most frequent bacterium (41.5%), particularly present in urine with low specific gravity and acidic pH. *Enterococcus* (27%) was associated with the presence of glucose and proteins but absent in the presence of nitrites. *Streptococcus* (7.7%) showed a correlation with high pH and the presence of leukocytes. *Staphylococcus* (7.7%) was more frequent at a pH above 5.5 and high density but absent in the presence of blood. *Klebsiella* (6.2%) was present in the absence of proteins and at acidic pH. *Candida* was entirely absent at $\text{pH} \leq 6.25$ but present at $\text{pH} > 6.25$. *Pseudomonas* was mainly present at a specific gravity above 1027.5. *Neisseria* was absent in the absence of red blood cells, in the presence of proteins, and at specific gravity ≤ 1017.5 but present with red blood cells (3.4%), without proteins (9.1%), and at specific gravity > 1017.5 (14.3%).

These correlations confirm that urine dipsticks can provide valuable and rapid indications of UTIs, facilitating quick and effective patient management.

Keywords: urinary tract infections, dipsticks, urine chemistry, urine culture, causative bacteria.

Liste des tableaux

N° du tableau	Titre du tableau	Pages
01	Répartition des patients en fonction du sexe.	34
02	Répartition des patients en fonction de l'âge.	34
03	Répartition des malades en fonction de l'aspect macroscopique des urines.	35
04	Fréquence des germes responsables d'infections urinaires.	36
05	Aspect macroscopique des colonies bactériennes sur des milieux de culture différentiel.	37
06	Résultats de l'observation microscopique après coloration de Gram.	38
07	Résultats des tests clés (catalase, oxydase et TSI) de pré-identification.	38
08	Résultats du test de sensibilité aux antibiotiques.	40
09	Résultats d'analyse chimique des urines.	41
10	Résultats du paramètre densité.	41
11	Résultats du paramètre pH.	41
12	Résultat de la cytologie urinaire après analyse microscopique.	42

Liste des figures

N° de la figure	Titre de la figure	Pages
01	Schéma du système urinaire	5
02	Structure rénale après section transversale	5
03	Les uretères (canaux musculaires situés entre les reins et la vessie).	6
04	Structure d'accueil	25
05	Bandelettes urinaires	29
06	Aspect macroscopique de quelques colonies bactériennes sur un milieu de culture différentiel, cas du Chromagar orientation.	37
07	Importance relatives des variables (densité et pH) et leur corrélation avec la présence du germe <i>E. coli</i> dans une infection urinaire.	44
08	Importance relatives des variables (protéines, sang, nitrites, glucose, leucocytes) et leur corrélation avec la présence du germe <i>Enterococcus</i> dans une infection urinaire.	45
09	Importance relatives des variables (pH, densité et leucocytes) et leur corrélation avec la présence du germe <i>Streptococcus</i> dans une infection urinaire.	46
10	Importance relatives des variables (sang, densité) et leur corrélation avec la présence du germe <i>Staphylococcus</i> dans une infection urinaire.	47
11	Importance relatives des variables (protéines, pH) et leur corrélation avec la présence du germe <i>Klebsiella</i> dans une infection urinaire.	48
12	Importance relatives des variables (pH) et leur corrélation avec la présence du germe <i>Candida</i> dans une infection urinaire.	49
13	Importance relatives des variables (densité) et leur corrélation avec la présence du germe <i>Pseudomonas</i> dans une infection urinaire.	50
14	Importance relatives des variables (Hématie, protéines, densité) et leur corrélation avec la présence du germe <i>Neisseria</i> dans une infection urinaire.	51

Liste des abréviations

ECBU	: Etude Cytobactériologique des Urines
BU	: Bandelette urinaire
IST	: Infection Sexuellement Transmissible
TDM	: Tomodensitométrie
IRM	: Imagerie par Résonance Magnétique
IU	: Infection Urinaire
TSI	: Triple Sugar Iron
MH	: Mueller – Hinton
cm	: centimètre
ml	: millilitre
pH	: potentiel d'hydrogène
tr	: tours
min	: minute
S	: Sensible
R	: Résistant
I	: Intermédiaire
CN	: Gentamycine
DXT	: Doxycyclin
FD	: Acide fusidique
NO	: Nitrofurantoine
VA	: Vancomycine
COT	: Cotrimoxazole
NA	: Acide nalidixique
CAZ	: Céftazidime
CIP	: Ciprofloxacine

Table des matières

Dédicaces	
Remerciements	
Résumé	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	

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

Partie Bibliographique

Chapitre 1. Les infections urinaires

1. Anatomie et physiologie du système urinaire	5
1.1. Anatomie du système urinaire	5
1.1.1. Le rein.....	5
1.1.2. Les uretères.....	6
1.1.3. La vessie	7
1.1.4. L'urètre.....	7
1.2. Physiologie du système urinaire	8
2. Les infections urinaires	8
2.1. Définition	8
2.2. Les types d'infections urinaires	9
2.2.1. Les infections urinaires basses	9
▪ L'urétrite.....	9
▪ La cystite	9
▪ La prostatite	10
2.2.2. Les infections urinaires hautes	10
3. Les principaux germes responsables d'infections urinaires	11
3.1. <i>Escherichia coli</i>	11
3.2. <i>Staphylococcus aureus</i>	11
3.3. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	12
3.4. <i>Streptococcus ssp</i>	12
3.5. <i>Enterococcus ssp</i>	12
3.6. <i>Proteus mirabilis</i>	13
3.7. <i>Klebsiella pneumoniae</i>	13
4. Facteurs de risque favorisant les infections urinaires	13
5. Mécanisme de l'infection	15

Chapitre 2. Diagnostic, traitement et prévention des infections urinaires

1. Diagnostic des infections urinaires.....	18
1.1. Méthodes de prélèvement d'échantillons	18
1.1.1. Prélèvement urinaire simple	18
1.1.2. Prélèvement par sonde urinaire.....	18
1.1.3. Prélèvement chez le nourrisson	19
1.2. Examens de laboratoire pour confirmer l'infection	19

1.3. Techniques d'imagerie médicale pour évaluer l'étendue de l'infection.....	20
1.3.1. L'échographie	20
1.3.2. La tomodensitométrie (TDM).....	20
1.3.3. L'imagerie par résonance magnétique (IRM).....	20
2. Traitement des infections urinaires	20
2.1. Approches pharmacologiques	20
2.2. Mesures non pharmacologiques	21
2.3. Prise en charge chirurgicale	21
3. Prévention des infections urinaires.....	21
3.1. Mesures d'hygiène et de prévention individuelle	21
3.2. Stratégies de santé publique	22
3.3. Importance de la sensibilisation et de l'éducation	22

Partie Expérimentale

Matériel & Méthodes

1. Objectif et lieu du travail.....	25
2. Echantillonnage et population d'étude.....	25
3. Traitement des échantillons	26
3.1. Analyse macroscopique des urines	26
3.2. Culture d'urine et identification bactérienne	26
3.2.1. Culture d'urine	26
▪ Ensemencement du milieu	26
▪ Incubation	26
▪ Observation macroscopique des colonies.....	26
3.2.2. Identification bactérienne.....	27
▪ Préparation des échantillons	27
▪ Observation microscopique	27
- Coloration de gram	27
▪ Tests biochimiques.....	27
4. Test de sensibilité aux antibiotiques (ou Antibiogramme)	28
5. Interprétation des résultats	28
6. Analyse chimique des urines	28
6.1. Paramètres chimiques étudiés et interprétation des résultats.....	29
▪ Les nitrites	29
▪ Les leucocytes	29
▪ Le pH.....	30
▪ Les protéines.....	30
▪ Le glucose	30
▪ Les corps cétoniques	30
▪ La densité	30
▪ L'hémoglobine	30
▪ La bilirubine et l'urobilinogène.....	31
7. Cytologie urinaire	31
7.1. Traitement de l'échantillon.....	31
7.1.1. Analyse microscopique	31
7.2. Interprétation des résultats	32
8. Corrélation entre la chimie des urines et le diagnostic des infections urinaires	32

Résultats & Discussion

1. Echantillonnage et population d'étude	34
2. Résultats de traitement des échantillons	35
2.1. Résultats d'analyse macroscopique des urines	35
2.2. Résultats de culture d'urine et d'identification bactérienne	35
2.2.1. Résultats de culture d'urine	35
▪ Résultats de l'observation macroscopique des colonies.....	36
2.2.2. Résultats de l'identification bactérienne	37
▪ Résultats de l'observation microscopique	37
▪ Résultats des tests biochimiques	38
3. Résultat du test de sensibilité aux antibiotiques	39
4. Interprétation des résultats	40
5. Résultats d'analyse chimique des urines	40
5.1. Résultats des paramètres chimiques étudiés	40
▪ Les nitrites	40
▪ Les leucocytes	40
▪ Le pH.....	40
▪ Les protéines.....	40
▪ Le glucose	40
▪ Les corps cétoniques	40
▪ La densité	41
▪ L'hémoglobine	41
▪ La bilirubine et l'urobilinogène	41
5.2. Discussion des résultats	41
6. Résultats de la cytologie urinaire	42
6.1. Résultat de l'analyse microscopique	42
6.2. Interprétation des résultats	43
7. Corrélation entre la chimie des urines et le diagnostic des infections urinaires	43
7.1. Discussion des résultats de corrélation.....	52
Conclusion	55
Références bibliographiques	57

Annexes

Résumé

Introduction

Introduction

Les infections urinaires représentent l'une des affections les plus courantes, affectant des millions de personnes dans le monde chaque année (Nicolle, 2012). Elles englobent un large spectre de conditions, allant de simples infections bénignes à des infections graves pouvant entraîner des complications sévères, notamment des infections rénales et des septicémies. La rapidité et la précision du diagnostic s'avèrent donc essentielles pour une prise en charge appropriée des patients atteints d'infections urinaires (Foxman, 2014).

Actuellement, le processus de diagnostic de ce type d'infection repose principalement sur des méthodes traditionnelles telles que la culture d'urine, qui peuvent être chronophages, coûteuses et nécessiter une expertise technique importante. Dans ce contexte, l'utilisation de tests chimiques des urines, notamment des bandelettes réactives, offre un potentiel pour un diagnostic plus rapide et plus accessible à l'encontre de ces infections. Ces tests sont largement disponibles, simples à utiliser et peuvent fournir des résultats en quelques minutes (Penders et fiers, 2013).

C'est dans le cadre de cette idée que nous allons examiner dans ce travail, l'efficacité de la chimie des urines dans le diagnostic des infections urinaires par l'utilisation de bandelettes réactives. Nous analyserons les résultats obtenus, en particulier en ce qui concerne la sensibilité et la spécificité comparées aux méthodes traditionnelles, ainsi que leur pertinence clinique pour un diagnostic rapide et précis des infections urinaires.

Notre étude se concentrera sur divers paramètres chimiques des urines, tels que les nitrites, les leucocytes, le pH, les protéines, le glucose, les corps cétoniques, la densité, l'hémoglobine, la bilirubine et l'urobilinogène, et leur corrélation avec les résultats des cultures d'urine et les observations microscopiques.

Les conclusions de cette étude offriront des perspectives importantes sur l'utilité des bandelettes réactives en tant qu'outil de diagnostic de première ligne et

leur potentiel à améliorer la gestion des infections urinaires dans divers contextes cliniques.

Dans la partie théorique de ce travail, nous avons essayé de présenter en deux chapitres distincts, quelques idées bibliographiques sur les infections urinaires. Le premier chapitre détaille leurs causes, leurs symptômes et leurs complications potentielles, tandis que le second se concentre sur le diagnostic, le traitement et la prévention de ces infections, en explorant les différentes approches et recommandations actuelles.

La partie expérimentale, quant à elle, comprend deux sections, matériel et méthodes, et résultats et discussion, et se termine par une conclusion et des perspectives. Nous avons essayé dans cette deuxième partie, d'analyser les résultats obtenus, en nous concentrant plus particulièrement sur la sensibilité et la spécificité des bandelettes réactives par rapport aux méthodes traditionnelles, et leur pertinence clinique pour un diagnostic rapide et précis des infections urinaires.

Les conclusions de cette étude offriront des perspectives importantes sur l'utilité des bandelettes réactives en tant qu'outil de diagnostic de première ligne et leur potentiel à améliorer la gestion des infections urinaires dans divers contextes cliniques.

Partie Bibliographique

Chapitre 1

Les infections urinaires

1. Anatomie et physiologie du système urinaire

1.1. Anatomie du système urinaire

Le système urinaire, également connu sous le nom d'appareil urinaire est un ensemble d'organes assurant l'épuration du sang ainsi que la production et l'élimination de l'urine. Ses organes comprennent deux reins, deux uretères, une vessie et un urètre (**Figure 01**) (**Doumbia, 2022**).

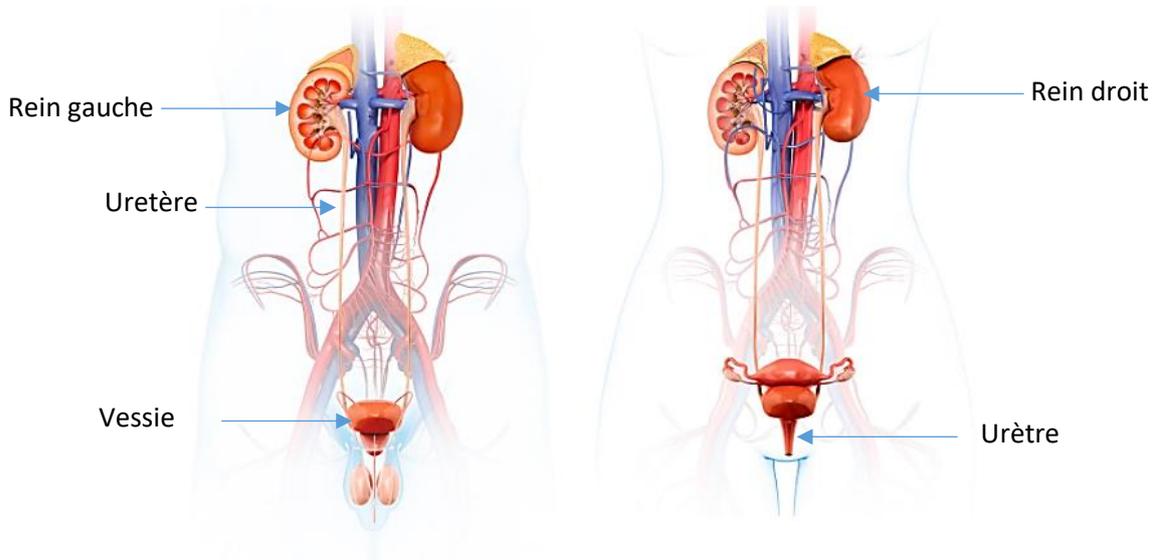


Figure 01. Schéma du système urinaire (hartmann-direct.fr/conseils-et-sante/)

1.1.1. Le rein

Glande paire en forme d'haricots (**Dufour, 2018**), les reins situés à l'arrière de l'abdomen (près de la colonne vertébrale), assurent l'élimination des déchets et des toxines comme fonction principale tout en maintenant l'équilibre des fluides, des électrolytes (**Boccara, 2015**) et de l'homéostasie (**Malek et Chohbane, 2020**). Pour remplir leurs fonctions vitales, la structure anatomique remarquablement organisée de chaque rein est composée de trois régions distinctes, le cortex, la médulla et le bassinnet (**Figure 02**).

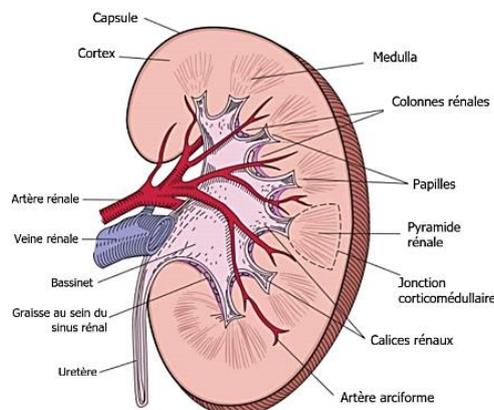


Figure 02. Structure rénale après section transversale (**Baldureaux, 2021**).

Le cortex, constituant la partie externe du rein, comporte une partie des néphrons, des unités fonctionnelles responsables de la filtration du sang et la formation de l'urine (Muller, 2002). La médulla située à l'intérieur du rein est composée de structures en forme de pyramides, contenant les tubes collecteurs essentielles à sa concentration (de l'urine) (Muller, 2002). Enfin, le bassinnet en forme de cavité située au centre de chaque rein, recueille l'urine produite par les néphrons et la transporte vers les uretères pour être éliminée du corps (Deddach, 2017).

1.1.2. Les uretères

Les uretères sont deux canaux (ou tubes) musculaires, d'environ 40 centimètres de long, qui relient les reins à la vessie (Figure 03). Ils assurent le transport ou le cheminement de l'urine produite grâce à une activité péristaltique (ou contractions musculaires) à basse pression, empêchant tout reflux d'urine (Malek et Chohbane, 2020).

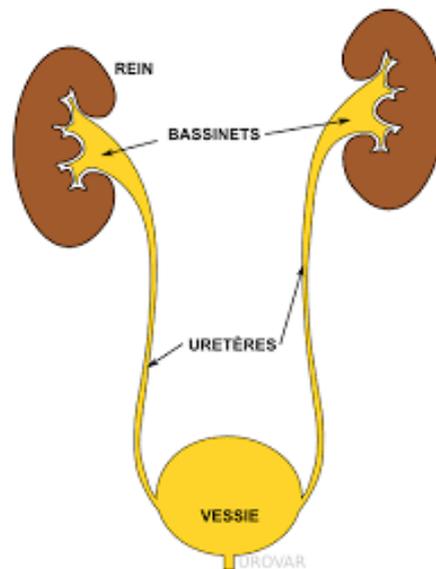


Figure 03. Les uretères (canaux musculaires situés entre les reins et la vessie).

<https://urovar.fr/glossaire/u/217-uretere>

Jouant un rôle crucial dans l'excrétion des déchets métaboliques en transportant l'urine des reins vers la vessie pour son élimination, les uretères sont composés de trois couches de tissu : une couche interne muqueuse, une couche musculaire moyenne et une couche externe composée de tissu conjonctif. La muqueuse interne est constituée d'un épithélium transitionnel qui permet à l'uretère de s'étirer pour accompagner le flux d'urine tout en maintenant une barrière étanche pour empêcher les fuites. Les muscles lisses de la couche moyenne effectuent des contractions rythmiques qui propulsent l'urine le long des uretères, même contre la gravité. Enfin, la couche externe de tissu conjonctif assure le soutien structurel et la protection des uretères (Bellal et Benzaid, 2016).

Comme toute organe, les uretères peuvent présenter des malformations congénitales telles que la duplication, la sténose, la dilatation, ou des anomalies de connexion avec d'autres organes. Des pathologies comme les lithiases urinaires, les malformations et le cancer peuvent affecter les uretères, nécessitant parfois des examens comme l'ECBU et l'échographie pour le diagnostic (Lewin, 2018).

1.1.3. La vessie

Faisant partie du système urinaire, la vessie est un organe creux (réservoir musculo-membraneux) située sous le péritoine (en avant de l'utérus chez la femme et du rectum chez l'homme), destiné à stocker l'urine produite par les reins en attendant son évacuation par l'urètre (Deddache, 2017).

Comprenant deux parties distinctes à fonction différentes, la partie supérieure, appelé « dôme vésical » est une partie mobile qui peut se distendre lors du remplissage et se contracter lors de la vidange. La partie inférieure, appelé « col vésical », est quant à elle plus fixe et se connecte à l'urètre.

Essentielle pour contrôler le flux d'urine, la vessie fonctionne grâce à un ensemble de mécanismes nerveux et musculaires coordonnés. Ce contrôle est assuré par des signaux nerveux complexes entre la vessie, le cerveau et la moelle épinière, qui coordonnent les contractions musculaires de la vessie et du sphincter urétral pour permettre une miction efficace et contrôlée (Shenot, 2023).

1.1.4. L'urètre

L'urètre est la voie urinaire qui permet d'évacuer l'urine de la vessie vers l'extérieur. Assurant une fonction différente selon le sexe, l'urètre masculin (long de 15 cm) est un conduit à la fois urinaire et génital qui relie la vessie aux canaux éjaculateurs et se termine par le méat urinaire (Bezziche et Bounemeur, 2018). Comprenant plusieurs parties, l'urètre postérieur, long de 4 cm est entouré par le sphincter urétral. Il traverse la prostate et assure la continence. L'urètre antérieur, long de 8 cm, traverse le corps spongieux et le pénis pour s'ouvrir à l'extrémité du gland. Cette portion est entourée par le corps spongieux et les corps caverneux. Enfin, l'urètre membranacé, long de 2cm, traverse le diaphragme urogénital de haut en bas avec une trajectoire légèrement concave en avant.

En contrepartie, l'urètre féminin est un conduit excréteur exclusive de l'urine. Long de 3 à 4 cm, il relie la vessie à la vulve. Traversant le diaphragme urogénital, il joue un rôle sur la miction en synergie avec la vessie (Abismail, 2014).

1.2. Physiologie du système urinaire

La principale fonction de l'appareil urinaire est la gestion efficace des déchets métaboliques et toxiques générés par l'organisme. Une fois filtrés par les reins, ces déchets sont transportés par l'urine à travers les voies urinaires pour être stockés temporairement dans la vessie jusqu'à ce qu'ils soient expulsés du corps lors de la miction. Ce processus de filtrage et d'élimination des déchets est essentiel pour maintenir l'homéostasie et prévenir l'accumulation des substances toxiques dans le corps (**Lebreton, 2003**).

Outre l'élimination des déchets, le système urinaire joue également un rôle crucial dans le maintien de l'équilibre hydrique et électrolytique de l'organisme. Les reins ajustent en permanence la quantité d'eau réabsorbée dans le sang, régulant ainsi la concentration d'urine produite et aidant à prévenir la déshydratation ou la surhydratation. Ils contrôlent de même la réabsorption sélective d'électrolytes tels que le sodium, le potassium et le calcium, contribuant ainsi à maintenir l'équilibre ionique nécessaire au bon fonctionnement des cellules et des tissus (**Tottora et Derrickson, 2008**). De plus, le système urinaire participe activement à la régulation de la pression artérielle en contrôlant le volume sanguin circulant dans le corps. Les reins ajustent la quantité d'eau et de sodium éliminée dans l'urine en réponse aux changements de pression artérielle et de volume sanguin, aidant ainsi à maintenir une pression artérielle stable et adaptée aux besoins de l'organisme.

En résumé, la physiologie du système urinaire est centrée sur la collecte, le transport, le stockage et l'expulsion des déchets métaboliques, ainsi que sur la régulation de l'équilibre hydrique, électrolytique et de la pression artérielle. Ces fonctions essentielles contribuent au maintien de l'homéostasie corporelle et à la santé globale de l'organisme (**Lebreton, 2003**).

2. Les infections urinaires

2.1. Définition

Les infections urinaires, sont définies par la colonisation des urines par des microorganismes (généralement des bactéries) qui se multiplient dans les voies urinaires (bactériurie), s'accompagnant le plus souvent d'une réaction inflammatoire avec afflux de leucocytes (ou leucocyturie) (**Bouarroudj et Boutebza, 2015**).

Elles se manifestent généralement sous deux formes : la cystite, une infection de la vessie, et la pyélonéphrite aiguë, une infection du rein (**Bechiri et al., 2021**).

Ces infections sont courantes et touchent plus fréquemment les femmes, ayant une moyenne d'âge entre 20 ans et 50 ans. Chez les hommes, elles sont généralement associées à des facteurs anatomiques telles que des troubles prostatiques, des calculs ou des tumeurs. Le

traitement des infections urinaires repose principalement sur l'administration des antibiotiques pour éliminer les bactéries responsables, et des mesures préventives peuvent être recommandées pour réduire le risque de récurrence (Cunha, 2017).

2.2. Les types d'infections urinaires

Les infections urinaires sont des infections qui peuvent affecter différentes parties du système urinaire, incluant les reins, les uretères, la vessie et l'urètre. Elles sont généralement classées en deux catégories principales : les infections urinaires basses et les infections urinaires hautes.

2.2.1. Les infections urinaires basses

Les infections urinaires basses sont des infections qui affectent les parties inférieures du système urinaire, à savoir l'urètre et la vessie. Les trois principaux types de ces infections sont l'urétrite, la cystite et la prostatite (Imam, 2024).

▪ L'urétrite

L'urétrite est une inflammation ou une infection de l'urètre, causée par des bactéries comme *Escherichia coli*, des infections sexuellement transmissibles (IST) telles que la gonorrhée et la chlamydia, ou encore par des irritants chimiques.

Les symptômes incluent douleur ou sensation de brûlure pendant la miction, besoin fréquent et urgent d'uriner, et parfois démangeaisons ou irritation. Le diagnostic repose sur un examen physique, une analyse d'urine, et des tests de dépistage des IST. Le traitement principal est l'utilisation d'antibiotiques et la prévention inclut des pratiques sexuelles sûres, une bonne hygiène personnelle et une hydratation adéquate (Khirani et Mizab, 2015).

▪ La cystite

La cystite est une inflammation ou une infection de la vessie, souvent causée par des bactéries, (principalement par *Escherichia coli*). Les symptômes incluent une envie fréquente et urgente d'uriner, une sensation de brûlure ou de douleur pendant la miction, des urines troubles ou à forte odeur, et des douleurs pelviennes. Parfois, il peut y avoir du sang dans l'urine (hématurie). Les facteurs de risque comprennent l'activité sexuelle, l'utilisation de certains produits chimiques irritants comme les spermicides et les douches vaginales, ainsi que d'autres conditions comme la ménopause ou une vidange incomplète de la vessie.

Le diagnostic repose sur une analyse d'urine pour détecter la présence de bactéries et de globules blancs, et le traitement implique généralement des antibiotiques pour éliminer l'infection bactérienne. Pour prévenir la cystite, il est recommandé de maintenir une bonne

hygiène personnelle, uriner fréquemment et éviter tous produits chimiques irritants (**Malek et Chohbane, 2020**).

▪ La prostatite

La prostatite est une inflammation de la prostate, souvent causée par des agents infectieux, principalement *Escherichia coli* ainsi que d'autres bactéries uropathogènes (**Bouarroudj et Boutebza, 2015**). Les symptômes incluent des douleurs ou des inconforts dans le bas-ventre, le bas du dos ou la région génitale, des difficultés à uriner accompagnées de douleur, un besoin fréquent d'uriner surtout la nuit, et parfois des symptômes grippaux dans les cas de prostatite aiguë. Le diagnostic repose sur un examen physique, une analyse d'urine, et parfois des prélèvements des sécrétions prostatiques. Le traitement dépend de la cause sous-jacente : les infections bactériennes sont traitées avec des antibiotiques, tandis que des médicaments anti-inflammatoires et des analgésiques peuvent être utilisés pour soulager la douleur et réduire l'inflammation. Pour prévenir la prostatite, il est recommandé de maintenir une bonne hygiène personnelle, de boire beaucoup d'eau, et de traiter rapidement toute infection urinaire ou IST sous-jacente (**Bruyère, 2010**).

2.2.2. Les infections urinaires hautes

Les infections urinaires hautes, également connues sous le nom de pyélonéphrites, sont des infections plus graves qui affectent les reins, nécessitant une prise en charge médicale sérieuse et urgente (**Khirani et Mizab, 2015**).

Souvent causées par des bactéries remontant des voies inférieures tels que *Escherichia coli*, la présentation clinique typique associe, de façon inconstante, des signes de cystite souvent discrets et des signes témoignant d'une atteinte parenchymateuse rénale : fièvre, frissons, douleurs de la fosse lombaire, typiquement unilatérales à irradiation descendante vers les organes génitaux, spontanées ou provoquées par la palpation ou la percussion de la fosse lombaire (**Doumbia, 2022**).

Le traitement des pyélonéphrites implique le plus souvent des antibiotiques (administrés par voie intraveineuse pour les cas sévères), ainsi que des antalgiques. Sans traitement adéquat, des complications telles que des abcès rénaux, une septicémie et une insuffisance rénale aiguë peuvent survenir. La prévention passe par une bonne hydratation, une hygiène intime rigoureuse, une miction régulière et le traitement rapide les infections urinaires basses (**Bezziche et Bounemeur, 2018**).

3. Les principaux germes responsables d'infection urinaires

Les infections urinaires sont principalement causées par des bactéries, bien que d'autres micro-organismes puissent également être impliqués. Nous mentionnons ici, quelques-uns des principaux germes responsables :

3.1. *Escherichia coli*

C'est la bactérie la plus fréquemment impliquée dans les infections urinaires, responsable de 70 à 90 % des cas ([Le minor et richard, 1993](#)).

Appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*, Cette bactérie gram-négative, habituellement présente dans la flore intestinale, peut provoquer des infections en colonisant les voies urinaires grâce à ses fimbriae qui lui permettent de s'attacher aux cellules de l'épithélium urinaire. Les symptômes typiques incluent des douleurs et des brûlures lors de la miction (dysurie), des envies fréquentes d'uriner (pollakiurie), des urines troubles et malodorantes, et des douleurs au bas ventre ou au flanc en cas de pyélonéphrite. Le diagnostic repose sur une analyse d'urine et une culture afin d'identifier la bactérie en cause et d'évaluer sa sensibilité aux antimicrobiens ([Bouderbala et Khelalaf, 2016](#)).

Le traitement implique généralement des antibiotiques tels que le triméthoprime-sulfaméthoxazole, les fluoroquinolones, ou les bêta-lactamines, choisis en fonction des résistances locales.

3.2. *Staphylococcus aureus*

Bien qu'elle soit moins courante que *Escherichia coli*, Cette bactérie gram-positive est souvent associée à des infections urinaires nosocomiales (acquises en milieu hospitalier) et peut être particulièrement problématique chez les patients ayant des cathéters urinaires ou des dispositifs médicaux internes ([Alshomrani et al., 2023](#)).

Les infections urinaires causées par *Staphylococcus aureus*, peuvent se manifester par des symptômes similaires à ceux causés par d'autres bactéries, incluant des douleurs et des brûlures lors de la miction, des envies fréquentes d'uriner, et des urines troubles ou malodorantes. Dans les cas plus graves, notamment lorsque la bactérie atteint les reins, des symptômes systémiques comme la fièvre et les frissons peuvent apparaître.

Le diagnostic repose sur une analyse d'urine et une culture pour identifier la bactérie et déterminer sa sensibilité aux antibiotiques, et la prise en charge nécessite souvent des traitements guidés par les résultats des tests de sensibilité.

La prévention des infections urinaires à *Staphylococcus aureus* passe par des mesures d'hygiène rigoureuses, une gestion appropriée des dispositifs médicaux et la minimisation de leur utilisation prolongée (**Comité sur les infections nosocomiales du Québec, 2009**).

3.3. *Pseudomonas aeruginosa*

Ubiquitaire et opportuniste, cette bactérie gram-négative est souvent associée aux infections urinaires, en particulier chez les patients hospitalisés ou immunodéprimés, ainsi que chez ceux ayant des cathéters urinaires. Sa résistance aux antibiotiques et sa capacité à former des biofilms représente un défi majeur dans le traitement des infections, en particulier dans le milieu hospitalier, entraînant ainsi des infections nosocomiales graves (**Bouderbala et Khelalaf, 2016**).

Les symptômes des infections urinaires à *Pseudomonas aeruginosa* peuvent inclure des douleurs et des brûlures lors de la miction, des envies fréquentes d'uriner, des urines troubles ou malodorantes, ainsi que des symptômes systémiques tels que la fièvre et les frissons dans les cas plus graves. Le diagnostic repose comme dans les cas précédents sur une analyse d'urine et une culture pour identifier la bactérie et déterminer sa sensibilité aux antibiotiques. Cependant, et en raison de sa propension à développer des résistances, le traitement des infections à *Pseudomonas* peut être complexe. Les options thérapeutiques incluent généralement l'utilisation d'antibiotiques tels que les carbapénèmes, les fluoroquinolones ou les céphalosporines, et dans certains cas, la nécessité d'utiliser une combinaison d'antimicrobiens sélectionnés en fonction des résultats des tests de sensibilité (**Cambrai, 2016**).

3.4. *Streptococcus ssp.*

Plusieurs espèces de streptocoques (en particulier celles du groupe D et B) peuvent être responsables d'infections urinaires. Bien que moins fréquentes que les infections à bacilles gram-négatifs, ces bactéries peuvent contaminer l'extrémité distale de l'urètre et remonter vers la vessie pour causer des cystites ou pyélonéphrites (**Imam, 2024**).

Le diagnostic est confirmé par la mise en culture des échantillons d'urine et le traitement repose sur une antibiothérapie généralement à base de pénicilline (**Charline, 2022**).

3.5. *Enterococcus ssp.*

Les entérocoques, notamment *Enterococcus faecalis* et *Enterococcus faecium*, peuvent être impliqués dans les infections des voies urinaires, entraînant des complications graves si non traitées adéquatement. Ils sont à l'origine d'environ 16 % des infections urinaires d'origine nosocomiale (**Teixeira et al., 2007**).

Ces bactéries peuvent coloniser les voies urinaires et causer des infections, parfois difficiles à traiter en raison de leur résistance à de nombreux antibiotiques. A ce jour, le traitement de ces infections à *Enterococcus* repose essentiellement sur l'association d'antibiotiques (**Bush et Pertejo, 2023**).

3.6. *Proteus mirabilis*

Cette bactérie gram-négative est un pathogène opportuniste qui peut causer des infections urinaires et cutanées lorsqu'elle quitte l'intestin (principal réservoir de ce germe).

Trouvée en particulier chez les personnes présentant des calculs rénaux ou une obstruction des voies urinaires, cette bactérie possède la capacité unique de former des biofilms et de produire des enzymes, ce qui lui permet de se déplacer à travers l'urine et de coloniser les voies urinaires supérieure. Les symptômes d'une infection à *Proteus mirabilis* incluent des douleurs pelviennes, des douleurs à la miction, une augmentation de la fréquence des mictions, et des douleurs lombaires ou de l'hypochondre.

Le traitement des infections implique généralement l'association d'antibiotiques, en particulier les β -lactamines et les aminosides, comme l'amoxicilline et la streptomycine (**Brauer et al., 2022**).

3.7. *Klebsiella pneumoneae*

Ces bactéries gram-négative sont une cause fréquente d'infections urinaires, représentant jusqu'à 17% des cas. Les symptômes de l'infection associent brûlures et douleurs lors des mictions, urine malodorante et trouble, besoins fréquents et urgents d'uriner, parfois nausées et vomissements.

L'utilisation de sondes urinaires est un facteur de risque important d'infection urinaire à *Klebsiella* et les antécédents d'hospitalisation augmentent aussi le risque d'infection.

Etablir un traitement efficace nécessite dans ce contexte la réalisation d'un antibiogramme face à ces souches souvent multi résistantes (**Tsereteli et al., 2018**).

4. Facteurs de risques favorisant les infections urinaires

Les infections urinaires peuvent être favorisées par plusieurs facteurs qui augmentent la probabilité de développer ces infections. Parmi les principaux facteurs, on trouve :

- **L'anatomie féminine** : Les femmes sont plus susceptibles de contracter des infections urinaires en raison de la proximité de leur urètre avec l'anus et de la longueur plus courte de leur urètre, facilitant l'accès des bactéries à la vessie.

- **L'Activité sexuelle :** Les rapports sexuels peuvent introduire des bactéries dans les voies urinaires, augmentant le risque d'infection, particulièrement chez les femmes (Weinstein *et al.*, 1997).
- **L'utilisation de contraceptifs :** L'utilisation de certains contraceptifs, comme les diaphragmes ou les spermicides, peut augmenter le risque d'infections urinaires (Weinstein *et al.*, 1997).
- **La grossesse :** Les changements hormonaux et physiques pendant la grossesse peuvent rendre les femmes plus susceptibles aux infections urinaires (Ouamrouche, 2019).
- **La ménopause :** La diminution des niveaux d'œstrogènes après la ménopause peut entraîner des changements dans les voies urinaires, augmentant le risque d'infection (François *et al.*, 2013).
- **L'hygiène personnelle :** Une mauvaise hygiène personnelle peut introduire des bactéries dans les voies urinaires.
- **Les problèmes de vidange vésicale :** L'incapacité à vider complètement la vessie, due à des conditions telles que l'hypertrophie bénigne de la prostate chez les hommes ou les anomalies neurologiques, peut favoriser les infections.
- **Les dispositifs médicaux :** L'utilisation de cathéters urinaires ou d'autres dispositifs médicaux peut introduire des bactéries dans les voies urinaires, augmentant le risque d'infection (François *et al.*, 2013).
- **Un système immunitaire affaibli :** Les personnes dont le système immunitaire est affaibli, en raison de maladies chroniques comme le diabète ou de traitements immunosuppresseurs, sont plus susceptibles de développer des infections urinaires (SPILF, 2015).
- **Antécédents d'infections urinaires :** Les personnes ayant déjà eu des infections urinaires sont plus susceptibles de les développer à nouveau (François *et al.*, 2013).
- **Hydratation insuffisante :** Ne pas boire suffisamment d'eau peut réduire la fréquence des mictions, permettant aux bactéries de se multiplier dans les voies urinaires (François *et al.*, 2013).

Ces facteurs de risque peuvent agir seuls ou en combinaison, augmentant dans ce contexte la probabilité de développer des infections urinaires. Il est donc important d'identifier et de gérer ces facteurs de risque pour prévenir les infections et réduire les complications potentielles.

5. Mécanisme de l'infection

Les infections urinaires peuvent se propager et se développer par plusieurs voies, chacune ayant des mécanismes spécifiques.

- Par voie ascendante : les infections urinaires se produisent lorsque des bactéries, principalement *Escherichia coli*, migrent de la région périnéale ou anale vers l'urètre. Une migration facilitée par l'anatomie féminine, où la proximité de l'urètre à l'anus et sa courte longueur permettent un accès facile aux bactéries. Les rapports sexuels, l'utilisation de dispositifs médicaux comme les cathéters urinaires, et des pratiques d'hygiène inadéquates augmentent également ce risque. Une fois que les bactéries atteignent l'urètre, elles remontent vers la vessie, provoquant une cystite. Si l'infection n'est pas traitée, les bactéries peuvent continuer leur ascension le long des uretères jusqu'aux reins, entraînant une pyélonéphrite. Ce processus d'infection ascendante est préoccupant car il peut entraîner des complications graves, notamment des infections rénales et des septicémies (**Ouamrouche, 2019**).
- Par voie descendante ou hématogène : les infections urinaires se produisent lorsque des bactéries présentes dans la circulation sanguine atteignent les reins à partir d'un foyer infectieux distant. Les bactéries, telles que *Staphylococcus aureus*, peuvent se propager par le sang, particulièrement en cas de bactériémie ou de septicémie. Une fois les bactéries arrivées dans les reins, elles peuvent provoquer une pyélonéphrite, une infection souvent grave qui peut entraîner des complications importantes si elle n'est pas traitée rapidement et efficacement. Le diagnostic repose ici sur des analyses d'urine, des hémocultures et des examens d'imagerie pour identifier les bactéries responsables et évaluer l'étendue de l'infection. Le traitement implique généralement l'administration d'antibiotiques adaptés, souvent par voie intraveineuse, pour éliminer l'infection et prévenir les complications systémiques (**Ouamrouche, 2019**).
- Par voie lymphatique : les infections urinaires se produisent lorsque des bactéries se propagent à partir d'organes adjacents infectés via le système lymphatique. Cette voie d'infection est relativement rare mais peut survenir dans le contexte d'infections sévères des organes pelviens ou abdominaux, comme la diverticulite ou des abcès pelviens. Les bactéries utilisent les vaisseaux lymphatiques pour atteindre les voies urinaires, notamment la vessie et les reins. Une fois que les bactéries atteignent ces organes, elles peuvent provoquer une infection urinaire, entraînant des symptômes typiques tels que douleurs à la miction, envie fréquente d'uriner, et parfois fièvre et douleurs lombaires si les reins sont atteints.

- Par propagation directe : les infections urinaires se produisent lorsque des bactéries se déplacent directement à partir d'organes infectés adjacents vers les voies urinaires. Un mécanisme moins fréquent, mais qui survient généralement en présence de conditions pathologiques spécifiques, comme des fistules vésico-entériques (connexions anormales entre la vessie et les intestins) ou des infections sévères des organes pelviens, telles que les abcès pelviens ou la diverticulite. Les bactéries peuvent dans ces cas-là traverser les parois des organes et envahir directement les voies urinaires, provoquant ainsi des symptômes typiques d'infection urinaire ([Ouamrouche, 2019](#)).

Chapitre 2

Diagnostic, traitement et prévention des IU

1. Diagnostic des infections urinaires

Le processus de diagnostic des infections urinaires repose généralement sur une combinaison de méthodes cliniques, de tests de laboratoire et de techniques d'imagerie médicale. Le diagnostic commence généralement par une évaluation initiale des symptômes du patient, qui peuvent inclure des douleurs ou des brûlures lors de la miction, une envie fréquente d'uriner, des urines troubles ou sanglantes, etc., suivie de prélèvements d'échantillons pour des analyses détaillées au laboratoire. Dans certains cas, des techniques d'imagerie peuvent être nécessaires pour évaluer l'étendue de l'infection et détecter d'éventuelles complications (Grabe et Bartoletti, 2016).

1.1. Méthodes de prélèvement d'échantillons

Le prélèvement est une étape très importante pour le diagnostic des infections urinaires. De ce fait, et dans le but de garantir une précision des résultats, il est impératif que la collecte des urines soit réalisée selon des normes bien précises et en respectant les conditions de prélèvement (Cox, 2016).

1.1.1. Prélèvement urinaire Simple

Le prélèvement urinaire simple est une méthode couramment utilisée pour obtenir un échantillon d'urine à des fins d'analyse. Dans un premier temps, le patient doit être informé de la procédure et de son importance pour garantir des résultats précis (nettoyage des mains et de la zone génitale avec de l'eau et du savon avant de commencer le prélèvement). Dans ce contexte, il est crucial de nettoyer soigneusement les zones précitées pour minimiser la contamination (Cox, 2016).

La technique de prélèvement habituellement recommandée chez un patient non sondé consiste à éliminer le premier jet d'urines pour ne recueillir dans un flacon stérile que les 20 à 30 ml suivants au minimum, en prenant soin de ne pas toucher le bord supérieur du récipient afin d'éviter les contaminations.

Une fois l'échantillon collecté, le récipient doit être fermé hermétiquement et étiqueté avec les informations du patient (Bechiri *et al.*, 2022).

1.1.2. Prélèvement par sonde urinaire

Lorsque le patient est incapable de fournir un échantillon propre par miction spontanée, le prélèvement par sonde urinaire est la méthode la plus appropriée pour recueillir un échantillon d'urine. Cette technique est couramment employée chez les patients hospitalisés, ceux ayant des difficultés à uriner, ou lorsqu'un échantillon stérile est crucial pour un diagnostic

précis. Le processus implique la préparation du matériel nécessaire, l'hygiène et la préparation du patient, et l'insertion délicate de la sonde dans l'urètre jusqu'à la vessie (DFME, 2023).

L'urine est collectée dans un sac collecteur stérile, et, si nécessaire, transférée dans un récipient stérile pour analyse.

Dans un second cas, si le patient est déjà porteur d'une sonde urinaire, il ne faut en aucun cas prélever à partir du sac collecteur car à température ambiante, les germes s'y multiplient. Le recueil des urines se fait par ponction directe dans la paroi de la sonde après avoir clampé la tubulure du collecteur sous le site de prélèvement pendant 15min (ou plus pour les bandelettes) avant le recueil. Aseptiser l'opercule du site de prélèvement avec de l'alcool iodé puis prélever à la seringue 20 ml d'urine et les transvaser dans un pot stérile (DFME, 2023).

1.1.3. Prélèvement chez le nourrisson

Le prélèvement d'urine chez les nourrissons présente des défis particuliers en raison de leur incapacité à contrôler la miction et du risque accru de contamination. Plusieurs méthodes sont couramment utilisées dans la collecte d'urine, nous citons ici, la collecte par sac collecteur.

La technique consiste à placer une poche stérile autour des organes génitaux de l'enfant, après avoir procédé à la toilette soigneuse de la peau avec du dakin, suivi d'un rinçage à l'eau, et un séchage pour recueillir les urines et dès l'émission, le contenu de la poche est transvasé rapidement dans un pot stérile pour analyses (Barouni., 2017).

1.2. Examens de laboratoire pour confirmer l'infection

Les examens de laboratoire jouent un rôle crucial dans la confirmation des infections urinaires, permettant d'identifier l'agent pathogène responsable et de guider le traitement approprié. Les tests les plus couramment utilisés incluent l'analyse d'urine, la culture d'urine et les tests de sensibilité aux antibiotiques (Collee *et al.*, 2006).

L'analyse d'urine, réalisée à l'aide de bandelettes réactives et d'examens microscopiques, permet de détecter la présence de leucocytes, de nitrites, de protéines et de bactéries.

La culture d'urine (examen cytot bactériologique) est essentielle pour identifier spécifiquement les organismes responsables de l'infection et déterminer leur sensibilité aux antibiotiques, guidant ainsi le choix du traitement (Bechiri *et al.*, 2022).

En cas d'infections graves ou récurrentes, des examens complémentaires tels que l'imagerie médicale peuvent être nécessaires pour évaluer l'étendue de l'infection et détecter d'éventuelles complications. Ces examens de laboratoire, combinés à une évaluation clinique approfondie, sont essentiels pour confirmer le diagnostic d'infection urinaire et assurer une prise en charge adéquate du patient (Naber *et Weidner*, 2001).

1.3. Techniques d'imagerie médicale pour évaluer l'étendue de l'infection

Les techniques d'imagerie médicale jouent un rôle essentiel dans l'évaluation des infections urinaires, notamment dans les cas compliqués ou récurrents, pour détecter d'éventuelles complications ou anomalies anatomiques. Les principales méthodes d'imagerie utilisées incluent l'échographie, la tomodensitométrie (ou TDM) et l'imagerie par résonance magnétique (IRM) ([Chung, 2024](#)).

1.3.1. L'échographie

L'échographie est souvent la première méthode utilisée en raison de sa non-invasivité, de son coût relativement bas et de l'absence de radiation. Elle permet de visualiser les reins et la vessie, détectant des anomalies telles que des calculs urinaires, des obstructions ou des abcès rénaux ([Vorkafer, 2011](#)).

1.3.2. La tomodensitométrie (TDM)

La TDM, plus détaillée, est utilisée lorsque des images plus précises sont nécessaires. Elle est particulièrement utile pour évaluer les infections rénales compliquées, les abcès, et les anomalies structurelles. Elle peut également détecter des complications comme la pyélonéphrite emphysémateuse, une infection grave associée à la formation de gaz dans le parenchyme rénal ([Vorkafer, 2011](#)).

1.3.3. L'imagerie par résonance magnétique (IRM)

L'IRM est utilisée lorsque des images très détaillées des tissus mous sont nécessaires ou lorsque la TDM est contre-indiquée (cas des patients allergiques au contraste iodé, injection d'iode contre indiqué chez l'insuffisant rénal et la présence d'irradiations aussi contre-indiquées pour les femmes enceintes).

L'IRM est l'imagerie la plus adaptée dans le cadre d'une infection urinaire évolutive, particulièrement utile pour évaluer les structures complexes et les infections qui pourraient impliquer les tissus environnants ([Vorkafer, 2011](#)).

2. Traitement des infections urinaires

Le traitement des infections urinaires repose sur une approche multifacette qui inclut des approches pharmacologiques, des mesures non pharmacologiques et, dans certains cas graves, une prise en charge chirurgicale ([Naber et Weidner, 2001](#)).

2.1. Approches pharmacologiques

Les antibiotiques sont le traitement principal des infections urinaires. Le choix de l'antibiotique dépend de la gravité de l'infection, des résultats de la culture d'urine et de la

sensibilité aux antibiotiques des bactéries identifiées. Les antibiotiques couramment utilisés comprennent la triméthoprine-sulfaméthoxazole, les fluoroquinolones, les céphalosporines et les pénicillines. Dans le cas d'infections causées par des champignons ou des virus, des antifongiques ou des antiviraux appropriés seront prescrits (Naber et Weidner, 2001).

2.2. Mesures non pharmacologiques

En complément des antibiotiques, des mesures non pharmacologiques peuvent aider à soulager les symptômes et à prévenir les récurrences. Une hydratation adéquate est essentielle pour aider à éliminer les bactéries de l'appareil urinaire. Le patient doit boire beaucoup d'eau pour favoriser la miction fréquente. Des analgésiques peuvent être utilisés pour soulager la douleur et l'inconfort. Le repos est recommandé pour permettre au corps de combattre l'infection. Les probiotiques peuvent également être bénéfiques pour restaurer la flore vaginale et intestinale, surtout après un traitement antibiotique (Foxman, 2003).

2.3. Prise en charge chirurgicale

Dans les cas graves où l'infection est associée à des complications telles que des abcès rénaux, des obstructions urinaires ou des calculs rénaux, une intervention chirurgicale peut être nécessaire. Les procédures peuvent inclure le drainage des abcès, la lithotripsie pour briser les calculs rénaux, ou la correction chirurgicale des anomalies anatomiques qui prédisposent aux infections urinaires (Naber et Weidner, 2001).

3. Prévention des infections urinaires

La prévention des infections urinaires repose sur l'adoption de bonnes pratiques d'hygiène, des modifications du mode de vie, et des stratégies de santé publique. Ces mesures visent à réduire le risque d'infection et à minimiser les récurrences, particulièrement chez les personnes prédisposées (Foxman, 2014).

3.1. Mesures d'hygiène et de prévention individuelle

L'hygiène personnelle joue un rôle crucial dans la prévention des infections urinaires. Il est recommandé de boire suffisamment d'eau pour maintenir une bonne hydratation et favoriser une miction régulière, ce qui aide à éliminer les bactéries de l'appareil urinaire. Uriner fréquemment, notamment après les rapports sexuels, peut également réduire le risque d'infection. Pour les femmes, il est important de s'essuyer de l'avant vers l'arrière après être allées aux toilettes pour éviter le transfert de bactéries de la région anale vers l'urètre. Le port de sous-vêtements en coton et de vêtements amples peut aider à garder la région génitale sèche et à réduire le risque de prolifération bactérienne (Lacheheb et Bendagha, 2016).

3.2. Stratégies de santé publique

Les campagnes de sensibilisation et d'éducation sur les infections urinaires sont essentielles pour informer le public sur les pratiques de prévention. Les programmes de dépistage et de traitement rapide des infections urinaires peuvent prévenir les complications et réduire la transmission des infections dans la communauté. La promotion de l'hygiène dans les établissements de santé, y compris le lavage des mains et l'utilisation de techniques stériles lors des procédures médicales, est également cruciale pour prévenir les infections urinaires nosocomiales (Foxman, 2003).

3.3. Importance de la sensibilisation et de l'éducation

L'éducation des patients sur les signes et symptômes des infections urinaires, ainsi que sur l'importance de consulter un professionnel de santé en cas de symptômes, est fondamentale. Les professionnels de santé doivent également être formés pour reconnaître les facteurs de risque et fournir des conseils préventifs adaptés à chaque patient (Bouarroudj, Boutebza., 2016).

Partie Expérimentale

Matériel & Méthodes

Matériel & méthodes

1. Objectif et lieu du travail

L'objectif principal de cette étude, consiste à évaluer l'efficacité de la chimie des urines à l'aide des bandelettes réactives, pour le diagnostic rapide et précis des infections urinaires en comparaison avec les méthodes traditionnelles de culture d'urine.

Pour ce faire, nous avons mené cette étude dans un laboratoire d'analyses médicales et biologiques privé (laboratoire Ettalhi) (**Figure 04**), dans le service de bactériologie, sur une période allant du 01 février 2024 au 31 mars de la même année. Ce laboratoire, offre l'avantage d'avoir un accès direct aux équipements et aux professionnels spécialisés, nécessaires pour mener à bien les analyses chimiques et microbiologiques des échantillons d'urine testés.



Figure 04. Structure d'accueil

2. Echantillonnage et population d'étude

Les échantillons d'urine inclus dans cette étude ont été collectés auprès des patients présentant des symptômes cliniques suggérant une infection urinaire.

Les patients de tous âges et des deux sexes ont été inclus dans cette expérience, à l'exception de ceux ayant pris des antibiotiques dans les 48 heures précédant la collecte de l'échantillon.

Les échantillons d'urine ont été collectés selon les pratiques standard du laboratoire, avec des instructions données aux patients pour une collecte propre des urines. Chaque échantillon a été collecté dans un contenant stérile et étiqueté avec les informations du patient, à savoir, le nom et prénom, l'âge, le sexe du patient, ainsi que la date et l'heure de la collecte.

3. Traitement des échantillons

3.1. Analyse macroscopique des urines

L'analyse macroscopique des urines est une étape initiale et essentielle dans l'évaluation des échantillons urinaires. Elle consiste à observer et à noter les caractéristiques physiques de l'urine, fournissant des indices préliminaires sur l'état de santé du patient. Les principaux aspects analysés lors de cette étape étaient : la couleur, la clarté (ou la turbidité), l'odeur et le volume.

3.2. Culture d'urine et identification bactérienne

La culture d'urine et l'identification bactérienne sont des étapes cruciales dans le diagnostic des infections urinaires, car elles permettent de confirmer la présence de microorganismes pathogènes dans l'urine et d'identifier spécifiquement les espèces bactériennes responsables de l'infection. Ces processus ont été effectués comme suit :

3.2.1. Culture d'urine

▪ Ensemencement du milieu

Dans cette première étape de culture, les échantillon d'urine ont été ensemencés sur des milieux de culture sélectifs et différentiels : milieu Chromagar et milieu Chapman (**voir la composition en annexe**). Les deux milieux utilisés possèdent des propriétés spécifiques qui facilitent la croissance et la différenciation des bactéries.

Le Chromagar est un milieu chromogène qui permet la détection et la différenciation de divers pathogènes urinaires tels que *Escherichia coli*, *Klebsiella* sp, *Enterococcus* sp et *Staphylococcus* sp, en fonction de la couleur des colonies qu'ils produisent (**Merlino et al., 1996**). En revanche, le milieu Chapman est principalement utilisé pour l'isolement et l'identification des Staphylocoques, notamment *Staphylococcus aureus* (**Reischl et al., 2004**).

Les échantillons d'urine ont été d'abord mélangés et préparés pour garantir une distribution homogène des bactéries et l'ensemencement a été effectué de manière aseptique à l'aide d'une anse stérile près d'un bec bunsen pour éviter toute contamination.

▪ Incubation

Les milieux de culture ensemencés ont été incubés à une température optimale de 37°C, pendant 24 heures pour permettre la croissance des bactéries s'il y'a lieu.

▪ Observation macroscopique des colonies

Après incubation, les cultures positives ont été observées visuellement (ou macroscopiquement). Les caractéristiques des colonies, telles que la taille, la forme, la couleur

spécifique et la texture, peuvent fournir des indications préliminaires sur les types de bactéries présentes.

3.2.2. Identification bactérienne

▪ Préparation des échantillons

Des échantillons de colonies bactériennes ont été prélevés des milieux de culture et préparés pour les tests d'identification.

▪ Observation microscopique

- Coloration de Gram

La coloration de Gram est souvent la première étape dans l'identification bactérienne. Elle permet de distinguer les bactéries en fonction de leur structure de paroi cellulaire en Gram positif ou Gram négatif ([Beveridge, 2001](#)).

Pour procéder à l'étape de coloration, une toute petite quantité de culture bactérienne (une colonie) a été prélevée à l'aide d'une anse stérile, puis étalée en fine couche sur une lame de verre propre contenant une goutte d'eau physiologique. Le frottis est ensuite fixé, soit en le passant à la flamme d'un bec Bunsen, soit en le séchant dans une étuve.

Une fois la lame séchée, nous avons procédé à sa coloration suivant le protocole décrit par Gram, (1887) ([voir les étapes de coloration en annexe](#)).

Plusieurs autres caractères peuvent être aussi déterminer à ce niveau, tels que la forme des bactéries (Bacilles, coccobacilles, cocci, spiralés, etc.) ainsi que le mode de regroupement (isolés, en diplocoques, en amas, en chaînette, etc.).

▪ Tests biochimiques

Une série de tests biochimiques peuvent être adoptés pour une pré-identification des espèces bactériennes incriminées. Ces tests peuvent inclure des réactions métaboliques, telles que la fermentation des sucres ou la production d'enzymes spécifiques, ainsi que d'autres tests plus caractéristiques et distinctives.

Parmi les tests biochimiques clés, réalisés dans ce laboratoire, on trouve les tests de la catalase, de l'oxydase et le test de fermentation des sucre (TSI : Triple Sugar Iron).

Le test de catalase permet de déterminer la capacité d'une bactérie à produire l'enzyme catalase et décomposer le peroxyde d'hydrogène en eau et oxygène. Un résultat positif à ce test est démontré par la formation immédiate de bulles (effervescence) après ajout du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) sur la culture ([Reiner, 2010](#)) ([Voir le protocole en annexe](#)).

Le deuxième test, celui de l'oxydase, permet de détecter la présence de cytochrome C oxydase chez les bactéries, en observant un changement de couleur sur le disque d'oxydase utilisé. La révélation d'une couleur bleu foncé/ à violette dans les 10 à 30 secondes suivant l'application de la culture sur le disque d'oxydase est considérée comme un résultat positif au test (Collee *et al.*, 1996). (Voir le protocole en annexe).

Enfin, le test de TSI, détermine la capacité des bactéries à fermenter le glucose, le lactose et le saccharose, ainsi que la production du gaz et de l'hydrogène sulfuré.

Une couleur jaune au fond et à la surface du milieu TSI après ensemencement du germe et incubation à 37°C pendant 24 heures, indiquera la fermentation du glucose, ainsi que du lactose et du saccharose respectivement (Koneman *et al.*, 2006). (Voir le protocole en annexe).

4. Test de sensibilité aux antibiotiques (ou Antibiogramme)

Des tests de sensibilité aux antibiotiques sont réalisés pour déterminer quels antibiotiques seront efficaces pour traiter l'infection.

Ici, la méthode de diffusion en disque, la plus couramment utilisée, est celle que nous avons adopté pour réaliser ce test. Le principe consiste à évaluer la sensibilité des bactéries en mesurant la zone d'inhibition (à l'aide d'une règle ou d'un pied à coulisse) autour des disques d'antibiotiques placés sur une gélose MH (Mueller-Hinton) préalablement ensemencée par le germe à tester (CLSI, 2020). (Voir la procédure en annexe).

La comparaison des diamètres des zones à des tableaux de référence, détermine la sensibilité ou la résistance des bactéries aux antibiotiques testés (CLSI, 2020).

5. Interprétation des résultats

Une fois l'identification bactérienne complétée, les résultats obtenus ont été interprétés pour déterminer la présence du germe, son genre et sa sensibilité aux antibiotiques testés. Les informations obtenues seront essentielles pour orienter le traitement antibiotique, en choisissant les antibiotiques les plus appropriés pour éliminer l'infection.

6. Analyse chimique des urines

L'analyse chimique des urines constitue une étape cruciale dans le diagnostic des infections urinaires. Elle se repose généralement sur l'utilisation de bandelettes réactives (Figure 05), qui permettent de détecter rapidement et qualitativement certains composants dans l'urine (Borghini *et al.*, 2013).

Les échantillons d'urine recueillis auprès des patients présentant des symptômes cliniques suggestifs d'une infection urinaire, ont été dans ce contexte, soumis à une analyse chimique via ces bandelettes réactives pour un diagnostic initial, après avoir cultivé les échantillons dans des milieux spécifiques comme déjà dit précédemment, pour confirmer la présence d'une infection urinaire.



Figure 05. Bandelettes urinaires

Les étapes à suivre pour effectuer l'analyse chimique des urines via ces bandelettes urinaires sont mentionnée dans l'annexe.

L'interprétation des résultats est faite à l'œil nu en comparant les couleurs sur la bandelette avec celles de la gamme colorimétrique fournie sur l'emballage.

6.1. Paramètres chimiques étudiés et interprétation des résultats

Les principaux paramètres chimiques analysés à l'aide de ces bandelettes réactives sont : les nitrites, les leucocytes, le pH, les protéines, le glucose, les corps cétoniques, l'urobilinogène, la bilirubine, les érythrocytes (ou le sang) et le poids spécifique (ou la densité).

▪ Les nitrites

La présence de nitrites dans l'urine indique une possible infection urinaire causée par des bactéries réductrices de nitrates en nitrites, telles que *Escherichia coli*, souvent responsable de ce genre d'infections (Keller *et al.*, 2009).

▪ Les leucocytes

Dans la grande majorité des cas, une leucocyturie révèle une infection des voies urinaires, qui se caractérise par la présence d'un organisme pathogène. La présence de leucocytes dans les urines peut indiquer une réponse immunitaire contre une infection bactérienne ou fongique dans le tractus urinaire (Keller *et al.*, 2009).

- **Le pH**

Les infections urinaires peuvent modifier le pH de l'urine en raison de la production d'acides ou de bases par les microorganismes responsables de l'infection. Ainsi, le pH urinaire peut fournir des indications supplémentaires sur la présence et la gravité des infections ([Keller et al., 2009](#)).

- **Les protéines**

La présence de protéines dans l'urine peut indiquer une fuite anormale de protéines à partir des reins, ce qui peut être associé à des infections urinaires graves ou à des lésions rénales.

Bien que la présence de protéines puisse être un indicateur non spécifique, elle peut être utilisée en conjonction avec d'autres paramètres pour évaluer la gravité de l'infection urinaire ([Keller et al., 2009](#)).

- **Le glucose**

La présence de glucose dans l'urine peut être associée à un diabète non contrôlé, mais il peut également contribuer au développement d'infections urinaires de plusieurs façons. Sa détection dans l'urine nécessite des investigations supplémentaires pour exclure ou confirmer la présence d'une infection urinaire concomitante ([Simerville et al., 2005](#)).

- **Les corps cétoniques**

Produits intermédiaires du métabolisme des graisses, leur présence dans l'urine, peut fournir des informations précieuses sur l'état métabolique du patient et sa relation potentielle avec des infections urinaires ([Simerville et al., 2005](#)).

- **La densité**

La densité urinaire est un paramètre qui permet d'évaluer la capacité du rein à concentrer les urines et de suivre indirectement la quantité d'eau consommée. Bien qu'elle ne soit pas un indicateur direct d'infection urinaire, des variations dans la densité urinaire peuvent signaler des anomalies associées aux infections, aidant à affiner le diagnostic et à surveiller l'évolution et le traitement de l'infection ([Brenner et Rector, 2012](#)).

- **L'hémoglobine**

Dans le contexte des infections urinaires, la présence d'hémoglobine dans les urines peut servir d'indicateur préliminaire, mais doit être interprétée en tenant compte d'autres examens diagnostiques ([Keller et al., 2009](#)).

▪ La bilirubine et l'urobilinogène

La présence de la bilirubine et de l'urobilinogène n'est pas directement liée à une infection urinaire. Cependant, leur mesure peut fournir des informations supplémentaires sur l'état général de santé du patient et sur la présence de conditions sous-jacentes qui pourraient compliquer le diagnostic et le traitement des infections urinaires.

Leur présence en trop grandes quantités dans les urines, peut indiquer une maladie du foie ou un blocage des voies d'excrétion de la bile (Keller *et al.*, 2009).

7. Cytologie urinaire

La cytologie urinaire est une technique de diagnostic utilisée pour examiner les cellules présentes dans l'urine.

L'analyse cytologique consiste à recueillir un échantillon d'urine, à concentrer les cellules par centrifugation, puis les examiner sous microscope entre lame et lamelle.

Les principaux éléments cellulaires observés incluent les hématies (globules rouges), les leucocytes (globules blancs), les cellules épithéliales provenant des voies urinaires, ainsi que les cristaux (cristaux d'oxalates, d'urates, de phosphates ammoniacaux, etc.). Chaque type de cellule et de structure peut fournir des indices sur l'état de santé des voies urinaires et des reins (Witjes et Babjuk, 2017).

7.1. Traitement de l'échantillon

Après avoir réalisé la culture des échantillons urinaires sur des milieux de culture appropriés, nous avons procédé à l'analyse cytologique des urines comme suit :

- Centrifugation des échantillons d'urine à une vitesse de 4000 tr/min pendant 5 minutes afin de permettre la sédimentation des cellules et des particules présentes dans l'urine ;
- Aspirer soigneusement le surnageant, en laissant environ 0,5ml du liquide au-dessus du culot cellulaire ;
- Resuspendre le culot par un léger pipetage pour obtenir une suspension homogène ;
- Déposer une goutte de cette suspension sur une lame de verre propre, puis la recouvrir avec une lamelle tout en évitant la formation des bulles d'air ;
- Effectuer en dernier lieu, l'analyse microscopique.

7.1.1. Analyse microscopique

L'analyse microscopique des différentes lames préparées a été effectuée en utilisant un microscope optique avec un objectif (x40) pour permettre une visualisation claire et précise des différents éléments cellulaires présents dans chaque échantillon.

Les résultats de l'analyse cytologique seront interprétés en fonction des observations faites au microscope.

7.2. Interprétation des résultats

Suite à l'analyse microscopique des différents échantillons et les résultats obtenus, l'interprétation sera faite en comparant chaque paramètre microscopique avec les critères diagnostiques standards pour les infections urinaires.

8. Corrélation entre la chimie des urines et le diagnostic des infections urinaires

Pour évaluer l'intérêt des bandelettes réactives dans le diagnostic précoce des infections urinaires, nous avons suivi une méthodologie rigoureuse, impliquant plusieurs étapes. Cette méthodologie vise à comparer les résultats obtenus avec les bandelettes réactives aux méthodes traditionnelles de culture d'urine et aux analyses cytologiques.

Après avoir collecté des échantillons d'urine de patients présentant des symptômes d'infection urinaire, chaque échantillon a été soumis à une analyse chimique avec des bandelettes réactives, à une culture d'urine pour identifier les bactéries pathogènes, et à une analyse cytologique pour examiner les éléments cellulaires présents.

Une compilation des données a été par la suite effectuée, en notons :

- ✓ Les résultats des tests pour les paramètres chimiques (leucocytes, nitrites, pH, protéines, glucose, corps cétoniques, etc.) ;
- ✓ Les résultats des bactéries identifiées après culture ;
- ✓ Et les résultats cytologiques après observation microscopique des différents éléments cellulaires.

Un traitement statistique a été au final réalisé via le logiciel Minitab (version 21.2, méthode CART) pour évaluer la concordance entre les résultats des bandelettes réactives et les résultats des cultures d'urine. Le but, est celui d'estimer la performance des bandelettes réactives en tant qu'outil de diagnostic précoce.

Résultats & Discussion

Résultats & discussion

1. Echantillonnage et population d'étude

La population d'étude comprend 68 malades, ce qui constitue un échantillon modeste mais suffisant pour tirer des conclusions préliminaires sur l'efficacité des bandelettes réactives.

Tous les participants qui composent cette population, présentent des symptômes d'infection urinaire, avec 61,76% de femmes et 38,24% d'hommes (**Tableau 01**). Les résultats de cette répartition sont cohérents avec les données épidémiologiques, qui indiquent que les infections urinaires sont plus fréquentes chez les femmes que chez les hommes ([Zychlinsky et al., 2019](#)).

Tableau 01. Répartition des patients en fonction du sexe.

Sexe	Fréquence	Pourcentage
Femme	42	61.76%
Homme	26	38.24%
Totale	68	100%

Par rapport aux tranches d'âge de cette population, 34% de la population féminine se situent dans la tranche d'âge entre 30 à 60 ans, période souvent associée à des facteurs de risque accrus tels que l'activité sexuelle, les grossesses et les changements hormonaux. Pour les hommes, la tranche d'âge entre 60 et 90 ans, constitue 18% de la population masculine, où l'incidence des infections urinaires augmente souvent en raison de problèmes liés à la prostate (**Tableau 02**).

Les tranches d'âge des patients fournissent des informations supplémentaires, importantes sur la prévalence des infections urinaires dans différents groupes d'âge.

Tableau 02. Répartition des patients en fonction de l'âge

Sexe	tranche d'âge	fréquences	pourcentage
hommes	0-30	5	7%
	30-60	9	13%
	60-90	12	18%
femmes	0-30	14	21%
	30-60	23	34%
	60-90	5	7%
totale	68	68	100%

2. Résultats de traitement des échantillons

2.1. Résultats d'analyse macroscopique des urines

La répartition des 68 patients en fonction de l'aspect macroscopique des urines révèle une diversité des caractéristiques observées. D'après les résultats obtenus (**Tableau 03**), près de la moitié des patients (49%) présentaient des urines troubles, indiquant la possible présence de particules en suspension, suggérant une infection urinaire ou d'autres conditions pathologiques.

Environ un tiers des patients (29%) avaient des urines claires, considérées normales, bien que des conditions médicales telles que la polyurie ou le diabète insipide puissent être associées. Environ un cinquième des patients (22%) avaient des urines hématuriques, indiquant la présence de sang et suggérant des conditions telles que les infections urinaires, les calculs rénaux ou les tumeurs de la vessie. Ces résultats soulignent l'importance d'une évaluation clinique approfondie pour déterminer les causes sous-jacentes des observations anormales et la nécessité d'une approche individualisée dans la prise en charge des patients présentant des symptômes urinaires.

Tableau 03. Répartition des malades en fonction de l'aspect macroscopique des urines.

Sexe	Tranche d'âge	Aspect		
		Claire	Trouble	Hématurique
hommes	0-30	5	0	0
	30-60	6	3	0
	60-90	1	9	2
femmes	0-30	12	0	2
	30-60	8	5	10
	60-90	1	3	1
totale	68	20	33	15
pourcentage	100%	29%	49%	22%

2.2. Résultats de culture d'urine et d'identification bactérienne

2.2.1. Résultats de culture d'urine

Les résultats de culture d'urine ont révélé la présence de diverses souches bactériennes, dont *Escherichia coli*, *Enterococcus*, *Klebsiella*, et *Staphylococcus aureus*, parmi d'autres.

La fréquence des différents germes responsables des infections urinaires, telle que révélée par les résultats des cultures d'urine (**Tableau 04**), ont offert des informations précieuses pour comprendre l'épidémiologie et la pathogenèse de ces infections.

Tableau 04. Fréquence des germes responsables d'infections urinaires.

Germes	Fréquences	Pourcentages
<i>Escherichia coli</i>	28	40 %
<i>Streptococcus</i>	06	09 %
<i>Staphylococcus</i>	05	07 %
<i>Enterococcus</i>	19	27 %
<i>Klebsiella</i>	04	06 %
<i>Pseudomonas</i>	02	03 %
<i>Neisseria</i>	01	01 %
<i>Candida</i>	03	04 %
<i>Proteus mirabilis</i>	00	00 %
<i>Citrobacter</i>	00	00 %

La prédominance d'*Escherichia coli*, représentant 40% des cas, est conforme aux données épidémiologiques, soulignant son rôle prépondérant dans les infections urinaires, notamment les cystites (Lobel et Soussy, 1997). Cette observation est cohérente avec le fait qu'*Escherichia coli* est une bactérie commensale du tractus intestinal, souvent introduite dans le système urinaire par contamination fécale.

La fréquence élevée d'*Enterococcus* (27%) est également notable, car ces bactéries peuvent être résistantes à de nombreux antibiotiques, ce qui pose des défis dans leur prise en charge clinique.

Les *Streptococcus* et les *Staphylococcus*, bien que moins fréquents, demeurent des agents pathogènes significatifs, avec des implications importantes pour le traitement antibiotique.

La présence de germes tels que *Klebsiella*, *Candida*, *Pseudomonas* et *Neisseria*, bien que moins fréquente, souligne la diversité des agents infectieux impliqués dans les infections urinaires et l'importance de leur détection et de leur traitement approprié. Ces résultats soulignent l'importance de la culture d'urine dans le diagnostic des infections urinaires, permettant une identification précise des agents pathogènes et une adaptation appropriée du traitement antibiotique pour une prise en charge optimale des patients.

▪ Résultats de l'observation macroscopique des colonies

L'observation macroscopique des colonies, signes de cultures positives sur les milieux spécifiques utilisés dans cette étude (Chromagar orientation, milieu Chapman et milieu Sabouraud), a permis d'offrir des informations précieuses sur l'aspect, la forme et la couleur des colonies bactériennes.

Sur le milieu Chromagar orientation, milieu de culture différentiel qui permet de distinguer différents types de bactéries en fonction de la couleur des colonies formées, *Escherichia coli* est apparue de couleur rose rouge. En revanche, d'autres espèces bactériennes ont produit des colonies, présentant des couleurs différentes (**Tableau 05, Figure 06**).

Tableau 05. Aspect macroscopique des colonies bactériennes sur des milieux de culture différentiel.

Milieux de culture	Observation Macroscopique		Germes responsables
	Couleur des colonies	Taille et forme des colonies	
Chromagar orientation	Rose foncée à rougeâtre Bleu métallique Crème à bleu Dorée Bleu turquoise Claire Pâle ou incolore	Grosses colonies Grosses colonies, opaques Grosses colonies, translucides Petites et opaques Granuleuses et petites Petites Grosses colonies	<i>Escherichia coli</i> <i>Klebsiella et Enterobacter</i> <i>Pseudomonas</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Enterococcus</i> <i>Streptococcus</i> <i>Neisseria</i>
Milieu Chapman	Dorée	Rondes, de petites tailles	<i>Staphylococcus aureus</i>
Milieu Sabouraud	Crémeuse	Lisses et bombées	<i>Candida</i>

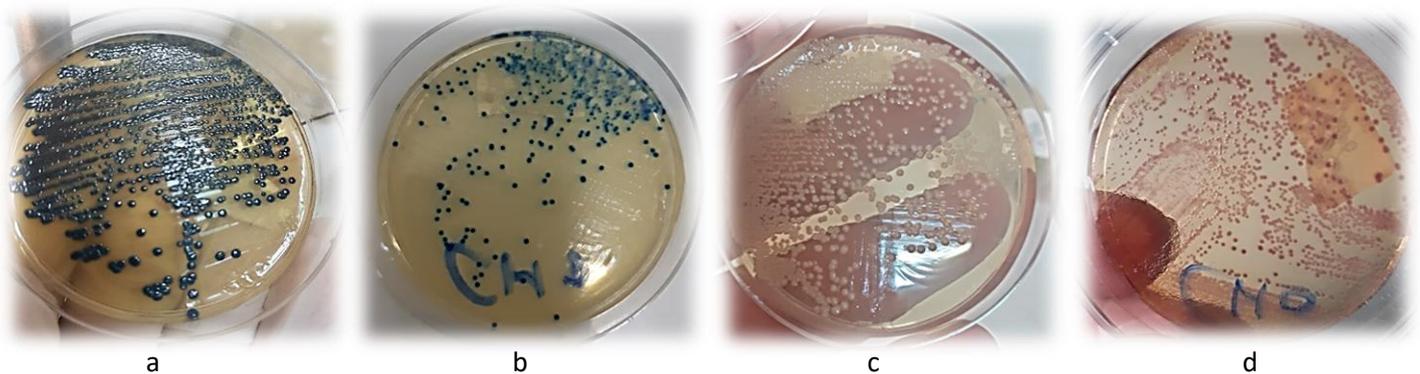


Figure 06. Aspect macroscopique de quelques colonies bactériennes sur un milieu de culture différentiel (Chromagar orientation).

a) *Klebsiella*, b) *Enterococcus*, c) *Pseudomonas*, d) *Escherichia coli*

2.2.2. Résultats de l'identification bactérienne

▪ Résultats de l'observation microscopique

L'examen microscopique des échantillons d'urine après coloration de Gram a révélé les résultats suivants : (**voir Tableau 06**)

Tableau 06. Résultats de l'observation microscopique après coloration de Gram.

Observation microscopique		Germes incriminés
Gram	Forme et mode de regroupement	
Gram (-)	Coccobacilles, isolés ou en paires	<i>E. coli</i>
Gram (-)	Bacilles	<i>Klebsiella</i>
Gram (-)	Bâtonnets (en paires)	<i>Pseudomonas</i>
Gram (+)	Cocci (en amas)	<i>Staphylococcus aureus</i>
Gram (+)	Cocci (diplocoques ou chainettes)	<i>Enterococcus</i>
Gram (+)	Cocci (en chainettes)	<i>Streptococcus</i>
Gram (-)	Grains de café (En paires)	<i>Neisseria</i>
/	Observées comme cellules ovales colorées en violet souvent avec des pseudohyphes	<i>Candida</i>

Les bactéries Gram positif, telles que *Staphylococcus*, *Streptococcus*, et *Enterococcus*, apparaissent sous forme de cocci, et se présentent soit en amas (*Staphylococcus*), en diplocoques ou en chaînes (*Enterococcus* et *Streptococcus*). Leur coloration violette après coloration de Gram indique la présence d'une épaisse couche de peptidoglycane dans leur paroi cellulaire.

Les bactéries Gram négatif, telles que *Escherichia coli*, *Klebsiella*, et *Pseudomonas*, présentent une morphologie en forme de bâtonnets (bacilles) et apparaissant de couleur rose, ce qui indique une paroi cellulaire composée d'une fine couche de peptidoglycane entourée d'une membrane externe (Bush, 2023).

▪ **Résultats des tests biochimiques**

Les résultats des tests biochimiques clés réalisés dans cette étude (catalase, oxydase et TSI) sont mentionnés dans le tableau ci-dessous (**Tableau 07**) :

Tableau 07. Résultats des tests clés (catalase, oxydase et TSI) de pré-identification.

Tests biochimiques	Germes						
	<i>E. coli</i>	<i>Klebsiella</i>	<i>Pseudomonas</i>	<i>Staphylococcus</i>	<i>Enterococcus</i>	<i>Streptococcus</i>	<i>Neisseria</i>
Test de catalase	+	+	+	+	-	-	+
Test d'oxydase	-	-	+	-	-	-	+
Test de fermentation des sucres (TSI)	+	+	-	Glucose	Glucose	Glucose	/
Production de gaz	+	+	-	-	-	-	/
Production d'H ₂ S	-	-	-	-	-	-	/

+ : présence - : Absence / : Non applicable

Les bactéries catalase positives, telles que *Escherichia coli*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, et *Klebsiella*, présentent une réaction positive avec formation de bulles lors du test de catalase, indiquant la présence de l'enzyme catalase qui décompose le peroxyde d'hydrogène en eau et oxygène. En revanche, *E. coli*, *Staphylococcus* et *Klebsiella* n'affichent pas de couleur violette suite à l'ajout du réactif d'oxydase.

Les résultats du test TSI (Triple Sugar Iron agar) révèlent des différences importantes dans la capacité des bactéries à fermenter les sucres et à produire du gaz et du sulfure d'hydrogène, ce qui permet de distinguer efficacement les différents germes responsables des infections urinaires. *Escherichia coli* et *Klebsiella* fermentent le glucose, le lactose et/ou le saccharose, ce qui se manifeste par une acidification complète (jaune sur toute la surface) et la production de gaz, indiquant une fermentation active. En contrepartie, *Enterococcus*, *Streptococcus*, et *Staphylococcus*, montrent une fermentation limitée au glucose (jaune au culot), sans production de gaz ni de H₂S, ce qui reflète leur métabolisme plus restreint.

Pseudomonas, non fermentatives (rouge sur toute la surface), soulignent leur nature aérobie stricte.

Ces résultats combinés permettent une identification précise des pathogènes impliqués dans les infections urinaires, guidant ainsi les choix d'un traitement approprié ;

3. Résultats du test de sensibilité aux antibiotiques

Les résultats des tests de sensibilité aux antibiotiques montrent une variabilité dans la réponse des agents pathogènes aux différentes classes d'antibiotiques (**Tableau 08**).

Pour les agents pathogènes suivants : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Klebsiella*, *Neisseria* et *Pseudomonas*, une sensibilité a été observée face à la gentamicine (GN) et la Doxycycline (DXT). Une sensibilité a été aussi observée à l'acide nalidixique (NA), la céfazoline (CAZ) et la ciprofloxacine (CIP), à l'exception de *Staphylococcus aureus* qui a montré une résistance à la céfazoline (CAZ) et des streptocoques qui ont montré une résistance à la ciprofloxacine (CIP).

Des résistances ont également été observées, notamment pour *Escherichia coli* face à la vancomycine (VA), la colistine (COT) et l'acide fusidique, *Klebsiella* face à l'acide fusidique (FD) et la vancomycine (VA), et *Pseudomonas* qui résiste à l'acide fusidique (FD), la Nitrofurantoïne (NO) et la colistine (COT).

La diversité des profils de sensibilité et de résistance des différents germes aux antibiotiques testés, souligne l'importance de choisir judicieusement les options thérapeutiques en fonction des résultats des tests de sensibilité.

Tableau 08. Résultats du test de sensibilité aux antibiotiques.

Souches/antibiotiques	CN	DXT	FD	NO	VA	COT	NA	CAZ	CIP
<i>Escherichia coli</i>	S	S	R	I	R	R	S	S	S
<i>Staphylococcus aureus</i>	S	S	I	S	S	S	S	R	S
<i>Streptococcus</i>	S	S	R	S	S	I	I	S	R
<i>Enterococcus</i>	S	S	I	S	S	R	S	I	S
<i>Klebsiella</i>	S	S	R	S	R	S	S	S	S
<i>Pseudomonas</i>	S	S	R	R	S	R	S	S	S
<i>Neisseria</i>	S	S	S	S	S	/	/	S	S

4. Interprétation des résultats

D'après les résultats obtenus :

- ✓ Tous les germes testés, montrent une sensibilité à la Gentamycine (CN) et la Doxycycline (DXT). Dans ce contexte, les deux antibiotiques peuvent être des options de traitement fiables contre un large spectre d'infections urinaires.
- ✓ Une sensibilité généralisée a été aussi observée pour la majorité des germes à l'acide nalidixique (NA), la céfazoline (CAZ) et la ciprofloxacine (CIP), à l'exception de *Staphylococcus aureus* qui a montré une résistance face à la Céfazoline et de *Streptococcus* face à la Ciprofloxacine (CIP).
- ✓ Des résistances spécifiques ont été aussi observées pour *E. coli*, *Klebsiella* et *Pseudomonas* contre l'acide fusidique, la colistine (pour *E. coli* et *Pseudomonas*) et la vancomycine (pour *E. coli* et *Klebsiella*).

Les résultats montrent que, bien que certains antibiotiques soient efficaces contre une large gamme de bactéries, la présence de résistances spécifiques limite leur utilité pour certains agents pathogènes.

5. Résultats d'analyse chimique des urines

L'analyse chimique des urines a été réalisée pour évaluer divers paramètres et leur association potentielle avec les infections urinaires. Les **tableaux 09, 10 et 11**, présentent un résumé des résultats obtenus.

5.1. Résultats des paramètres chimiques étudiés

- **Les nitrites** : Présence détectée dans presque 11% des échantillons.
- **Les leucocytes** : Présence détectée dans 23% des échantillons.
- **Le pH** : Un pH < 6, a été détecté dans 75% des échantillons.
- **Les protéines** : Présence détectée dans presque 16% des échantillons.
- **Le glucose** : Présence détectée dans 02% des échantillons.
- **Les corps cétoniques** : Présence détectée dans 3,4% des échantillons.

- **La densité :** Une densité entre 1020 et 1030, a été relevée dans 68% des échantillons.
- **L'hémoglobine :** Présence détectée dans 25,16% des échantillons.
- **La bilirubine et l'urobilinogène :** Présence détectée dans presque 1% des échantillons.

Tableau 09. Résultats d'analyse chimique des urines.

Paramètres chimiques de la bandelette	Effectif	Résultat (présence)
Glucose	03	2.04%
Bilirubine	01	0.68%
Cétones	05	03.4%
Sang	37	25.16%
Protéines	23	15.64%
Urobilinogène	01	0.68%
Nitrites	16	10.88%
Leucocytes	34	23.12%

Tableau 10. Résultats du paramètre densité.

Densité	Fréquence	Pourcentage
1010-1020	22	32%
1020-1030	46	68%
Totale	68	100%

Tableau 11. Résultats du paramètre pH.

	pH			Totale
	Acide < 6	Neutre = 7	Basique > 7	
Fréquence	51	11	6	68
Pourcentage	75%	16%	9%	100%

5.2. Discussion des résultats

L'analyse chimique des urines des 68 patients a fourni des indications importantes sur les infections urinaires.

- Les nitrites, présents dans 11% des échantillons, indiquent une activité bactérienne spécifique, car certaines bactéries comme *Escherichia coli* peuvent convertir les nitrates en nitrites.
- La présence de leucocytes dans 23% des échantillons signale une réponse immunitaire à une infection, ce qui est souvent corrélé avec des symptômes inflammatoires dans les voies urinaires.
- Un pH inférieur à 6, observé dans 75% des échantillons, peut favoriser la croissance de certaines bactéries pathogènes, qui préfèrent un environnement acide.

- La protéinurie, détectée dans 16% des échantillons, est souvent un signe d'inflammation ou de dommage aux reins ou aux voies urinaires.
- La présence de glucose dans 2% des échantillons peut indiquer un état de diabète mal contrôlé, qui peut prédisposer les patients à des infections urinaires plus fréquentes et sévères.
- Les corps cétoniques, présents dans 3,4% des échantillons, peuvent être un indicateur de cétose, souvent associé à des troubles métaboliques comme le diabète.
- La densité urinaire, comprise entre 1020 et 1030 pour 68% des échantillons, reflète la concentration des solutés dans l'urine, ce qui peut être influencé par l'état d'hydratation du patient ou la présence d'une infection.
- L'hémoglobine détectée dans 25,16% des échantillons suggère une hématurie, qui peut être due à une infection sévère ou à des lésions dans les voies urinaires.
- La bilirubine et l'urobilinogène, présents dans 1% des échantillons, sont des indicateurs de dysfonctionnement hépatique ou de dégradation anormale des globules rouges, bien que leur faible présence dans cette étude limite leur pertinence pour le diagnostic des infections urinaires.

Ces résultats montrent que l'analyse chimique des urines, en utilisant des bandelettes réactives, peut fournir des indications rapides et précieuses pour le diagnostic des infections urinaires.

6. Résultats de la cytologie urinaire

6.1. Résultats de l'analyse microscopique

L'analyse cytologique des échantillons urinaires des 68 patients a révélé des informations importantes sur la présence de cellules et autres éléments dans les urines des patients étudiés

52,9% des échantillons contenaient des leucocytes, 44,1% contenaient des hématies (globules rouges), 17,6% présentaient des cristaux et 11,7% des échantillons contenaient des cellules épithéliales (**Tableau 12**).

Tableau 12. Résultat de la cytologie urinaire après analyse microscopique.

Cellules et autres éléments	Effectif	Résultats (présence)
Leucocytes	36	52.9%
Hématies	30	44.1%
Cellules épithéliales	08	11.7%
Cristaux	12	17.6%

6.2. Interprétation des résultats

Les leucocytes étaient présents dans 52,9% des échantillons, ce qui est un indicateur clair d'infection urinaire. Leur présence en forte proportion confirme une réponse immunitaire active contre les agents pathogènes, responsables de ce type d'infections. Ce résultat corrobore avec les observations obtenues par les tests chimiques des urines, où la présence de leucocytes a été détectée dans 23% des échantillons.

Les hématies dans un second lieu, ont été détectées dans 44,1% des échantillons, ce qui suggère une hématurie. La présence de globules rouges dans l'urine peut être due à plusieurs causes, telles qu'une infection sévère, des calculs rénaux, ou des traumatismes des voies urinaires. Ce taux élevé d'hématies souligne l'importance de l'examen cytologique pour détecter des complications potentielles des infections urinaires et d'autres pathologies sous-jacentes.

Des cristaux ont été aussi observés dans 17,6% des échantillons. Les cristaux dans l'urine peuvent indiquer une précipitation de sels minéraux, souvent liée à des troubles métaboliques ou à une concentration élevée de solutés dans l'urine. Leur présence peut également signaler un risque accru de formation de calculs rénaux, information utile pour la gestion et la prévention des calculs urinaires chez les patients à risque.

Les cellules épithéliales dans ces échantillons d'urine, étaient aussi présentes dans 11,7% de cas. Ces cellules proviennent des voies urinaires et leur présence peut indiquer une desquamation normale. Cependant, une quantité importante de ces cellules peut être associée à une inflammation ou à une irritation des voies urinaires, souvent causée par une infection ou un traumatisme.

Ces résultats de cytologie urinaire fournissent des informations précieuses pour le diagnostic et la gestion des infections urinaires. La forte présence de leucocytes et d'hématies indique une infection active et potentiellement sévère. La détection de cristaux et de cellules épithéliales complète le tableau clinique, permettant une évaluation plus complète de l'état urinaire des patients.

La combinaison de ces résultats avec les analyses chimiques et les cultures d'urine offre une vue d'ensemble détaillée, facilitant un diagnostic précis et une prise en charge appropriée des infections urinaires.

7. Corrélation entre la chimie des urines et le diagnostic des infections urinaires

Après avoir fait une compilation des données à partir des résultats obtenus (résultats des tests chimiques, des bactéries identifiées après culture et des résultats cytologiques) (**voir Tableau 13 en annexe**), le traitement statistique par le logiciel Minitab (version 21.2 – CART), réalisé pour évaluer les corrélations entre les différents tests à révéler ce qui suit :

Escherichia coli, était la bactérie la plus présente avec un pourcentage de 41,5% des cas. Une corrélation a été observée avec la densité et le pH, montrant que ce germe est plus fréquemment présent dans les échantillons avec une densité inférieure ou égale à 1022,5, représentant 47.6% des cas, et dans un pH inférieur ou égale à 6.75. En revanche, la bactérie est moins fréquente dans les échantillons avec un pH supérieur à 6.75, où il représente 16.7% des cas. et avec une densité supérieure à 1022.5 avec 30.4% des cas (**Figure 07**).

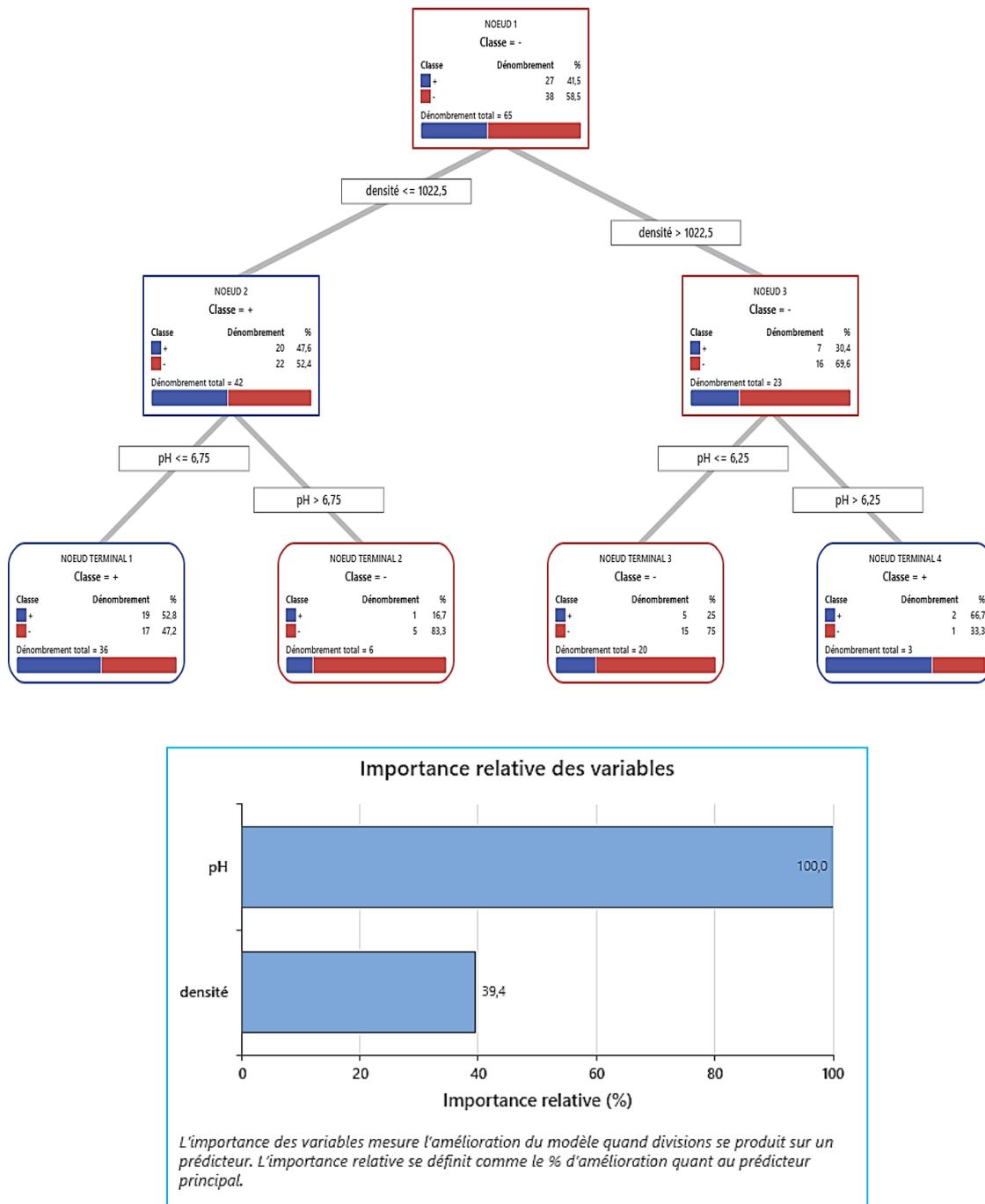


Figure 07. Importance relatives des variables (densité et pH) et leur corrélation avec la présence du germe *E. coli* dans une infection urinaire.

Pour *Enterococcus*, deuxième germe incriminé dans les infections urinaires dans cette étude, avec 27% des cas, une corrélation a été trouvée avec la présence de protéines.

La bactérie était plus présente dans les échantillons contenant des protéines, avec une présence de 41,2% et totalement absente en présence de nitrites, de glucose et en absence de protéines. *Enterococcus* était aussi moins fréquente en présence d'hématies et de leucocytes, avec des taux de 14,3% et 23,3%, respectivement (**Figure 08**).

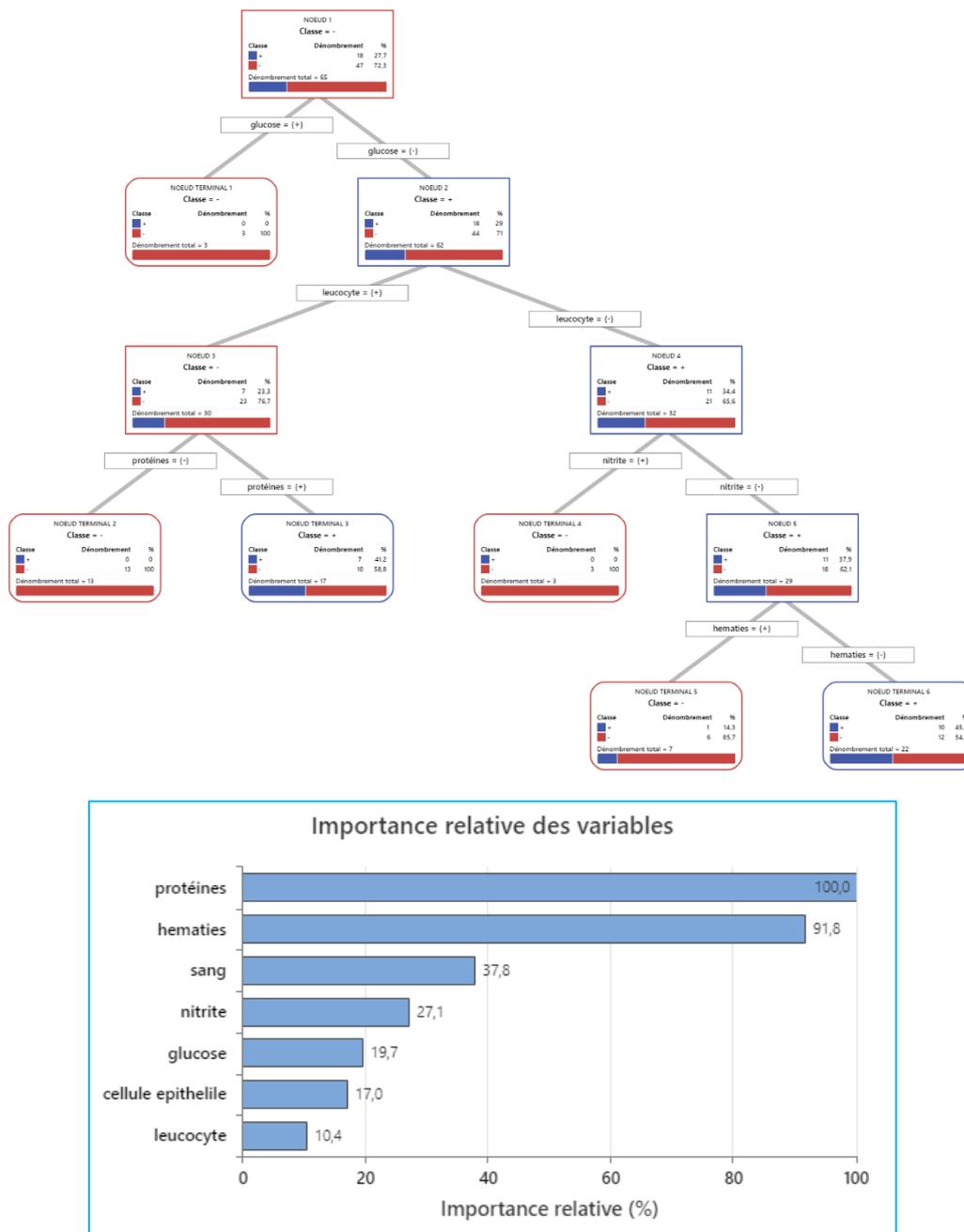


Figure 08. Importance relatives des variables (protéines, sang, nitrites, glucose, leucocytes) et leur corrélation avec la présence du germe *Enterococcus* dans une infection urinaire.

Pour le germe *Streptococcus*, une corrélation a été trouvée avec le pH, la densité et la présence de leucocytes. Les streptocoques représentaient 7,7% des cas dans nos échantillons d'urine.

Les *Streptococcus* était plus présent avec un pH supérieur à 6,25 et en présence de leucocytes, atteignant un pourcentage de 33,3%. En revanche, ils étaient totalement absents en absence de leucocytes. Concernant la densité, *Streptococcus* était présent dans nos échantillons avec une densité supérieure à 1022,5 et totalement absent avec une densité inférieure ou égale à 1022,5 (Figure 09).

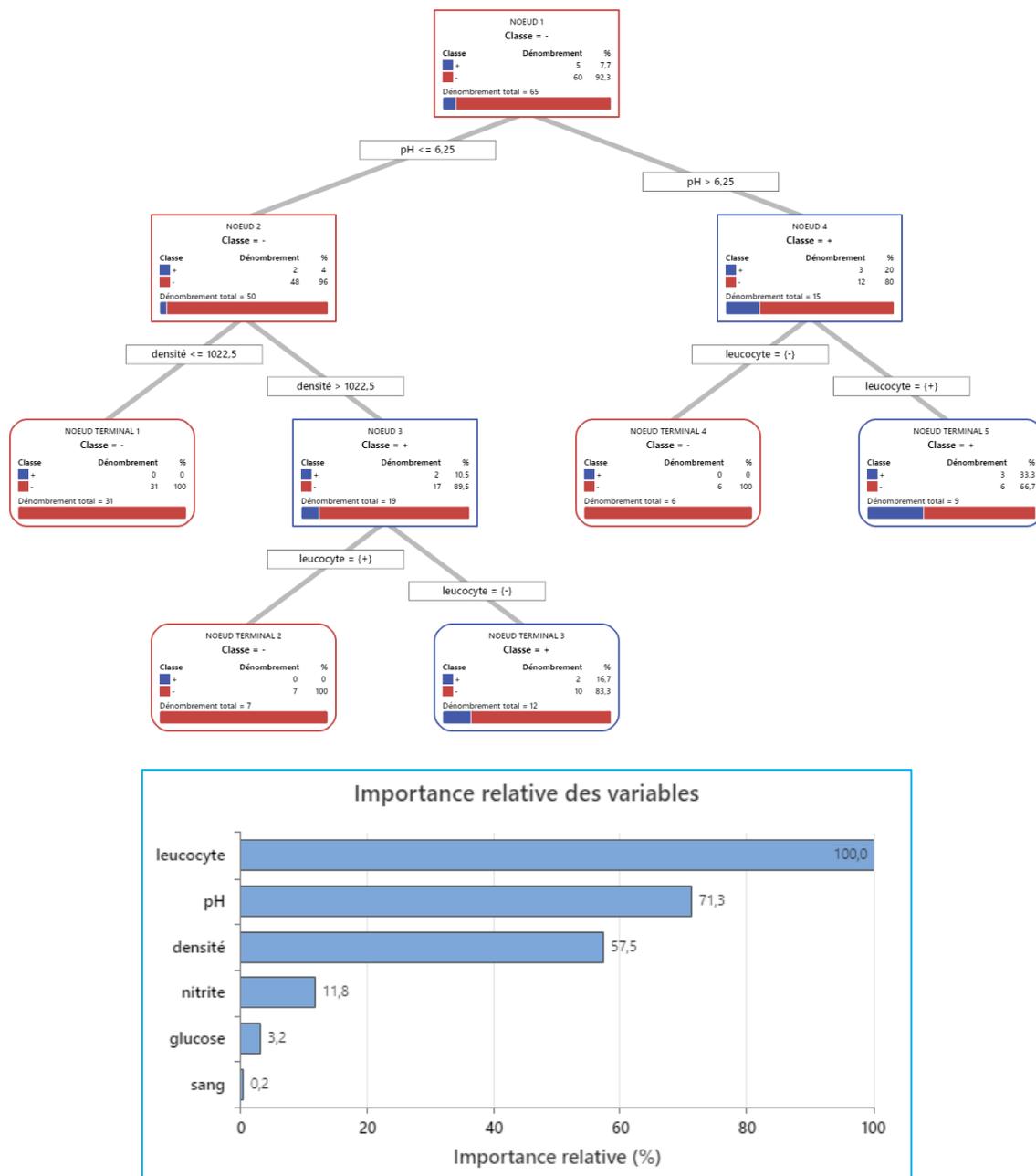


Figure 09. Importance relatives des variables (pH, densité et leucocytes) et leur corrélation avec la présence du germe *Streptococcus* dans une infection urinaire.

Concernant les Staphylocoques, qui représentaient également 7,7% des cas dans nos échantillons d'urine, une corrélation a été observée avec le pH, la densité et le sang.

A un pH supérieur à 5,5 et une densité supérieure à 1022,5, la présence de ce germe a été détectée dans 9,1% et 17,6 % des cas respectivement. En revanche, aucun Staphylocoque n'a été trouvé à un pH inférieur à 5,5. Pour une densité inférieure à 1022,5, une détection de seulement 5,3% des cas a été constaté. Aussi, aucun Staphylocoque n'a été observé en présence de sang dans 100% des cas (**Figure 10**).

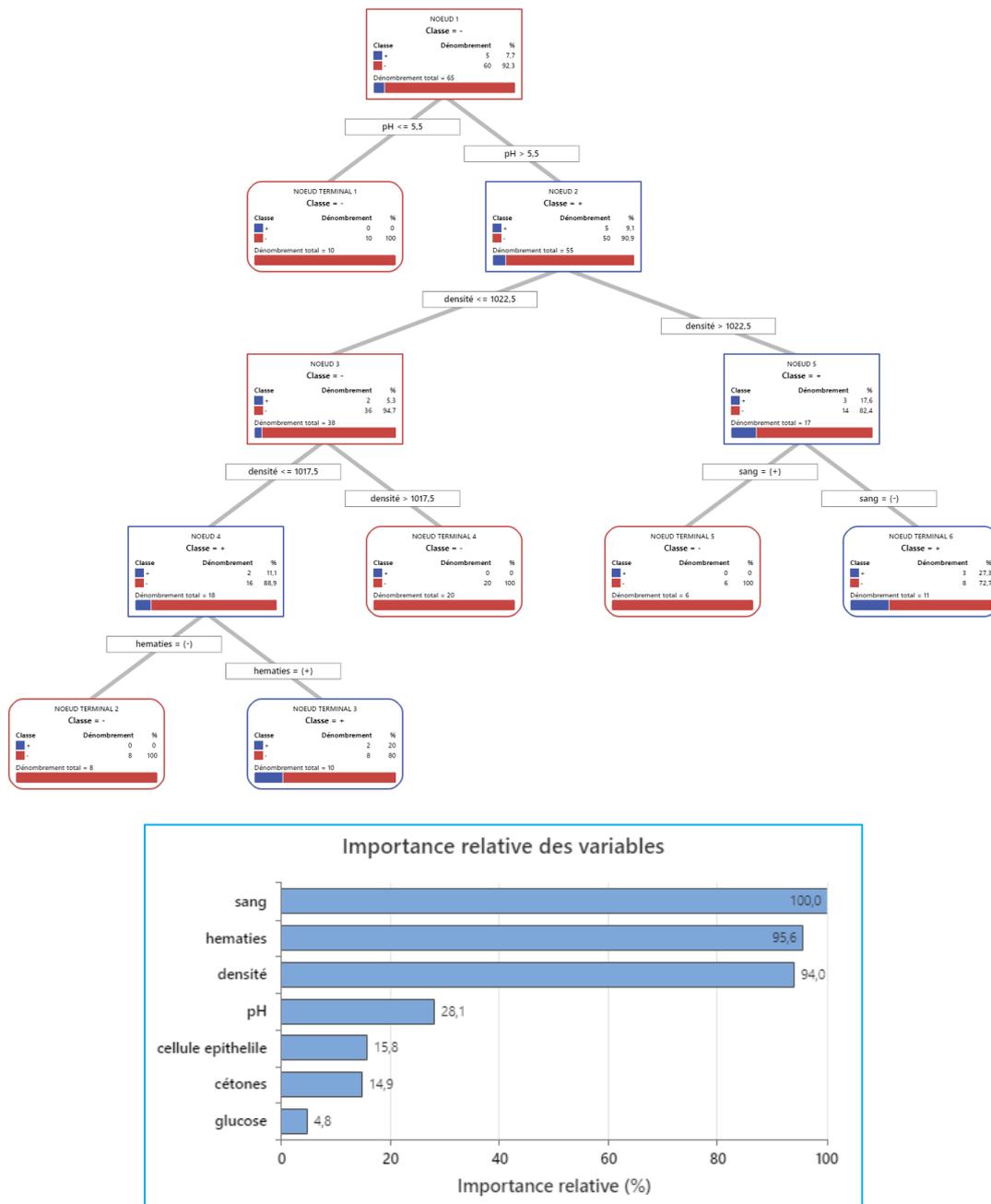


Figure 10. Importance relatives des variables (sang, densité et pH) et leur corrélation avec la présence du germe *Staphylococcus* dans une infection urinaire.

Dans le cas de *Klebsiella*, germe présent dans 6.2% des cas, le traitement statistique des données à révéler une absence totale du germe en présence de protéines et avec des valeurs de pH comprises entre 6,5 et 8. En contrepartie, une présence de la bactérie a été observée en absence de protéines dans 9,3% des cas, et un pH allant de 5 à 6 avec un pourcentage de 11,4% (Figure 11).

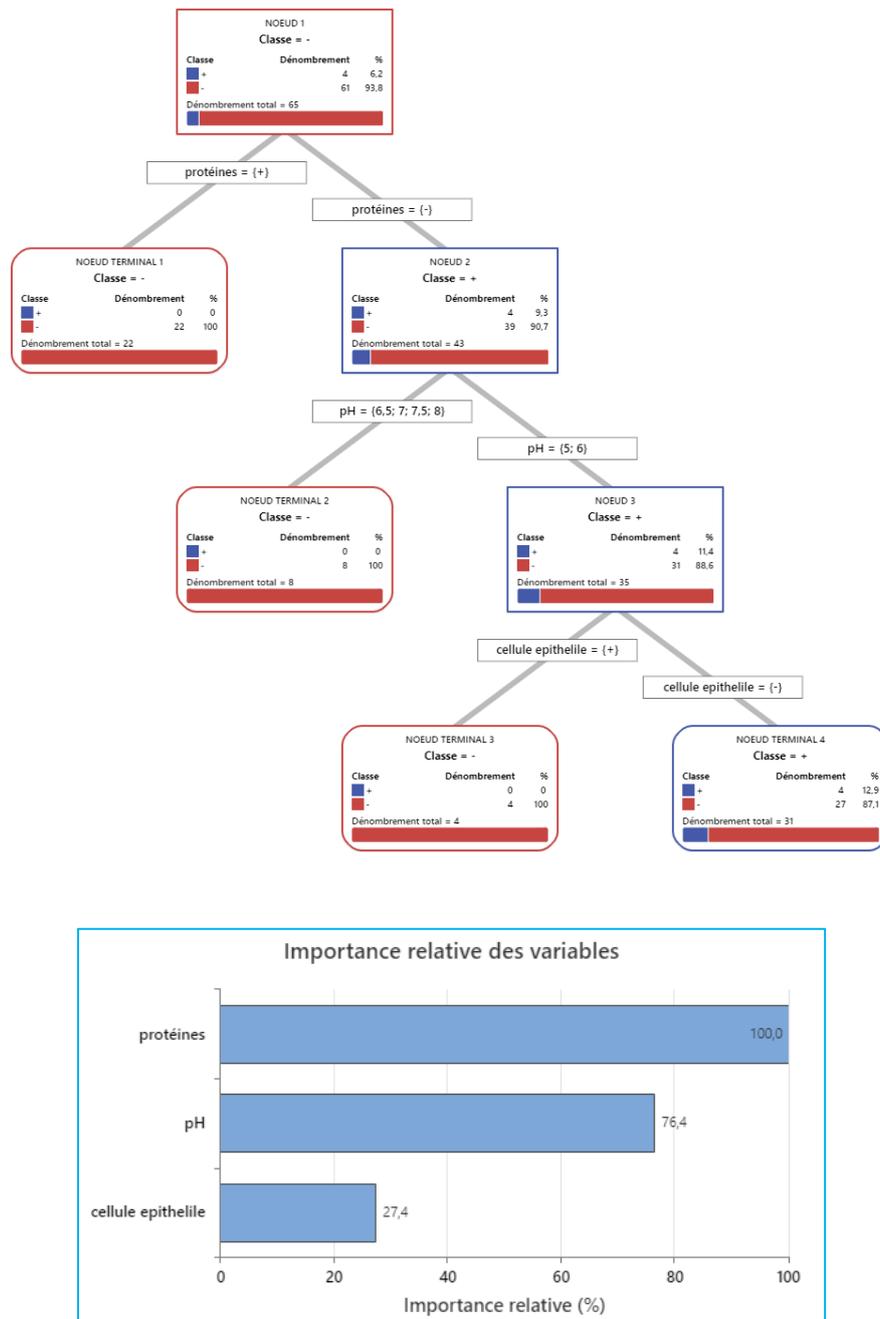


Figure 11. Importance relatives des variables (protéines, pH) et leur corrélation avec la présence du germe *Klebsiella* dans une infection urinaire.

Pour *Candida*, les principaux paramètres biochimiques montrant une corrélation avec la présence ou l'absence du germe sont le pH et les leucocytes, avec des pourcentages respectifs de 100% et 52,2%. *Candida* était totalement absente dans les échantillons ayant un pH inférieur ou égal à 6,25, mais présente dans ceux ayant un pH supérieur à 6,25, atteignant un pourcentage de 20% (Figure 12).

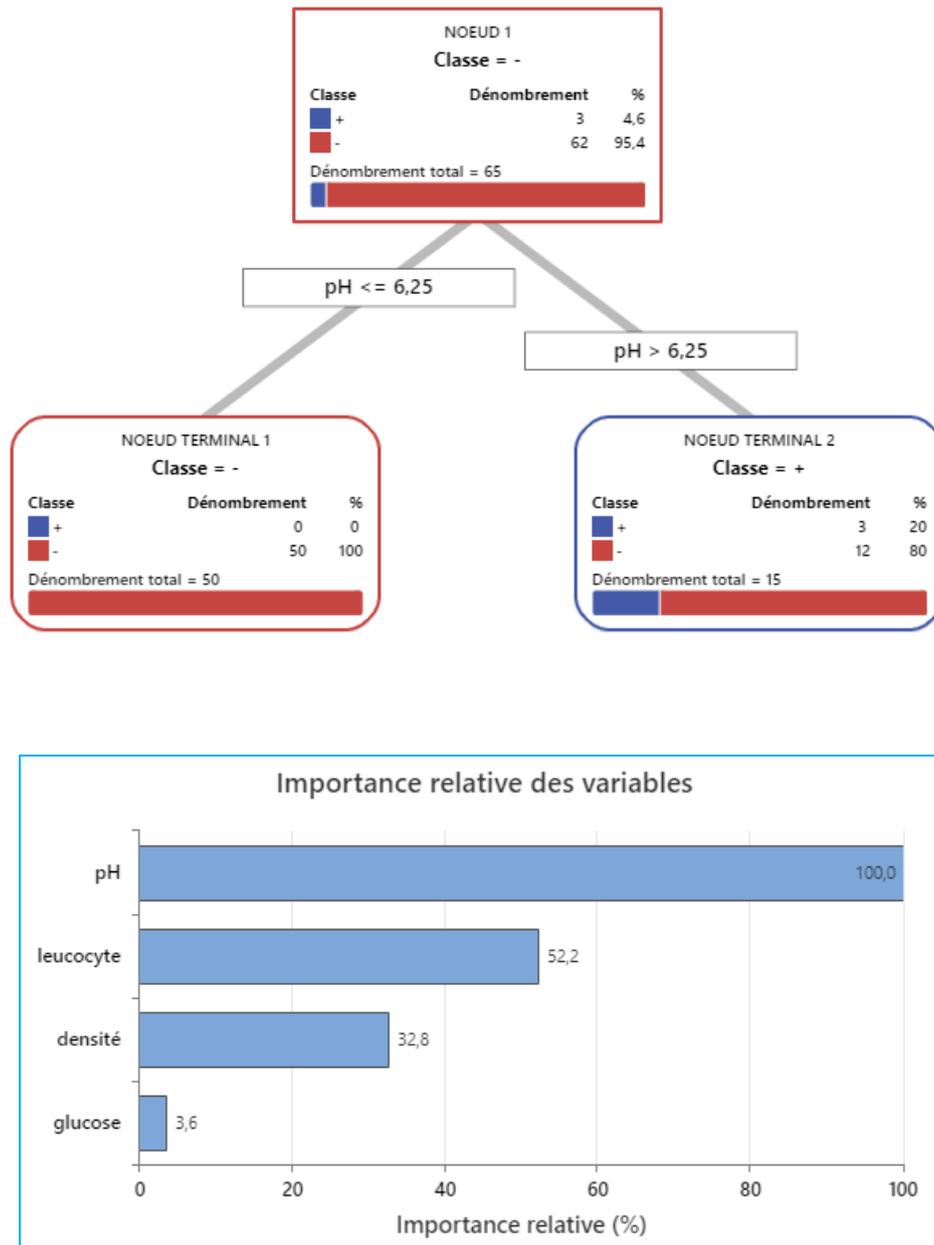


Figure 12. Importance relatives des variables (pH) et leur corrélation avec la présence du germe *Candida* dans une infection urinaire.

Pseudomonas, trouvée dans 3,1% des cas, a montré une relation étroite avec la densité urinaire. Elle était totalement absente à une densité inférieure ou égale à 1027,5, mais majoritairement présente dans les échantillons avec une densité supérieure à 1027,5, représentant 25% des cas (**Figure 13**).

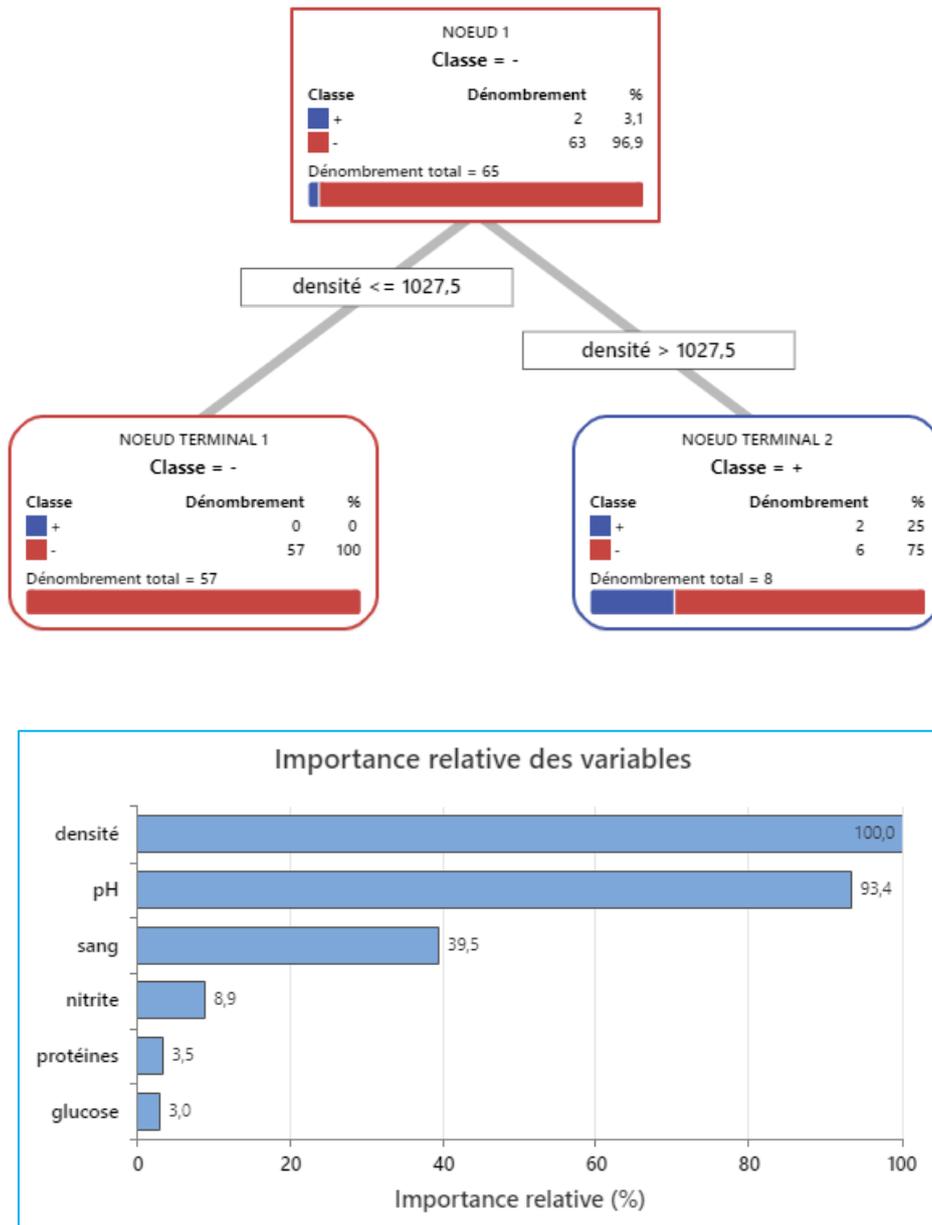


Figure 13. Importance relatives des variables (densité) et leur corrélation avec la présence du germe *Pseudomonas* dans une infection urinaire.

Pour *Neisseria*, dont la présence est marquée par un pourcentage de 1,5% dans nos échantillons d'urine, une relation a été trouvée entre les paramètres biochimiques (hématies, protéines, densité) et la culture.

Une absence totale du germe a été constaté en absence d'hématies, en présence de protéines et avec une densité inférieure ou égale à 1017,5%. En contrepartie, *Neisseria* a été détectée en présence d'hématies (3.4%), en absence de protéines (9.1%) et avec une densité supérieure à 1017,5 (14.3%) (**Figure 14**).

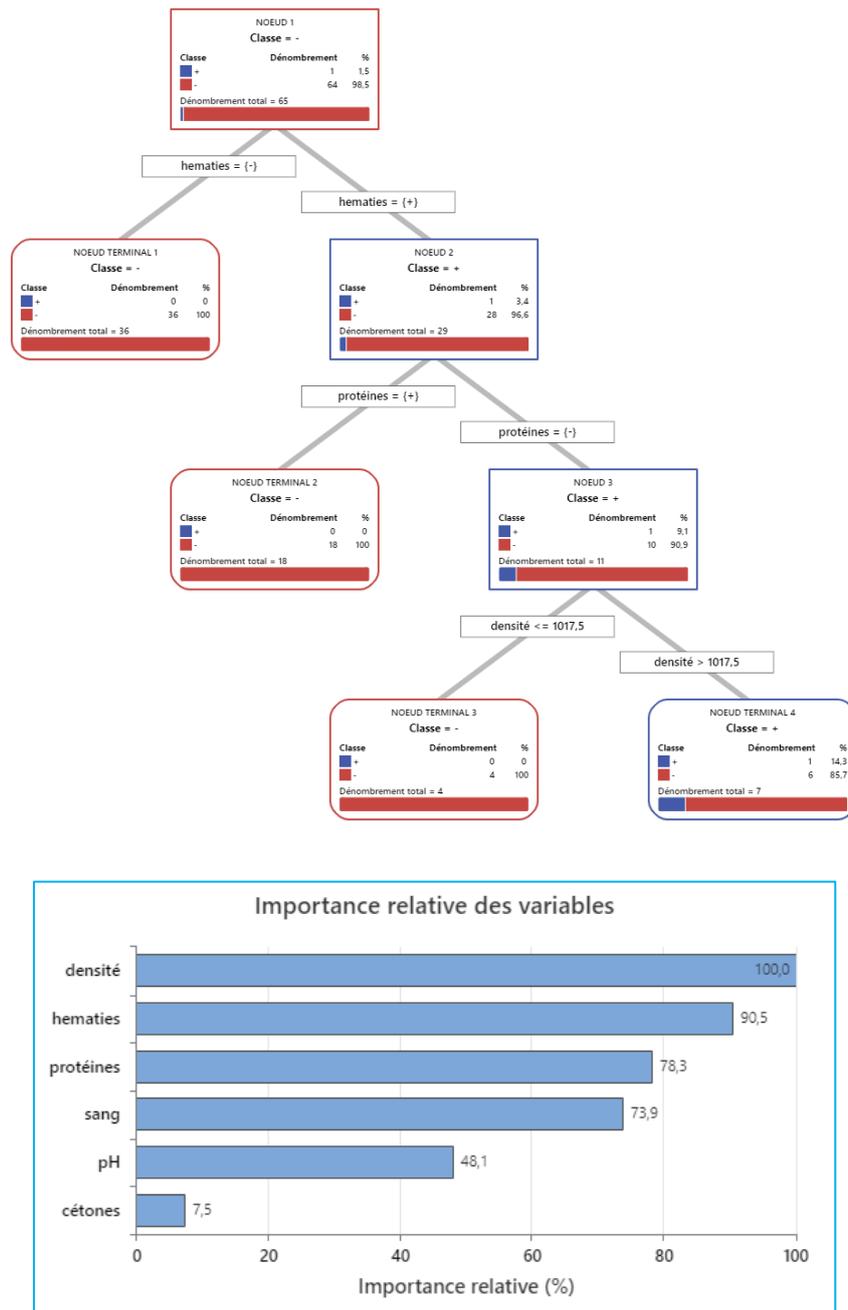


Figure 14. Importance relatives des variables (Hématie, protéines, densité) et leur corrélation avec la présence du germe *Neisseria* dans une infection urinaire.

7.1. Discussion des résultats de corrélation

Les résultats de notre étude ont révélé diverses corrélations significatives entre les paramètres biochimiques des urines et la présence de différents germes. *Escherichia coli* était plus fréquemment trouvée dans des échantillons avec une densité inférieure ou égale à 1022,5 et un pH acide ($\leq 6,75$), tandis qu'elle était moins présente à des pH plus élevés. *Enterococcus* montrait une forte présence en présence de glucose et de protéines, mais était absente en présence de nitrites et en absence de protéines. *Streptococcus* était associé à un pH élevé ($> 6,25$) et à la présence de leucocytes, mais absent en leur absence, et présent à une densité supérieure à 1022,5. *Staphylococcus* était plus fréquente avec un pH $> 5,5$ et une densité élevée ($> 1022,5$), mais absente en présence de sang. *Klebsiella* était absente en présence de protéines et à pH entre 6,5 et 8, mais présente en leur absence et à pH acide (5-6). *Candida* était totalement absente à pH $\leq 6,25$ mais présente à pH $> 6,25$, et *Pseudomonas* était majoritairement trouvé à une densité supérieure à 1027,5. Enfin, *Neisseria* était absente en absence d'hématies, en présence de protéines et à une densité $\leq 1017,5$, mais présente avec des hématies (3,4%), sans protéines (9,1%) et à une densité $> 1017,5$ (14,3%).

Ces corrélations confirment l'importance des paramètres biochimiques urinaires dans l'identification rapide et efficace des infections urinaires, soulignant le potentiel des bandelettes réactives comme outil de diagnostic précoce.

Pour comparer nos résultats avec ceux d'autres auteurs, plusieurs études pertinentes ont été examinées.

Tout d'abord, les travaux de [Tessier et Levert \(2023\)](#) ; [Ronald, \(2003\)](#), ont également identifié *Escherichia coli* comme l'agent pathogène le plus fréquent dans les infections urinaires. Leur étude a révélé une prédominance d'*E. coli* dans des échantillons d'urine avec un pH acide, et une forte corrélation avec une faible densité urinaire, similaire à nos résultats.

Dans le contexte de corrélation entre les résultats de la bandelette urinaire et celle de l'ECBU, les travaux de [Tessier et Levert \(2023\)](#), ont montré qu'une BU positive était significativement associée à un ECBU positive, en particulier en présence de nitrite et d'une leucocyturie. Les nitrites positifs possédaient une meilleure spécificité et une meilleure valeur prédictive positive, en contrepartie, la présence d'une leucocyturie possédait des performances diagnostiques intermédiaires.

Toujours et dans les mêmes conditions et selon plusieurs auteurs, tels que [Hertz et al, \(2024\)](#), une bandelette urinaire semble être performante lorsqu'il s'agit de confirmer l'absence d'infection urinaire avec une VPN (valeur prédictive négative) proche de 90%.

Une autre étude, prenant en compte une association de symptômes, signes cliniques et BU positive dans le cadre d'une population plus spécifique ciblée, pourrait permettre d'avoir un meilleur reflet des performances de ce test (**Tessier et Levert, 2023**).

A partir de ces résultats, une cohérence notable a été observée, confirmant l'importance des paramètres biochimiques urinaires dans le diagnostic rapide et efficace des infections urinaires qui pourrait être ainsi validée comme outil précieux pour une identification précoce, facilitant une meilleure prise en charge des patients.

Conclusion

Conclusion

L'étude menée sur l'intérêt de la chimie des urines, notamment l'utilisation des bandelettes réactives, dans le diagnostic des infections urinaires, a permis de mettre en évidence leur efficacité et leur utilité clinique. Les résultats montrent que les bandelettes réactives offrent une méthode rapide, simple et accessible pour dépister les infections urinaires, avec des corrélations significatives entre les paramètres chimiques des urines et les bactéries identifiées.

Escherichia coli, le germe le plus fréquemment retrouvé, était particulièrement présent dans les urines à faible densité et pH acide, tandis qu'*Enterococcus*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Klebsiella*, *Candida*, *Pseudomonas* et *Neisseria* ont montré des associations distinctes avec divers paramètres biochimiques comme le pH, la densité, les protéines et les leucocytes. Ces corrélations soulignent l'importance des bandelettes réactives comme outil diagnostique préliminaire.

L'utilisation des bandelettes réactives pour le diagnostic rapide des infections urinaires permet non seulement de réduire le temps de diagnostic mais aussi de faciliter une prise en charge plus rapide et efficace des patients, en particulier dans des contextes cliniques où l'accès à des laboratoires équipés pour la culture d'urine est limité. Cette étude soutient donc l'intégration des bandelettes réactives dans les pratiques cliniques courantes pour le dépistage des infections urinaires, tout en soulignant la nécessité de confirmer les résultats positifs par des méthodes de culture traditionnelles pour une identification précise des pathogènes et une antibiothérapie appropriée.

À la lumière des résultats obtenus, plusieurs perspectives peuvent être envisagées pour approfondir et élargir les connaissances sur l'utilisation de la chimie des urines dans le diagnostic des infections urinaires, parmi eux nous citons :

- La réalisation d'autres études avec des échantillons plus large et diversifié pour confirmer les corrélations observées et renforcer la validité des conclusions ;
- Mener des études longitudinales pour observer l'efficacité des bandelettes réactives dans le suivi des patients traités pour des infections urinaires, afin de déterminer leur utilité dans la surveillance post-traitement.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- **Abismail, (2014).** Contribution à l'étude de l'effet des extraits aqueux de *Paronychia argentea* L. et *Paronychia capitata* L. in vitro sur la dissolution des calculs rénaux : Approche théorique, mémoire de Magister, Université des Sciences et Technologies d'Oran Mohamed Boudiaf, p177.
- **Alshomrani M K, Alharbi A A, Alshehri A A., (2023).** Isolation of *Staphylococcus aureus* Urinary Tract Infections at a Community Based Healthcare Center in Riyadh. *Cereus* 15(2): e35140. DOI 10.7759/cureus.35140.
- **Auteurs :** Comité sur les infections nosocomiales du Québec, Mesures de prévention et de contrôle des infections à *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline (SARM) dans les milieux de réadaptation (2009), INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC, document disponible sur le site : <http://www.inspq.qc.ca>.
- **Baldureaux C., (2021).** Place de la biopsie rénale dans la prise en charge des néphropathies du chien et du chat en 2021, Thèse de doctorat, Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I (Médecine - Pharmacie), 176p.
- **Barouni M., (2017).** Étude épidémiologique des infections urinaires communautaires et la résistance des bactéries isolé aux antibiotique dans un laboratoire de ville tunisien, Thèse de doctorat, Université de Nantes, UFR sciences pharmaceutiques et biologiques, p90.
- **Bechiri Kh et al., (2021).** Etude comparatif de la fréquence des bactéries responsables des infections urinaires El Oued et Djamaa, Mémoire de Master, Université Echahid Hamma Lakdhar- EL OUED, el-oued, p98.
- **Bechiri Kh, Hadjaidji A, Kir N., (2022).** Etude comparatif de fréquence des bactéries responsables des infections urinaires, Mémoire Master, Université Echahid Hamma Lakdhar-El Oued, p98.
- **Bellal M, Benzaid H., (2016).** Bandelettes réactives et infections urinaires, Mémoire de Master, Spécialité : Biochimie Moléculaire et santé, Université des frères Mentouri, Constantine, 94p.
- **Beveridge T J., (2001).** Use of the Gram stain in microbiology. *Biotechnic & Histochemistry*, 76(3), 111-118. <https://doi.org/10.1080/10520290108200311>.
- **Bezziche R N, Bounemour A., (2018).** Les bactéries responsables des infections urinaires, Mémoire de Master en sciences biologiques, Spécialité : Biologie moléculaire et microorganismes, Université des frères Mentouri, Constantine, 104p.
- **Boccaro, (2015).** La diététique de l'insuffisance rénale chronique, Thèse pour l'obtention de diplôme de docteur d'état, Université de Nantes, p123.
- **Borghini T, Schenker M, Kessler D., (2013).** Bandelette réactive urinaire, Fiche technique, Site Internet des Hôpitaux Universitaires de Genève, service de médecine de premier recours <http://www.hug-ge.ch/medecine-de-premier-recours/strategies>.
- **Bouarroudj Y et Boutebza F., (2015).** L'infection urinaires, Mémoire de Master, Université des Frères Mentouri Constantine, Constantine, p67.

- **Bouarroudj Y, Boutebza F., (2016).** Les infections urinaires, Mémoire de Master, Université des Frères Mentouri, Constantine, p67.
- **Brenner B M, & Rector F C., (2012).** *The Kidney* (9th ed.). Elsevier Saunders. Chapter 8 : Renal Function and Disease.
- **Bruyère F., (2010).** Prostatite aiguë bactérienne chez l'homme adulte, Article Elsevier, doi : 10.1016/j.purol.2010.07.013.
- **Bush L M, Pertejo M V., (2023).** Infections à entérocoques, Le manuel MSD, Version pour professionnels de la santé, <https://www.msmanuals.com/fr/professional/>
- **Bush L M., (2023).** Présentation des bactéries Gram positives, Le manuel MSD, version pour le grand public, <https://www.msmanuals.com/fr/accueil/infections/>
- **Cambrai Y., (2016).** *Pseudomonas aeruginosa*, <https://www.passeportsante.net/fr/>
- **Changneau C., (2021).** Étude de colibactine dans l'infection urinaire, Thèse de doctorat, Université Toulouse 3 –Paule Sabatier, Toulouse, p164.
- **Charline D., (2022).** Infections à streptocoques, Santé sur le net. <https://www.sante-sur-le-net.com/maladies/maladies-infectieuses/infections-streptocoques/>
- **CLSI., (2020).** Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. *CLSI Supplement M100* (30th ed.). Clinical and Laboratory Standards Institute.
- **Collee J G, Miles R S, & Watt B., (1996).** Tests for Identification of Bacteria. In J. G. Collee, A. G. Fraser, B. P. Marmion, & A. Simmons (Eds.), *Mackie & McCartney Practical Medical Microbiology* (14th ed., pp. 131-149). Churchill Livingstone.
- **Cox C E., (2016).** Urinalysis. In T. M. Carr (Ed.), *Clinical Laboratory Medicine* (2nd ed., pp. 383-403). ASM Press.
- **Cunha J.P., (2017).** Urinary Tract Infection (UTI) Symptoms, Treatment & Causes [en ligne]. E-medicine Health. Disponible sur <https://www.emedicinehealth.com>.
- **Deddach A., (2017).** Détection des germes responsable des infections Urinaire au niveau de l'EPH de Mostaganem, Mémoire de Master, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, p71.
- **DFME (Département femme-mère-enfant, Catégorie : Examens paracliniques et tests faits sur place, Version : 1.1, 7p,** <https://www.chuv.ch/fileadmin/sites/dfme/>.
- **DOUMBIA A., (2022).** Contribution de la chimie des urinaires dans le diagnostic des infections urinaires au laboratoire du CHU du point G, Thèse de doctorat, université des sciences techniques et des technologies de BAMAKO, mali, p80.
- **Doumbia A., (2022).** Contribution de la chimie urinaire dans le diagnostic des infections urinaires au laboratoire du CHU du Point G, Thèse de doctorat, Passeport de santé <https://www.passeportsante.net/fr>
- **Foxman B., (2003).** Epidemiology of urinary tract infections: incidence, morbidity, and economic costs. *American Journal of Medicine*, 113(Suppl 1A), 5S-13S. [https://doi.org/10.1016/s0002-9343\(02\)01054-9](https://doi.org/10.1016/s0002-9343(02)01054-9).
- **Foxman B., (2014).** Urinary tract infection syndromes: occurrence, recurrence, bacteriology, risk factors, and disease burden. *Infectious Disease Clinics of North America*, 28(1), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.idc.2013.09.003>.

- **François A, Brandstätter H, Bréchet A C, Huttner A., (2013).** Infections urinaires, HUG-Hôpitaux Universitaires de Genève, département de Médecine communautaire, de premier secours et des urgences, 12p.
- **Grabe M, et Bartoletti R., (2016).** Urinary Tract Infections. In J. G. Huddart, & R. D. Kirby (Eds.), *ABC of Urology* (3rd ed., pp. 1-6). Wiley-Blackwell.
- **Harrat T, Bahchachi M., (2020).** Les infections urinaires et l'anti-bio résistances des espèces *Escherichia coli* et *Klebsiella pneumoniae*, Université des frères Mentouri, Constantine 1, p97.
- **Hertz M A, Johansen I S, Rosenvinge F S, Brasen C L, Andersen E S, Østergaard C, Skovsted T A, Petersen E R B, Nielsen S L, Mogensen C B, et al. (2024).** Urine Flow Cytometry and Dipstick Analysis in Diagnosing Bacteriuria and Urinary Tract Infections among Adults in the Emergency Department—A Diagnostic Accuracy Trial. *Diagnostics* **2024**, *14*, 412. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14040412>.
- **Imam T H., (2024).** Infections bactériennes des voies urinaires, Le manuel MSD, version pour professionnels de la santé. <https://www.msmanuals.com/fr/professional/>.
- **Keller V L, Junod-Perron N, Graf J D, Chopard C S., (2009).** Analyse d'urines : l'ABC du praticien, DOI : 10.53738/REVMED.2009.5.218.1870, <https://www.revmed.ch/revue-medicale-suisse/>
- **Ketz, (2016).** Infections urinaires hautes aux urgences : incidence et facteurs associés au bon diagnostic, Thèse pour le diplôme de docteur d'état en médecine, université paris Diderot, Paris, p49.
- **Khirani K H et Mizab I., (2015).** L'intérêt de la chimie des urines dans le dépistage des infections urinaires, Mémoire de Licence, institut nationale de formation supérieure paramédicale de Biskra, p66.
- **Koneman E W, Allen S D, Janda W M, Procop G W, Schreckenberger P C, & Woods G L, (2006).** *Koneman's Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology* (6th ed.). Lippincott Williams & Wilkins. Chapter 3 : Biochemical Identification of Gram-Negative Bacteria
- **Le minore R., (1993).** Méthodes de laboratoire pour l'identification des entérobactéries (28), Institute pasteur, Paris, p217.
- **Lebreton Y., (2003).** Physiologie de l'appareil urinaire, Elsevier Masson SAS, site web : <https://www.em-consulte.com/article/170390/resume/>.
- **Lecheheub L, Bendagha Y., (2016).** Les infections urinaires, Mémoire de Master en sciences biologiques, spécialité : Ecologie microbienne, Université des frères Mentouri, Constantine, 71p.
- **Lewin M., (2018).** Pathologie de l'uretère, Revue sur le site : <https://www.michel-lewin.be>
- **Lobel B, Soussy C L., (2007).** Les infections urinaires, Book, Overview, Edition N°1, Publisher Springer Paris, 238p, <https://doi.org/10.1007/978-2-287-48617-3>
- **Malek R, Chohbane A., (2020).** Etude épidémiologique et bactériologique des infections urinaires au niveau de la région de Guelma, Mémoire de Master, Université 8 Mai 1945-Guelma, p68.

- **Merlino J, Siarakas S, Robertson G J, Funnell G R, Gottlieb T, & Bradbury R., (1996).** Evaluation of CHROMagar Orientation for Differentiation and Presumptive Identification of Gram-Negative Bacilli and Enterococcus Species. *Journal of Clinical Microbiology*, 34(7), 1788-1793. <https://doi.org/10.1128/jcm.34.7.1788-1793.1996>.
- **Naber K G et Weidner W., (2000).** Urinary Tract Infections: Bacteriology and treatment options. In H. Van Cauteren, & G. Peeters (Eds.), *New Strategies for Urinary Tract Infections* (pp. 1-12). CRC Press.
- **Nicolle L E., (2012).** Urinary Tract Infections in Adults. In L. Goldman, & A. I. Schafer (Eds.), *Goldman-Cecil Medicine* (24th ed., pp. 1951-1956). Elsevier Saunders.
- **Ouamrouche R., (2019).** Infections urinaires, Hôpital militaire régional universitaire d'Oran, Service de chirurgie urologique, Rapport, 59p.
- **Penders J et Fiers, T., (2013).** Automated Flow Cytometry and Urine Test Strip Analysis in the Diagnosis of Urinary Tract Infection. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 51(7), 1357-1362. <https://doi.org/10.1515/cclm-2012-0814>.
- **Rauer A L, Learman B S, Taddei S M, Deka N, Hunt B C, Armbruster C E., (2022).** Preferential catabolism of l- vs d-serine by *Proteus mirabilis* contributes to pathogenesis and catheter-associated urinary tract infection. *Mol Microbiol.* 2022 Sep;118(3):125-144. doi: 10.1111/mmi.14968. Epub 2022 Aug 15. PMID: 35970717; PMCID: PMC9486832.
- **Reiner K., (2010).** Catalase Test Protocol. *American Society for Microbiology*. <https://www.asm.org/Protocols/Catalase-Test-Protocol>
- **Reischl U, Frick J, Hoermansdorfer S, Melzl H, & Busch U., (2004).** Rapid Identification of *Staphylococcus aureus* in Routine Specimens by a Combined Immunoassay and Microbiological Method. *Journal of Clinical Microbiology*, 42(5), 2277-2283. <https://doi.org/10.1128/JCM.42.5.2277-2283.2004>.
- **Ronald, A. (2003).** The etiology of urinary tract infection: traditional and emerging pathogens. *Disease-a-Month*, 49(2), 71-82. doi:10.1067/mda.2003.8.
- **Shenot P J., (2023).** Contrôle de la miction, Le manuel MSD, version pour le grand public, site : <https://www.msmanuals.com/fr/accueil/>
- **Simerville J A, Maxted W C, Pahira J J., (2005).** Urinalysis : A comprehensive review. *Am Fam Physician* 2005; 71:1153-62.
- **SPILF., (2015).** Diagnostic et antibiothérapie des infections urinaires bactériennes communautaires de l'adulte, Mise au point argumentaire, 122p.
- **Stéphanie., (2011).** Les infections urinaires communautaires bactériennes de l'adulte : Prise en charge diagnostique et thérapeutique, Thèse de doctorat, Université Henri Poincaré Nancy 1, p102)
- **Teixeira L M., Carvalho, Maria da Gloria Siqueira, & Facklam, R R., (2007).** *Enterococcus*. In P. R. Murray (Ed.), *Manual of Clinical Microbiology* (9th ed., pp. 430-442). Washington D.C.: ASM.
- **Tessier D, Levert A., (2023).** Corrélation entre bandelette urinaire et examen cytot bactériologique des urines, étude rétrospective aux urgences du CHU de Rouen. Médecine humaine et pathologie. [ffdumas-04172306](https://doi.org/10.1016/j.ffdumas-04172306)

- **Tsereteli M, Sidamonidze K, Tsereteli D, Malania L, Vashakidze E., (2018).** Épidémiologie de *Klebsiella pneumoniae* résistante au carbapénèmes dans les unités de soins intensifs des hôpitaux multi profils de Tbilissi, Géorgie. *Actualités médicales géorgiennes*. Juillet-août 2018 ;(280-281) :164-168.
- **Vorkafer S, (2011).** Les infections urinaires communautaires bactériennes de l'adulte : Prise en charge diagnostique et thérapeutique, Thèse de doctorat, université Henri Poincaré Nancy 1, p102.
- **Wainsten J P., (2012).** Larousse médical, p.11-13.
- **Weinstein M P, Towns M L, Quartey S M, et al., (1997).** The clinical significance of positive blood cultures in the 1990s: A prospective comprehensive evaluation of the microbiology, epidemiology, and outcome of bacteremia and fungemia in adults. *Clin Infect Dis* 24(4):584-602, 1997. doi: 10.1093/clind/24.4.584.
- **Witjes, J. A., & Babjuk, M. (2017).** Cytologie urinaire et autres biomarqueurs urinaires. In C. F. Witjes (Ed.), *Guide de l'EAU sur le cancer de la vessie non invasif* (pp. 54-72). Elsevier Masson.
- **Zychlinsky S A, Rousseau M, Lacerda M L, Canton T, Consiglio C R, Albert M L, Fontes M, Duffy D, Ingersoll M A., (2019).** Sex differences in IL-17 contribute to chronicity in male versus female urinary tract infection. *JCI Insight*. 2019 May 30;5(13) : e122998. doi: 10.1172/jci.insight.122998. PMID: 31145099; PMCID: PMC6629110.

Annexes

Annexe 1

Les milieux de culture : (Composition)

Milieu Chromagar orientation : (<https://unicat.msf.org/>)

Formule théorique après reconstitution du milieu (1 litre)

Peptone et extrait de levure	17 g
Mélange chomogénique	1 g
Agar	15 g

Milieu Chapman : (www.humeau.com)

Ingrédients en grammes par litre d'eau distillée ou déminéralisée.

Peptones	10,00
Extrait de viande de bœuf	01,00
D-mannitol	10,00
Chlorure de sodium	75,00
Rouge de phénol	0,025
Agar	15,00

pH final à 25°C : 7,4 ± 0,2

Milieu MH (Mueller-Hinton) : (www.humeau.com)

Ingrédients en grammes par litre d'eau purifiée

Peptone	17,50
Extrait de viande	02,00
Amidon	01,50
Agar	17,00

Ce milieu peut être ajusté et/ou supplémenté en fonction des critères de performances imposés

Milieu Sabouraud : (<https://microbiologiemedicale.fr/>)

Peptones	10,0 g
Glucose (ou Dextrose)	40,0 g
Agar	15,0 g
pH	5,6
Eau distillée	qsp 1 L

Milieu TSI :Composition du milieu **Triple Sugar Iron (TSI)** pour 1 Litre

Extrait de viande	03.0 g/L
Peptone	20.0 g/L
Extrait de levure	03.0 g/L
Chlorure de sodium	05.0 g/L
Lactose	10.0 g/L
Sucrose	10.0 g/L
Glucose	01.0 g/L
Sodium thiosulfate	0.30 g/L
Fer ammonium citrate	0.30 g/L
Rouge de phénol	0.024 g/L
Agar	13.0 g/L

pH 7.4 +/-0.2 à 25°C

Annexe 2

Colorations et protocoles expérimentaux

❖ Coloration de Gram

Les étapes de coloration :

- Recouvrir le frottis par le violet de gentiane et laissez agir pendant une minute, puis rincez à l'eau courante ;
- Mordancer le frottis au Lugol et laissez agir pendant une minute, puis rincez à l'eau courante ;
- Décolorer à l'alcool, goutte à goutte (la lame doit être inclinée obliquement) et surveiller la décoloration (le filet doit être clair à la fin de la décoloration) ; puis rincez abondamment avec l'eau courante ;
- Recolorer avec de la safranine ou de la fuchsine basique pendant une minute, puis rincez à nouveau avant de sécher le frotti à l'air libre ou dans une étuve ;
- Enfin, observez avec une goutte d'huile d'immersion au microscope, objectif 100 (grossissement x1000). Les cellules Gram positives apparaîtront violettes et les cellules Gram négatives vont apparaître en couleur roses ou rouges.

❖ Test de catalase :

Protocole de réalisation :

- Prélever une petite quantité de culture bactérienne avec une anse stérile.
- Déposer la culture sur une lame de verre.
- Ajouter une goutte de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) sur la culture.

Résultat positif :

- Formation immédiate de bulles indiquant la présence de l'enzyme catalase.

Résultat négatif :

- Absence de bulles.

❖ Test de l'oxydase :

Protocole de réalisation :

- Prélever une petite quantité de culture bactérienne avec une pipette pasteur stérile.
- Appliquer la culture sur un disque d'oxydase

Résultat positif :

- Changement de couleur du disque d'oxydase au violet/ ou bleu foncé dans les 10-30 secondes.

Résultat négatif :

- Pas de changement de couleur

❖ Test de fermentation des sucres (TSI) :

Protocole de réalisation :

- Inoculer avec un anse stérile le fond du tube de TSI puis la surface de la pente avec la culture bactérienne.
- Incuber le tube dans une étuve à 37°C pendant 24 heures.

- Lecture des résultats après incubation

Résultats :

- Un fond jaune indique la fermentation du glucose
- Une surface jaune indique la fermentation du lactose et du saccharose
- La présence de bulles ou fissures dans l'agar indique la production de gaz
- Un noircissement de l'agar indique la production d'H₂S (hydrogène sulfuré)

❖ Test de sensibilité aux antibiotiques (antibiogramme) :**Protocole de réalisation :**

- Préparer une suspension bactérienne ajustée à une densité spécifique (0,5 Mc-Farland) ;
- Inoculer uniformément une gélose Mueller-Hinton avec la suspension bactérienne ;
- Placer des disques d'antibiotiques sur la surface de la gélose en utilisant un distributeur de disques ou une pince stérile ;
- Incuber la gélose à 37°C pendant 18 à 24 heures.

Résultats :

- Mesurer les zones d'inhibition autour des disques. Comparer les diamètres des zones à des tableaux de référence pour déterminer la sensibilité ou la résistance des bactéries aux antibiotiques testés

❖ Test aux bandelettes réactives**Protocole de réalisation :**

Le test se compose d'une bandelette présentant des zones réactives de chimie sèche permettant de rechercher dans l'urine la présence qualitative et/ou semi-quantitative de différents paramètres tels que les leucocytes, les nitrites, le pH, les protéines, le glucose, les corps cétoniques, l'urobilinogène, la bilirubine, les érythrocytes (ou le sang) et le poids spécifique (densité).

Préparation**a) Echantillon d'urine**

- Toilette génitale
- Récolte au milieu du jet dans un récipient propre (aucune trace de détergent) et identifié au nom du patient
- Pas de centrifugation
- Après la miction, traiter l'urine au plus vite (dans les 2 heures)
- Si conservation au frigo, attendre la remise à température ambiante (~ 30 minutes)

b) Bandelettes

- Ne jamais réutiliser ou couper les bandelettes
- Ne pas utiliser de bandelettes périmées (la date de péremption est indiquée sur l'emballage)

c) Emballage des bandelettes

- Conservation au sec (< 30 °C) et dans l'emballage d'origine (température de stockage, voir emballage) - immédiatement après usage, refermer avec le bouchon pour protéger de l'humidité et de la lumière

Analyse

- a) Homogénéiser (mélanger) correctement l'urine en tournant lentement, à plusieurs reprises, le gobelet.
- b) Immerger la bandelette 1 seconde (au maximum) dans l'urine en humectant entièrement toutes les zones réactives. Ne jamais verser l'urine avec une pipette sur la bandelette.
- c) Egoutter rapidement en passant la tranche de la bandelette sur un papier absorbant afin de supprimer l'excédent d'urine.
- d) Enclencher le chronomètre.

Lecture et interprétation**❖ Liste des antibiotiques utilisés**

1. Gentamycine (CN)
2. Acide fusidique (FD)
3. Vancomycine (VA)
4. Tétracycline (TE)
5. Cotrimoxazole (COT)
6. Doxycyclin (DXT)
7. Néomycine (NO)
8. Acide nalidixique (NA)
9. Céfotaxime (CAZ)
10. Ciprofloxacine (CIP)
11. Kanamycine (K)
12. Imipenème (IMP)

Tableau 13.

N°	Chimie des urines										Cytologie				Bactéries identifiées							
	Leuc	Nit	Uro	Prot	pH	Sang	D	Cét	Bil	Glu	Leuc	Hém	C.épi	Cris	<i>E.coli</i>	<i>Strept</i>	<i>Staph</i>	<i>Entero</i>	<i>Klebs</i>	Pseu	<i>Neiss</i>	<i>Candi</i>
1	+	+	-	+	5	+	1020	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
2	+	+	-	++	6	++++	1015	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
3	+++	-	-	-	5	+	1015	++	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
4	+	-	-	++	5	-	1025	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
5	-	-	-	+	6	++++	1030	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
6	+	-	-	+	6,5	+++	1015	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
7	+	-	-	-	6,5	-	1010	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
8	++	+	-	+++	8	+++	1010	--	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
9	+++	+	-	+	5	+++	1030	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
10	-	-	-	-	6	-	1025	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
11	+	-	-	-	5	-	1015	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
12	+	-	-	-	6	+++	1010	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
13	++	+	-	-	8	-	1010	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
14	+	+	-	-	6	+	1020	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
15	+	-	-	-	6	-	1020	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
16	-	+	-	-	6	-	1020	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
17	++	-	-	-	6	++	1030	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
18	+	-	-	-	7,5	++++	1020	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
19	+	-	-	-	6	+++	1020	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
20	++	-	-	-	6	+++	1010	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	++	6	+++	1020	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
22	+++	-	-	++	6	++++	1010	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
23	+++	-	-	+	6	+++	1020	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
24	+	-	-	+	6	++	1025	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

25	++	-	-	++	7	-	1025	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
26	+	-	-	-	6	+++	1020	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
27	+	+	-	+++	6	+	1015	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	6	+	1015	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
29	+	-	-	+	6	+	1030	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
30	++	+	-	+	7,5	++	1015	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
31	++	-	-	+	7,5	++++	1020	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
32	++++	+	-	+	5	+	1010	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
33	+	-	-	-	6	++	1020	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	6	+	1015	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
35	++	-	-	-	5	+	1030	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	-	-	-	-	5	+++	1030	+++	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	6	++	1020	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
38	-	-	-	-	6	+++	1020	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
39	-	-	-	-	6	+	1015	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	+	6	++	1030	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	5	+	1030	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
42	-	-	-	-	6,5	+	1025	++	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
43	-	-	-	-	6	-	1025	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	6	-	1020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
45	-	-	-	-	6	-	1020	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	6,5	-	1025	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
47	-	-	-	-	6	-	1025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	6	-	1020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
49	-	-	-	-	6	-	1025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
50	-	-	-	-	6	-	1020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
51	-	-	-	-	6	++	1030	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
52	-	-	-	-	6	-	1015	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

53	-	+	-	+	6,5	-	1015	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
54	-	+	-	++	6	-	1020	-	-	+++	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
55	-	-	-	-	6	-	1015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
56	-	+	-	-	6,5	-	1020	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
57	-	-	-	-	6,5	-	1020	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
58	-	-	-	-	6	-	1025	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
59	-	-	-	-	6	-	1025	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
60	-	-	+	-	5	-	1030	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
61	-	-	-	-	6	-	1030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
62	-	-	-	-	6	-	1015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
63	-	-	-	-	6	-	1025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
64	-	-	-	-	7	-	1010	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
65	++	+	-	+	-	+	1025	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
66	+++	-	-	++	6	-	1025	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
67	++	+	-	+	6	+	1020	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
68	+	+	-	-	5	-	1025	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

