

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem Faculté de
science de la Nature et de la Vie**



**جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم**

كلية علوم الطبيعة والحياة

**DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE
MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES**

Présenté par

ABDELKRIM Nawel & BOUDEBZA Mahdjouba

Pour l'obtention du diplôme Master

Filière: Science Biologique

Spécialité: Microbiologie fondamentale

THEME :

**Impact de l'usage irrationnel des antibiotiques en communauté et la prévalence
des bactéries multirésistantes : évaluation de l'activité antibactérienne de plantes
médicinales comme alternative thérapeutique**

Devant les Membres de jury:

DAHMANI Chahinez Amira	MCA	Université de Mostaganem	Présidente
BELHADJI Kenza Amel	MCA	Université de Mostaganem	Examinatrice
CHIALI Fatima Zohra	MCA	Université de Mostaganem	Promotrice
ZAOUI Somia	Docteur	Université de Mostaganem	Co-promotrice

Soutenu publiquement le : 30/06/2026

Année universitaire : 2025-2026

Remerciements

*Au terme de ce travail, Nous devons remercier tout d'abord **Dieu** qui nous a donné la force et le courage de suivre nos études et d'arriver à ce stade et à **nos parents** qui ont beaucoup soutenues pendant tout le long de notre parcours.*

*Un grand remerciement à notre encadrante **Chiali Fatima Zohra** qui nous a beaucoup aidées, soutenues, conseillées, et sa patience, avec nous pour réaliser un travail de qualité*

*Nos remerciements vont également à notre Co-encadrante Mademoiselle **Zaoui Soumia** pour son aide et son soutien pendant les moments difficiles.*

*Nous tenons aussi à remercier **les membres de jury** qui nous ont fait l'honneur d'examiner ce travail.*

*Enfin, nous renouvelons nos remerciements à ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour réaliser ce travail sans oublier **les enseignants** qui ont contribué à notre formation*

Dédicace

Merci, mon Dieu, de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve, J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail

A ma chère mère celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, pour son amour inconditionnel pour son soutien et ses sacrifices tout au long de mon parcours.

A mon père qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager à me donner l'aide et à me protéger pour sa confiance et ses efforts constants pour ma réussite.

A mon cher frère pour sa présence et son soutien et son aide précieuse dans le domaine de l'informatique.

A ma chère sœur mon plus beau cadeau que mes parents m'ont donné à qui je souhaite que du bonheur et beaucoup de réussite.

A ma chère binôme pour sa collaboration et son aide précieuse dans la réalisation de ce travail

À toutes les personnes qui m'ont soutenue et qui ont cru en moi, votre contribution à cette aventure est inestimable.

Nawel

Dédicace

Mes remerciements vont tout d'abord au bon DIEU pour sa volonté et sa patience qu'il m'a donnée durant ces longues années d'étude afin que je puisse arriver à ce stade.

Je dédie ce modeste travail :

Aux personnes les plus chères au monde : Mon père Aïssa et ma mère Halima pour leur amour inconditionnel et leurs sacrifices et encouragements et leur soutien constant tout au long de mon parcours .

À mon cher fiancé Abdelhafid , pour sa patience ,son soutien moral et ses encouragements qui m'ont aidée à avancer et à surmonter les difficultés .

À mes chers frères Nabil , Anes , abdelmouneim et Ibrahim pour leur affection et leur soutien et tous les moments de bonheur partagés .

À ma chère sœur Bouchra et ma chère petite sœur et fille Ranim

À ma chère binôme Nawel , merci pour tous les moments de travail , de partage et même de stress que nous avons traversés ensemble et pour cette belle collaboration , je te souhaite un avenir brillant et plein de réussite

À ma chère cousine Asma , je te remercie infiniment pour ton soutien et ton aide tout au long de ce parcours

À toute ma famille BOUDJAZA pour leur confiance et leurs encouragements qui ont contribué à la réalisation de ce travail .

Mahdjouba

Résumé

L'antibiorésistance est un problème majeur de santé publique, favorisé par l'usage irrationnel des antibiotiques. Cette étude visait à évaluer le lien entre le mésusage des antibiotiques chez les enfants de 5 à 12 ans et la prévalence des bactéries multirésistantes (BMR), tout en étudiant l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et *Eucalyptus globulus*. L'étude a comporté une enquête transversale auprès de 100 mères et une étude expérimentale sur sept souches bactériennes pathogènes. Les résultats ont révélé un taux d'automédication de 37 %, une demande de prescription d'antibiotiques de 15 % et une méconnaissance des BMR chez 80 % des mères. L'antibiogramme a confirmé la présence de plusieurs souches multirésistantes, notamment *Klebsiella pneumoniae* et *Acinetobacter baumannii*. Les rendements d'extraction des huiles essentielles étaient de 1,3 % pour *Thymus vulgaris* et de 0,81 % pour *Eucalyptus globulus*. L'aromatogramme a montré une forte activité antibactérienne de *Thymus vulgaris*, avec des diamètres d'inhibition de 23 à 45 mm, tandis que le mélange des deux huiles essentielles a présenté une activité bactéricide sur toutes les souches testées ($\text{CMB/CMI} \leq 4$), traduisant un effet synergique. Ces résultats montrent que le mésusage des antibiotiques favorise l'émergence des bactéries multirésistantes et soulignent le potentiel des huiles essentielles, en particulier *Thymus vulgaris* associé à *Eucalyptus globulus*, comme alternatives prometteuses. Ils mettent également en évidence la nécessité de renforcer la sensibilisation des parents et de promouvoir un usage rationnel des antibiotiques.

Mots-clés : Antibiotiques, usage irrationnel, antibiorésistance, bactéries multirésistantes, pédiatrie, automédication, antibiogramme, huiles essentielles, *Thymus vulgaris*, *Eucalyptus globulus*.

Abstract

Antimicrobial resistance is a major public health concern driven by the irrational use of antibiotics. This study aimed to evaluate the relationship between inappropriate antibiotic use among children aged 5–12 years and the prevalence of multidrug-resistant bacteria (MDR), while assessing the antibacterial activity of the essential oils of *Thymus vulgaris* and *Eucalyptus globulus*. The study included a cross-sectional survey involving 100 mothers and an experimental investigation on seven pathogenic bacterial strains. The findings revealed a 37% rate of self-medication, 15% of mothers requesting antibiotic prescriptions, and poor awareness of MDR bacteria among 80% of the participants. Antibiotic susceptibility testing confirmed the presence of several multidrug-resistant strains, particularly *Klebsiella pneumoniae*, and *Acinetobacter baumannii*. The extraction yields of the essential oils were 1.3% for *Thymus vulgaris* and 0.81% for *Eucalyptus globulus*. Aromatogram analysis demonstrated strong antibacterial activity of *Thymus vulgaris*, with inhibition zones ranging from 23 to 45 mm, while the combination of both essential oils exhibited a bactericidal effect against all tested strains (MBC/MIC ≤ 4), indicating a synergistic interaction. These findings demonstrate that the irrational use of antibiotics contributes to the emergence of multidrug-resistant bacteria and highlight the potential of *Thymus vulgaris*, particularly in combination with *Eucalyptus globulus*, as a promising alternative in combating antimicrobial resistance. The study also emphasizes the importance of strengthening parental awareness and promoting the rational use of antibiotics.

Keywords: Antibiotics, irrational use, antimicrobial resistance, multidrug-resistant bacteria, pediatrics, self-medication, antibiotic susceptibility testing, essential oils, *Thymus vulgaris*, *Eucalyptus globulus*.

ملخص

تُعدّ مقاومة المضادات الحيوية من أبرز مشكلات الصحة العامة، ويُسهم الاستعمال غير الرشيد للمضادات الحيوية بشكل كبير في تفاقمها. هدفت هذه الدراسة إلى تقييم العلاقة بين سوء استخدام المضادات الحيوية لدى الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين 5 و12 سنة وانتشار البكتيريا متعددة المقاومة للمضادات الحيوية، مع تقييم النشاط المضاد للبكتيريا للزيوت (Eucalyptus globulus) والأوكالبتوس (Thymus vulgaris) العطرية المستخلصة من الزعتر.

شملت الدراسة استبياناً مقطوعياً أُجري على 100 أم، بالإضافة إلى دراسة تجريبية على سبع سلالات بكتيرية ممرضة. أظهرت النتائج أن نسبة التداوي الذاتي بالمضادات الحيوية بلغت 37٪، وأن 15٪ من الأمهات طلبن من الطبيب وصف مضاد حيوي، كما تبين أن 80٪ منهن يفتقرن إلى المعرفة بالبكتيريا متعددة المقاومة. وأكد اختبار الحساسية للمضادات *Klebsiella pneumoniae* و *Acinetobacter baumannii* الحيوية وجود عدة سلالات متعددة المقاومة، خاصة

بلغت مردودية استخلاص الزيوت العطرية 1.3٪ لزيت الزعتر و0.81٪ لزيت الأوكالبتوس. كما أظهر اختبار النشاط المضاد للبكتيريا فعالية عالية لزيت الزعتر، حيث تراوحت أقطار مناطق التثبيط بين 23 و45 مم، بينما أظهر مزيج ، مما يدل على وجود تأثير تآزري ($CMB/CMI \leq 4$) الزيتين تأثيراً قاتلاً للبكتيريا ضد جميع السلالات المختبرة

تؤكد هذه النتائج أن الاستعمال غير الرشيد للمضادات الحيوية يساهم في ظهور وانتشار البكتيريا متعددة المقاومة، كما تُبرز الإمكانات الواعدة للزيوت العطرية، ولا سيما زيت الزعتر منفرداً أو بالاشتراك مع زيت الأوكالبتوس، كبديل محتمل في مكافحة مقاومة المضادات الحيوية. كما تؤكد الدراسة على ضرورة تعزيز توعية أولياء الأمور وترشيد استخدام المضادات الحيوية.

الكلمات المفتاحية: المضادات الحيوية، الاستعمال غير الرشيد، مقاومة المضادات الحيوية، البكتيريا متعددة المقاومة، طب *Thymus vulgaris*، *Eucalyptus* الأطفال، التداوي الذاتي، اختبار الحساسية للمضادات الحيوية، الزيوت العطرية، *globulus*

Table des matières

Table des matières

Remerciements.....	I
Dédicace	II
Résumé.....	.IV
Abstract.....	V
ملخص	VI
Liste des tableaux	XV
Liste des figures	XVI
Liste des abréviations	XIX
Introduction	1
II. Revue bibliographique.....	3
II.1. Généralités sur les antibiotiques	3
II.1.1. Définition des antibiotiques (ATB)	3
II.1.2. Classification et mécanismes d'action des antibiotiques.....	4
II.1.2.1. En fonction de leur mode de production.....	4
II.1.2.2. Classification des antibiotiques en fonction de leur effet	5
II.1.2.3. Classification des antibiotiques en fonction de leur spectre	5
II.1.2.4. Classification des antibiotiques en fonction de leur mécanisme d'action.....	6
II.1.3. Importance des antibiotiques en santé publique	7
II.1.4. Limites et effets indésirables des antibiotiques	8
II.1.4.1. Limites de l'utilisation des antibiotiques	8
II.1.4.1.1. Résistance bactérienne	8
II.1.4.1.2. Utilisation irrationnelle des antibiotiques	8
II.1.4.1.3. Perturbation du microbiote	9
II.1.4.2. Effets indésirables des antibiotiques	9

II.1.4.2.1. Réactions allergiques	9
II.1.4.2.2. Troubles gastro-intestinaux	9
II.1.4.2.3. Toxicité organique	9
II.1.4.2.4. Interactions médicamenteuses	10
II.1.5. Définition de l'usage rationnel et irrationnel des antibiotiques	10
II.2. Usage des antibiotiques en population pédiatrique (5–12 ans)	10
II.2.1. Particularités des infections chez l'enfant	10
II.2.2. Prescription antibiotique en pédiatrie	10
II.2.3. Connaissances, attitudes et pratiques (CAP) de la population vis-à-vis des antibiotiques	11
II.2.4. Usage irrationnel des antibiotiques chez l'enfant	11
II.2.5. Facteurs favorisant l'usage irrationnel	11
II.2.6. Rôle des mères dans la gestion thérapeutique des enfants	12
II.3. Résistance bactérienne aux antibiotiques	12
II.3.1. Définition de la résistance bactérienne	12
II.3.2. Mécanismes biologiques de la résistance	13
II.3.3. Bactéries multirésistantes	14
II.3.3.1. Définition des Bactéries Multirésistantes (BMR).....	14
II.3.3.2. Classification Internationale Normalisée (MDR, XDR, PDR)	14
II.3.3.3. Principales bactéries d'importance clinique	15
II.3.4. Impact de la résistance bactérienne chez l'enfant	15
II.4. Relation entre l'usage irrationnel des antibiotiques en communauté et l'émergence des bactéries multirésistantes	16
II.4.1. Données épidémiologiques mondiales	16
II.4.2. Données régionales et nationales	16

II.4.3. Contribution de l'usage communautaire à la multirésistance	16
II.4.4. Conséquences sanitaires et économiques et sociales	16
II.5. Stratégies de prévention et de lutte contre l'antibiorésistance	17
II.5.1. Bon usage des antibiotiques en pédiatrie	17
II.5.2. Sensibilisation et éducation des parents	17
II.5.3. Rôle des professionnels de santé	17
II.5.4. Recommandations des organisations internationales	17
III. Matériel et Méthodes.....	18
III.1. Partie 1 : Étude par questionnaire.....	18
III.1.1. Cadre d'étude.....	18
III.2. Partie 2 : Partie expérimentale.....	19
III.2.1. Matériel biologique.....	19
III.2.2. Matériel végétal.....	20
III.2.3. Méthodes expérimentales.....	20
III.2.3.1. Identification confirmative des souches cliniques.....	20
III.2.3.1.1. Test de catalase.....	21
III.2.3.1.2. Test urée-indole (urée-tryptophane).....	21
III.2.3.1.3. Test TSI (Triple Sugar Iron).....	21
III.2.3.1.4. Test mannitol-mobilité-nitrate.....	21
III.2.3.1.5. Test citrate.....	22
III.2.3.2. Extraction des huiles essentielles par vapo-distillation.....	22
III.2.3.2.1. Calcul du rendement.....	23
III.2.3.3. Activité antibactérienne.....	23
III.2.3.3.1. Étude de la sensibilité des souches aux agents antimicrobiens standards... ..	23

III.2.3.3.2. Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles (Méthode de Vincent – diffusion en milieu gélosé).....	24
III.2.3.3.2.1. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI).....	24
III.2.3.3.2.2. Détermination de la concentration minimale bactéricide(CMB).....	25
IV. Résultats et discussion.....	26
IV.1. Résultats de questionnaire.....	26
IV.1.1. Caractéristiques sociodémographiques des mamans.....	26
IV.1.2. Facteurs socio-économiques et accès aux soins	27
IV.1.3. Connaissances et perceptions des antibiotiques	29
IV.1.4. Usage irrationnel des antibiotiques	32
IV.1.5. Prévalence et indicateurs des bactéries multirésistantes	37
IV.1.6. Facteurs de risque favorisant les infections/résistance	41
IV.2. Résultats de la partie expérimentale.....	44
IV.2.1. Identification confirmative des souches cliniques.....	44
IV.2.1.1. L'examen macroscopique.....	44
IV.2.1.2. L'examen microscopique.....	44
IV.2.1.3. Test de catalase.....	47
IV.2.1.4. Test urée-indole (urée-tryptophane).....	48
IV.2.1.5. Test TSI (Triple Sugar Iron).....	48
IV.2.1.6. Test mannitol-mobilité.....	49
IV.2.1.7. Test citrate.....	50
IV.2.2. Extraction des huiles essentielles par vapo-distillation	51
IV.2.2.1. Calcul du rendement.....	51
IV.2.3. Activité antibactérienne.....	52
IV.2.3.1. Étude de la sensibilité des souches aux agents antimicrobiens standards.....	52

IV.2.3.2. Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles (Méthode de Vincent – diffusion en milieu gélosé).....	56
IV.2.3.2.1.Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) et Bactéricide (CMB).....	61
V. Conclusion.....	65
VI. Référence bibliographique.....	66
VII. Annexes	80

Liste des tableaux

Tableau n°1: Classification des antibiotiques.....	4
Tableau n°2: Grands modes d'action.....	7
Tableau n°3: Origine des souches bactériennes utilisées dans l'étude.....	19
Tableau n°4 : les souches bactériennes et les milieux utilisées pour leur confirmation.....	20
Tableau n°5: Liste des antibiotiques utilisés.....	24
Tableau n°6 : Les rendements en huiles essentielles de <i>Thymus vulgaris</i> et <i>Eucalyptus globulus</i>	51
Tableau n°7 : résultats antibiogramme des souches diamètre (mm).....	55
Tableau n°8 : résultats l'aromatogramme diamètre (mm).....	58
Tableau n°9: Valeurs de la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) et Bactéricide (CMB) (µL/mL) de l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i>	62
Tableau n°10: Valeurs de la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) et Bactéricide (CMB) (µL/mL) de l'huile essentielle de <i>Thymus vulgaris</i>	63
Tableau n°11: Valeurs de la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) et Bactéricide (CMB) (µL/mL) de mélange (V/V) des huiles essentielles	64

Liste des figures

Figure n°1: Mode d'action des antibiotiques.....	6
Figure n°2: Types de résistance bactérienne aux antibiotiques	12
Figure n°3: Cibles et mécanismes de résistance des antibiotiques	14
Figure n°4: Dispositif de vapodistillateur pour l'extraction des huiles essentielles.....	22
Figure n° 5: Âge (a) et la profession (b) des mères.....	26
Figure n°6 : Éducation (a) et Lieu de résidence (b) des mères.....	27
Figure n° 7: le cout de la consultation (a) et le prix des médicaments (b)	28
Figure n° 8: La première action des mères.....	29
Figure n° 9: les connaissances des mères sur les ATB.....	30
Figure n°10: ATB assure une guérison rapide.....	30
Figure n° 11: la guérison est-elle possible sans antibiotiques.....	31
Figure n° 12: Connaissances des mères sur l'usage excessif (a) et les BMR(b).....	32
Figure n° 13: Confiance pharmacien.....	32
Figure n° 14: influence de l'entourage (a) et la lecture de la notice(b)	33
Figure n° 15: Automédication (a) et ATB les plus utilisés (b).....	34
Figure n° 16: Demande médecin prescrire ATB.....	34
Figure n° 17: Arrêt précoce (a) et le respect des horaires(b)	35
Figure n° 18: Conservation des ATB.....	36
Figure n° 19: Le partage (a) et la réutilisation (b) des ATB.....	36
Figure n° 20: l'âge premier traitement ATB (a) et la fréquence d'utilisation des ATB au cours de 12 mois (b).....	37
Figure n° 21: Antécédents d'infections chez les enfants.....	38
Figure n° 22: l'antibiogramme.....	38
Figure n° 23: Inefficacité initiale (a) et recours aux injectables (b).....	39

Figure n°24: Hospitalisation (a) et récidence (b).....	40
Figure n° 25: Diarrhée après ATB.....	40
Figure n°26 : Antécédents néonataux poids (a) et prématurité (b) et mode d'accouchement(c).....	41
Figure n° 27: Allaitement (a) et nutrition (b).....	42
Figure n° 28: Maladies chroniques.....	42
Figure n° 29: Utilisation d'antibiotiques durant la grossesse.....	43
Figure n° 30: Exposition environnementale (a) et sociale (b).....	44
Figure n°31: Aspect macroscopique des colonies de <i>S. aureus</i> sur milieu Chapman et aspect microscopique après coloration de gram.....	45
Figure n°32 : Aspect macroscopique des colonies de <i>P. aeruginosa</i> sur milieu King B et aspect microscopique après coloration de gram.....	45
Figure n°33: Aspect macroscopique des colonies de <i>Moraxella catarrhalis</i> sur milieux gélose chocolat et aspect microscopique après coloration de gram.....	46
Figure n°34: Aspect macroscopique des colonies de <i>Streptococcus</i> beta hémolytique sur milieu gélose au sang et aspect microscopique après coloration de gram.....	46
Figure n°35: Aspect macroscopique des colonies de <i>E. coli</i> sur milieux MacConkey , Chromagar et aspect microscopique après coloration de gram.....	46
Figure n°36 : Aspect macroscopique des colonies de <i>K. pneumoniae</i> sur milieux MacConkey Cled et aspect microscopique après coloration de gram.....	47
Figure n°37: Aspect macroscopique des colonies de <i>Acinetobacter baumannii</i> sur milieux MacConkey, Chromagar et aspect microscopique après coloration de gram.....	47
Figure n°38: test catalase des souches (A) <i>S. aureus</i> (B) <i>P. aeruginosa</i> (C) <i>Moraxella catarrhalis</i> (E) <i>E. coli</i> (F) <i>K. pneumoniae</i> (G) <i>Acinetobacter baumannii</i>	47
Figure n°39: test indole de la souche (E) <i>E. coli</i>	48
Figure n°40 : test TSI des souches (B) <i>P. aeruginosa</i> (C) <i>Moraxella catarrhalis</i> (E) <i>E. coli</i> (F) <i>K. pneumoniae</i> (G) <i>Acinetobacter baumannii</i>	49

Figure n°41: Milieu mannitol mobilité des souches (A) <i>S. aureus</i> (B) <i>P. aeruginosa</i> (C) <i>Moraxella catarrhalis</i> (D) <i>Streptococcus</i> beta hémolytique (E) <i>E. coli</i> (F) <i>K. pneumoniae</i> (G) <i>Acinetobacter baumannii</i>	50
Figure n°42: test citrate des souches des souches (B) <i>P. aeruginosa</i> (F) <i>K. pneumoniae</i> (G) <i>Acinetobacter baumannii</i>	51
Figure n°43: résultats d'antibiogramme des souches (A) <i>S. aureus</i> (B) <i>P. aeruginosa</i> (C) <i>Moraxella catarrhalis</i> (D) <i>Streptococcus</i> beta hémolytique (E) <i>E. coli</i> (F) <i>K. pneumoniae</i> (G) <i>Acinetobacter baumannii</i>	56
Figure n°44: résultats de l'aromatogramme des souches (A) <i>S. aureus</i> (B) <i>P. aeruginosa</i> (C) <i>Moraxella catarrhalis</i> (D) <i>Streptococcus</i> beta hémolytique (E) <i>E. coli</i> (F) <i>K. pneumoniae</i> (G) <i>Acinetobacter baumannii</i> avec l'HE de <i>Thymus vulgaris</i>	59
Figure n°45: résultats de l'aromatogramme des souches (A) <i>S. aureus</i> (B) <i>P. aeruginosa</i> (C) <i>Moraxella catarrhalis</i> (D) <i>Streptococcus</i> beta hémolytique (E) <i>E. coli</i> (F) <i>K. pneumoniae</i> (G) <i>Acinetobacter baumannii</i> avec l'HE de <i>Eucalyptus globulus</i>	60
Figure n°46: résultats de l'aromatogramme des souches (A) <i>S. aureus</i> (B) <i>P. aeruginosa</i> (C) <i>Moraxella catarrhalis</i> (D) <i>Streptococcus</i> beta hémolytique (E) <i>E. coli</i> (F) <i>K. pneumoniae</i> (G) <i>Acinetobacter baumannii</i> avec l'HE de mélange V/V.....	61

Liste des abréviations et symboles

°C: degré Celsius

µg : microgramme

µl : microlitre

A. baumannii : *Acinetobacter baumannii*

ADN: acide désoxyribonucléique

AFNOR : Association Française de Normalisation

AK : Amikacine

AMC : Amoxicilline / acide clavulanique

AML : Amoxicilline

ATB : Antibiotique

AWaRe : Accès Surveillance Réserve

BLSE : Bêta-lactamases à spectre étendu

BMH : Bouillon Mueller-Hinton

BMR : Bactéries multirésistantes

C.difficile : *Clostridium difficile*

CAP : Connaissances, Attitudes et Pratiques

CAR: Carbenicilline

CFM : Cefixime

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

CIP : Ciprofloxacine

CLED : Cystine Lactose Electrolyte Deficient

CMB : Concentration Minimale Bactéricide

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice

CT: Colistine

DAA : Diarrhée Associée aux Antibiotiques

DMSO : diméthylsulfoxyde

E : Erythromycine

E.coli : *Escherichia coli*

EBLSE : Entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre étendu

EPC : Entérobactéries productrices de carbapénèmases

ERV : Entérocoques résistants à la vancomycine

g: gramme

GLASS: Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System

h : heure

H2O2 : peroxyde d'hydrogène

HE : huile essentielle

I : intermédiaire

K. pneumoniae : *Klebsiella pneumoniae*

Kg: kilogramme

L : litre

M. catarrhalis : *Moraxella catarrhalis*

MDR : Multirésistants

Mg: Milligramme

min : minute

ml : millilitre

mm : millimètre

NA : acide Nalidixique

nm : nanomètre

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ORL : oto-rhino-laryngologique

OX: Oxacilline

P. aeruginosa : *Pseudomonas aeruginosa*

P: Penicilline

PAMR : *Pseudomonas aeruginosa* multirésistant

PDP : Prélèvement protégé distale

PDR : Panrésistants

pH : potentiel hydrogène

PRL : Piperacilline

PRSP : *Streptococcus pneumoniae* résistant à la pénicilline

RA : Rifampine

RHE : rendement en huile essentielle

S : Sensible

S. aureus : *Staphylococcus aureus*

S: Streptomycine

SARM : *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline

TSI :Triple Sugar Iron

TTC : chlorure de triphényltétrazolium

V : Volume

VA : Vancomycine

XDR : Ultrarésistants

Introduction

Introduction

Depuis la découverte des antibiotiques, ces derniers ont révolutionné la médecine moderne, augmentant considérablement l'espérance de vie en transformant le pronostic des maladies infectieuses (**Ammari.M.,2023**). Cependant, cet « âge d'or » est aujourd'hui menacé par l'émergence rapide et la dissémination mondiale de la résistance bactérienne (**Fernandes, G. F. D. S et al.,2017**). L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) classe ce phénomène parmi les dix principales menaces pour la santé publique mondiale (**Moussa. SS et al., 2024**). On estime que si aucune mesure n'est prise, le nombre de décès imputables aux bactéries résistantes pourrait atteindre 10 millions par an d'ici 2050 (**Abu Al-Halawa. D et al.,2023**).

Bien que la résistance soit un phénomène naturel d'adaptation, les activités humaines, et particulièrement l'usage irrationnel des antibiotiques, accélèrent considérablement ce processus (**Mboya, E. A et al.,2018; Ammari.M.,2023**). L'usage irrationnel se manifeste par des prescriptions inutiles (notamment pour des infections virales), des dosages incorrects, des durées de traitement inadaptées ou l'automédication (**Hounsa. A et al., 2009; Fernandes, G. F. D. S et al.,2017 ; Mboya, E. A et al.,2018**). La communauté est un maillon critique de cette problématique, car elle représente entre 85 % et 95 % de la consommation totale d'antibiotiques humains dans le monde (**Ndaki Pendo .M et al., 2025**).

Les enfants âgés de 5 à 12 ans constituent une population particulièrement exposée. En raison de la fragilité de leur système immunitaire et de la fréquence des infections respiratoires et digestives, souvent d'origine virale, les enfants reçoivent une part importante des prescriptions d'antimicrobiens (**Aribi.Y et Ghedbane. N .,2021 ; González-Villoria. A. M et al., 2024**). Dans de nombreux cas, cette utilisation est abusive ou inappropriée, favorisant la sélection de souches résistantes dans leur flore commensale, notamment les entérobactéries qui colonisent le tube digestif (**Aribi.Y et Ghedbane. N .,2021 ; Abdoulaye. O et al., 2023**).

Le comportement des parents vis-à-vis des médicaments joue un rôle déterminant dans cette dynamique. Les connaissances insuffisantes, la perception des antibiotiques comme une « panacée » ou la pression exercée sur les prescripteurs pour obtenir un soulagement rapide des symptômes sont autant de facteurs favorisant le mésusage (**Sweileh. W. M.,2021 ; González-Villoria. A. M et al., 2024 ; Tian. J., 2025**). Cette pression sélective constante

mène à l'émergence de bactéries multirésistantes (BMR), définies comme étant résistantes à au moins trois classes d'antibiotiques différentes (**Magiorakos. A. P *et al.*, 2012 ; Diop. M *et al.*, 2025**). Des espèces comme *Escherichia coli* et *Klebsiella pneumoniae*, productrices de bêta-lactamases à spectre étendu (BLSE), deviennent de plus en plus fréquentes en milieu communautaire, limitant les options thérapeutiques futures (**Djim-Adjim-Ngana. K *et al.*, 2020; Aribi.Y et Ghedbane. N., 2021 ; Moussa. SS *et al.*, 2024**).

Dans ce contexte de santé publique préoccupant que s'inscrit notre travail de recherche. L'objectif de ce travail de mémoire est d'étudier la relation entre l'usage irrationnel des antibiotiques et la prévalence des bactéries multirésistantes chez les enfants de 5 à 12 ans au sein de notre communauté.

Pour ce faire, notre étude s'articule autour de deux axes principaux :

1. **Un volet sociologique et comportemental** : Nous avons mené une enquête par questionnaire auprès de 100 mamans afin d'évaluer leurs connaissances, leurs attitudes et leurs pratiques concernant l'utilisation des antibiotiques pour leurs enfants, ainsi que leurs réactions face à la maladie.
2. **Un volet biologique et expérimental** : En parallèle, nous avons effectué des analyses en laboratoire consistant en la réalisation d'antibiogrammes et d'aromatogrammes sur des souches bactériennes isolées, afin d'identifier les souches multirésistantes aux antibiotiques et d'évaluer la sensibilité aux huiles essentielles, afin de comparer leur efficacité et de proposer des alternatives face à la résistance bactérienne.

REVUE
BIBLIOGRAPHIQUE

II.REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

II.1. Généralités sur les antibiotiques

II.1.1. Définition des antibiotiques (ATB)

Le mot « antibiotique » était utilisé au 19^e siècle pour décrire des endroits où les conditions de vie étaient défavorables jusqu'en 1941 que le microbiologiste américain Selman Abraham Waksman a employé pour la première fois et le terme « antibiotique » est utilisé souvent pour décrire des molécules organiques complexes qui réduisent ou stoppent la croissance bactérienne en ciblant des éléments spécifiques (**Becerra.M et Néstor.Y., 2020**).

Pour la première fois en 1910, un antibiotique nommé salvarsan a été employé contre la syphilis, maladie due à *Treponema pallidum* (**Apoita.S.M et al., 2020**). Bien que des progrès aient été réalisés en matière de traitement, c'est seulement en 1928, grâce à la découverte de la pénicilline, que débute l'ère dorée des médicaments antimicrobiens. Cet âge d'or a culminé dans les années 1950 (**Hutchings.M .I et al .,2019**).

La découverte des antibiotiques a complètement modifié l'existence de l'humanité, offrant plusieurs bénéfices majeurs tels que

- Gestion des infections : L'existence d'une panoplie de composés pour soigner les infections de diverses natures qui, jusqu'au début du vingtième siècle, étaient responsables d'un taux de mortalité élevé et représentaient la cause majeure des décès.
- Prévention des infections : Durant le vingtième siècle, en même temps que l'avancement des antibiotiques, une redoutable efficacité des soins médicaux a vu le jour.

Grâce à l'utilisation d'antibiotiques, non seulement on a pu traiter les infections bactériennes, mais aussi prévenir ces dernières lors de traitements de chimiothérapie, dans le cadre de maladies chroniques ou lors d'opérations chirurgicales. (**Hutchings.M. I et al.,2019**).

Dans les années 1960, le développement et la découverte de nouveaux antibiotiques ont connu une chute significative. Ce déclin, parmi d'autres facteurs, a conduit à l'apparition de résistances bactériennes face aux divers antibiotiques existants et employés. (**Hutchings.M. I et al .,2019**).

II.1.2. Classification et mécanismes d'action des antibiotiques

Tableau n°1: Classification des antibiotiques (Ammari.M .,2023)

En fonction de leur mode de production	Antibiotiques naturels Synthétisés chimiquement semi-synthétiques.
en fonction de leur effet	Effet bactéricide Effet bactériostatique
en fonction de leur spectre	Large spectre Spectre intermédiaire spectre étroit
en fonction de leur mécanisme d'action	Antibiotiques affectant la biosynthèse de la paroi bactérienne Antibiotiques affectant la membrane cytoplasmique Antibiotiques affectant la biosynthèse des protéines procaryotes Antibiotiques affectant la synthèse des acides nucléiques bactériens Antibiotiques (chimio-thérapeutiques) qui inhibent les voies métaboliques

II.1.2.1. En fonction de leur mode de production

Les antibiotiques peuvent être classés en

- **Les antibiotiques naturels** : fabriqués par des micro-organismes, principalement des bactéries et des champignons, au cours de leur croissance cellulaire. C'est le cas de la pénicilline. (Ammari.M .,2023)
- **Les antibiotiques synthétiques** : sont des molécules produites par synthèse chimique organique. C'est le cas des sulfamides. (Ammari.M .,2023)
- **Les antibiotiques semi-synthétiques** :(les plus utilisés dans la pratique clinique actuelle) ; Ils sont obtenus par modification chimique synthétique d'un antibiotique naturel

afin de modifier certaines de ses caractéristiques pour améliorer ou renforcer son effet.
(Ammari.M .,2023)

II.1.2.2.Classification des antibiotiques en fonction de leur effet

➤ Effet bactéricide des antibiotiques

L'effet bactéricide consiste à tuer le micro-organisme sensible. Les antibiotiques bactéricides doivent toujours être administrés dans les infections graves, lorsqu'une destruction rapide des micro-organismes est nécessaire pour contrôler l'infection, et lorsqu'il n'y a pas de système immunitaire adéquat pour arrêter le processus infectieux (Basualdo Juan. A *et al.*,1996).

➤ Effet bactériostatique des antibiotiques

L'effet bactériostatique consiste à produire une inhibition de la croissance bactérienne ; quant à l'immunogènes, elle devrait fournir les éléments défensifs nécessaires au contrôle de la maladie. Par conséquent, ces antibiotiques ne doivent pas être indiqués chez les patients immunodéprimés. Ils agissent dans la phase stationnaire de la croissance bactérienne (Universidad Nacional del Nordeste .,2007).

II.1.2.3.Classification des antibiotiques en fonction de leur spectre

➤ ATB à large spectre

Agissent sur un large éventail de bactéries gram positives et gram négatives, ainsi que contre les Chlamydia, Mycoplasma, Rickettsia, Spirochaetes et Actinomycètes. Par exemple, les tétracyclines sont un groupe d'antibiotiques qui agissent sur la plupart des bactéries (Grossman. T. H.,2016).

➤ ATB à spectre intermédiaire

Ce type de composé agit sur un certain groupe de bactéries. Par exemple, les pénicillines naturelles présentent une activité sur les bactéries à Gram positif comme les streptocoques et les staphylocoques, et sur les bactéries à Gram négatif comme les gonocoques et les méningocoques (Suárez. C et Gudiol. F., 2009).

➤ ATB à spectre étroit

Ils n'agissent que sur un groupe limité de micro-organismes. Par exemple, les polymyxines sont un groupe d'antibiotiques qui ne montrent une activité que sur une partie des bactéries Gram-négatives; ou les antibiotiques isoniazides qui agissent sur une partie des Mycobactéries, spécifiquement *Mycobacterium tuberculosis* (Fernandes, G. F. D. S *et al.* ,2017).

II.1.2.4. Classification des antibiotiques en fonction de leur mécanisme d'action

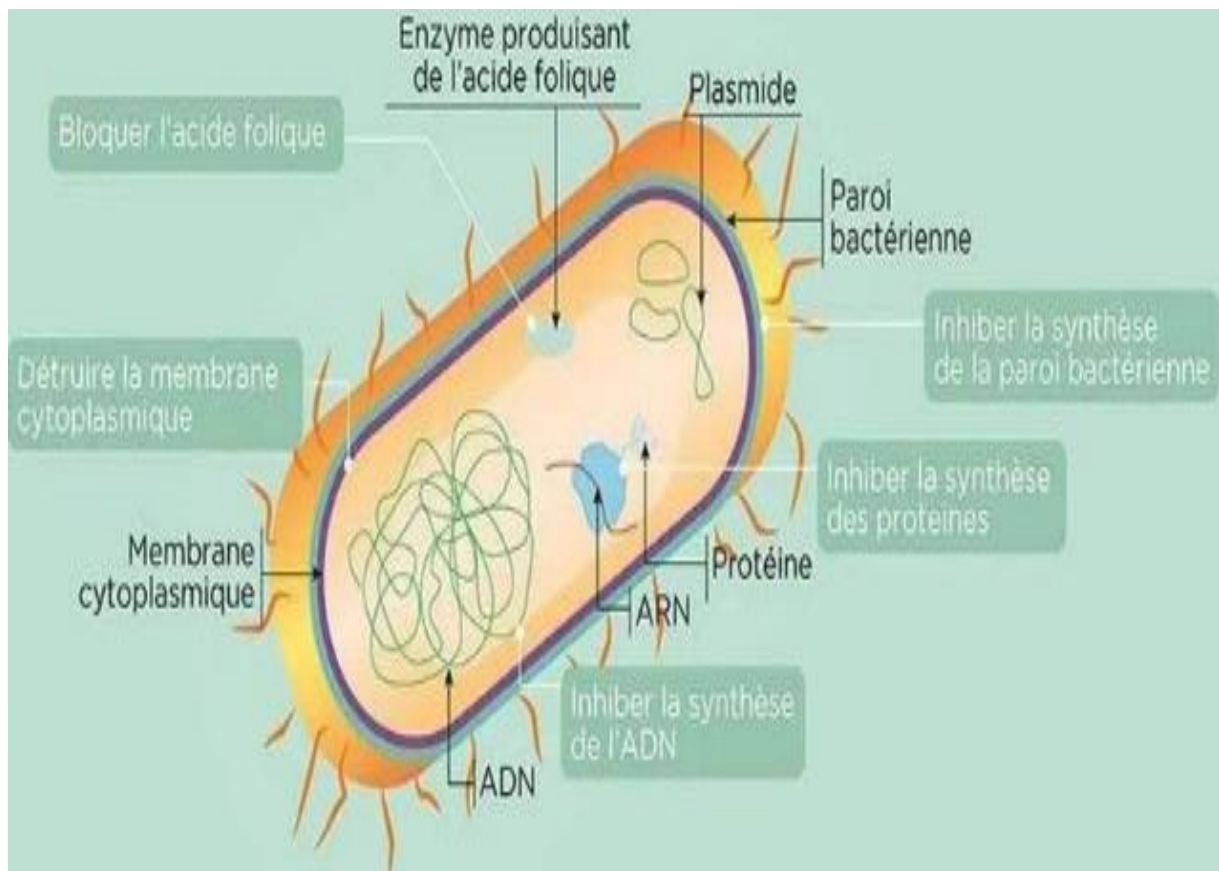


Figure n°1: Mode d'action des antibiotiques (koulikoff. F .,2017).

Trois grands modes d'action peuvent être individualisés en fonction de la cible de l'antibiotique

Tableau n°2: Grands modes d'action (Mammeri .H., (S D))

Mode action	Mécanisme	Antibiotiques
Antibiotique inhibant la synthèse de la paroi	Inhibition de la synthèse du peptidoglycane	• Fosfomycine. • Glycopeptides. • Béta-Lactamines.
	Antibiotiques actifs sur les membranes	• Polymyxines. • Lipopeptides.
Antibiotiques inhibant la synthèse de l'ADN ou de l'ARNm	Inhibition de la réplication	• Quinolones. • Imidazoles
	Inhibition de la transcription	• Ansamycine.
	Les inhibiteurs de synthèse ADN (acide folique)	• Sulfamides. • Diaminopyrimidine.
Antibiotiques inhibant la synthèse des protéines :	Action sur la sous-unité 30s du ribosome	• Aminosides. • Tétracyclines. • Glycylcycline.
	Action sur la sous-unité 50s du ribosome	• Macrolides et apparentés. • Oxazolidinone. • Phénicolés. • Acide fusidique.

II.1.3.Importance des antibiotiques en santé publique

L'introduction des antibiotiques au cours du siècle précédent constitue un exemple historique d'actions médicales ayant profondément modifié l'espérance de vie. L'ère dorée des antibiotiques, caractérisée par l'apparition régulière de nouvelles molécules, a été remplacée par une phase de stagnation. L'évolution de cette classe de médicaments est donc peu

fréquente, du fait de la durée prolongée des études, du prix élevé des nouveaux traitements et des normes réglementaires de plus en plus strictes. La montée de la résistance bactérienne aux antibiotiques menace les avancées médicales des dernières décennies. **(Fernández Ruiz D R et al.,2021).**

Les ATB, produits du progrès scientifique et technologique de l'humanité, représentent une catégorie particulière de médicaments en raison de leur influence sur la société. Ils ont fourni et continuent de fournir un service inestimable à l'humanité en diminuant drastiquement le taux de mortalité lié aux maladies infectieuses. **(Fernández Ruiz D R et al.,2021).**

Les infections représentent une préoccupation majeure en matière de santé, non seulement du fait de leur occurrence fréquente, mais aussi en raison de la gravité potentielle des complications locales ou systémiques qui peuvent se manifester. Cela souligne le devoir du prescripteur d'assurer un diagnostic et un traitement appropriés de ces maladies. **(Fernández Ruiz D R et al.,2021).**

II.1.4.Limites et effets indésirables des antibiotiques

II.1.4.1.Limites de l'utilisation des antibiotiques

II.1.4.1.1.Résistance bactérienne

L'augmentation de la morbidité, de la mortalité et des dépenses en matière de santé due à l'expansion des bactéries résistantes a transformé la résistance aux antibiotiques en un enjeu majeur de santé publique à l'échelle mondiale. **(Al-Faham.Z et al .,2011 ; Dhingra.S et al.,2020).**

Le diagnostic microbiologique de la résistance antimicrobienne est généralement établi par des méthodes phénotypiques, notamment par la détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI), qui correspond à la plus faible concentration d'un antibiotique capable d'inhiber la croissance microbienne. **(Reza. N et al., 2025).**

Les bactéries ont développé différents mécanismes afin de neutraliser l'action des agents antibactériens, les plus répandus étant l'inactivation enzymatique de l'antibiotique, la modification ou le remplacement de la cible de l'antimicrobien, l'efflux actif ou encore la pénétration réduite de la molécule. **(Muylaert.A et Mainil.J. G .,2012).**

II.1.4.1.2.Utilisation irrationnelle des antibiotiques

L'utilisation irrationnelle comprend l'automédication, la surutilisation et la sous-utilisation des antibiotiques, l'accès sans ordonnance et l'observance incomplète du traitement **(Torres**

NF *et al* .,2021) ; Parmi ces facteurs, l'accès aux antibiotiques sans ordonnance est un facteur crucial lié à cet usage irrationnel, puisque plus de 50 % des ATB dans le monde sont achetés sans prescription. (OMS.,2014 ; Belachew.SA *et al* .,2021).

II.1.4.1.3.Perturbation du microbiote

L'utilisation d'antibiotiques à large spectre peut diminuer la diversité du microbiote intestinal, ce qui conduit à une dysbiose. Ce déséquilibre peut altérer l'équilibre de la flore intestinale, notamment en ce qui concerne *Clostridium difficile* (Yang. L *et al* .,2021 ; Huang. C *et al* .,2022)

II.1.4.2.Effets indésirables des antibiotiques

II.1.4.2.1.Réactions allergiques

Concernant les effets secondaires des antibiotiques, les antibiotiques pouvaient détruire les bactéries normales de l'organisme, et aussi pouvaient provoquer des réactions allergiques. (Abu Al-Halawa. D *et al* .,2023).

Le risque de développer une telle réaction est accru lors d'une utilisation inappropriée pour des affections non bactériennes, comme la grippe (Hossain.M. J *et al* .,2023)

Les tests cutanés étaient obligatoires avant l'administration de pénicilline pour prévenir ces accidents en Chine (Commission nationale de la santé et de la planification familiale de la RPC.,2015).

II.1.4.2.2.Troubles gastro-intestinaux

Parmi les effets indésirables les mieux documentés sur la flore intestinale, on trouve la gastrite, le gonflement abdominal, les douleurs au ventre et, très souvent, la diarrhée associée aux antibiotiques (DAA) (McFarland .LV.,1998 ; Levy.J.,2000 ; Sullivan *et al* .,2001).

Parfois, l'élimination des bactéries bénéfiques peut entraîner une colite pseudomembraneuse sévère en raison de la multiplication de *C.difficile*. (Barlett.JG., 2002).

II.1.4.2.3.Toxicité organique

La totalité des antibiotiques ont des effets secondaires toxiques. Les alternatives antibiotiques en cas de résistance aux molécules de première voire de deuxième intention, sont généralement plus toxiques, moins efficaces, plus coûteuses et nécessitent des traitements plus longs (Codex alimentarius .,2010; Björnsson .ES .,2017).

II.1.4.2.4. Interactions médicamenteuses

Les antibiotiques figurent parmi les médicaments les plus fréquemment utilisés en polymédication, ce qui peut entraîner des effets indésirables graves ou des interactions médicamenteuses (**Parulekar. MS et Rogers .CK ., 2018**).

Par exemple, dans de nombreux cas, l'azithromycine était prescrite en association avec des statines à des patients souffrant de dyslipidémie, ce qui augmentait le risque de myopathie. (**Teixeira RA *et al* ., 2013 ; Md Rezal RS *et al* .,2015**).

Les pharmaciens doivent souvent rechercher des informations cliniques complémentaires (par exemple, interactions médicamenteuses, effets indésirables, allergies) avant de décider de délivrer des antibiotiques sans ordonnance (**Abu Al-Halawa. D *et al* .,2023**).

II.1.5.Définition de l'usage rationnel et irrationnel des antibiotiques

Selon la définition de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), l'**usage rationnel** exige que le patient reçoive le médicament approprié à son état clinique, à une dose et pour une durée adéquates, au moindre coût. (**Organisation mondiale de la santé .,2011**)

L'**usage irrationnel** des antibiotiques comprend la prescription de doses incorrectes, l'automédication et le traitement de maladies non bactériennes. (**Mboya, E. A *et al* .,2018**).

II.2. Usage des antibiotiques en population pédiatrique (5–12 ans)

II.2.1.Particularités des infections chez l'enfant

Les enfants sont les plus exposés aux prescriptions communautaires

- **Infections respiratoires aiguës**

Bronchiolites, pneumonies et toux sont les motifs prédominants, bien que souvent d'origine virale (**Reza. N *et al* .,2025**).

- **Infections ORL**

Notamment les otites moyennes aiguës et les pharyngites (**Reza. N *et al* .,2025**).

- **Infections digestives**

Gastro-entérites et diarrhées liquidiennes (**Ravelomanana. L *et al* .,2020**).

II.2.2.Prescription antibiotique en pédiatrie

La prescription doit respecter les directives empiriques (par exemple : le guide AWaRe de l'OMS) (Qui .,2019). Elle exige une adaptation stricte de la dose en fonction du poids (mg/kg) et une durée minimale de traitement pour faire effet tout en minimisant l'apparition de résistances. (Williams.P. C. M *et al* .,2018).

II.2.3. Connaissances, attitudes et pratiques (CAP) de la population vis-à-vis des antibiotiques

Les connaissances, les attitudes et les croyances du public concernant les antibiotiques sont des facteurs déterminants de leur utilisation irrationnelle. (Commission européenne.,2016).

Par exemple, 57 % ne savent pas que les antibiotiques sont inutiles contre les virus, et 44 % ignorent qu'ils n'ont pas d'impact sur le rhume et la grippe. (Commission européenne.,2016).

II.2.4. Usage irrationnel des antibiotiques chez l'enfant

L'usage irrationnel prend plusieurs formes graves

- **Automédication parentale**

Une pratique courante où les parents s'auto-diagnostiquent pour leurs enfants et leur administrent des antibiotiques sans ordonnance. (Alghadeer S *et al* .,2018).

- **Non-respect de la durée du traitement**

Interruption du traitement dès que l'enfant se sent mieux dès que la fièvre diminue ou que les symptômes s'améliorent ou disparaissent. (Ammari .M.,2023).

- **Modification des doses**

La surutilisation et la sous-utilisation des antibiotiques (Morgan. DJ *et al* .,2011).

- **Utilisation pour infections virales**

Utilisation pour des rhumes ou toux simples (Vazquez-Lago. JM *et al* .,2012 ; Ravelomanana. L *et al* .,2020).

II.2.5.Facteurs favorisant l'usage irrationnel

- **Niveau d'éducation des parents**

L'usage des antibiotiques se fait plus souvent chez les individus ayant un niveau d'éducation plus faible. (Commission européenne.,2016).

- **Accessibilité aux antibiotiques sans ordonnance**

Bien que contraire à la loi, la vente sans prescription est très répandue dans les pays en voie de développement. (WHO.,1999 ; Rodriguez-Noriega. E *et al.* , 1993 ; Bojalil. R et Calva. JJ. ,1994 ; Okeke. IN *et al.*, 1999 ; Radyowijati ., 2003).

- **Facteurs économiques**

L'acquisition d'antibiotiques en pharmacie, jugée abordable et accessible, a encouragé l'automédication et l'emploi de dosages incomplets (Okeke. IN *et al.*, 1999 :.Planta. MB .,2007).

II.2.6.Rôle des mères dans la gestion thérapeutique des enfants

Les mères, généralement en charge des soins, peuvent contribuer à la résistance en gardant des restes d'antibiotiques pour une utilisation future ou en partageant les médicaments entre enfants présentant des symptômes semblables (Watkins. JA *et al.*, 2019 ; Cambaco. O *et al.*, 2020).

II.3.Résistance bactérienne aux antibiotiques

II.3.1.Définition de la résistance bactérienne

La résistance est la capacité d'une souche bactérienne à survivre ou à se multiplier malgré l'exposition à un antibiotique auparavant efficace. Elle est dite **naturelle** (intrinsèque à une espèce) ou **acquise** (par mutation chromosomique ou par acquisition de gènes) (Figure n°2) (Fernández-Riverón. F *et al.*, 2003 ;Guardabassi. L et Courvalin.P.,2006).

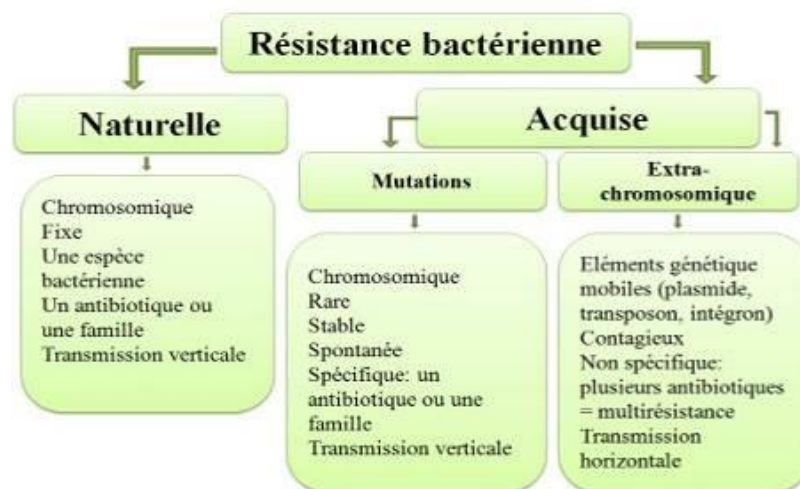


Figure n°2: Types de résistance bactérienne aux antibiotiques (Leclercq. B., 1996).

II.3.2.Mécanismes biologiques de la résistance

Les bactéries utilisent quatre stratégies majeures

- **Inactivation enzymatique**

L'enzyme en modifiant le noyau actif de l'antibiotique par clivage ou par addition d'un groupement chimique, empêche la fixation de l'antimicrobien sur sa cible et provoque une perte d'activité (**Figure n°3**)(Guardabassi. L et Courvalin. P ., 2006 ; Alekshun. M.N et Levy .S.B ., 2007 ; Nikaido. H ., 2009) .

- **Modification de la cible**

La cible de l'antibiotique peut être structurellement modifiée ou remplacée, de telle sorte que le composé antibactérien ne puisse plus se lier et exercer son activité au niveau de la bactérie (**Figure n°3**) (Guardabassi. L et Courvalin. P ., 2006 ; Alekshun. M.N et Levy .S.B ., 2007 ; Nikaido. H ., 2009).

- **Réduction de la perméabilité** Fermeture des pores (porines) d'entrée.

Contrairement aux bactéries gram positives, dont la structure enveloppante est assez simple, composée d'une paroi externe épaisse de peptidoglycane que les antibiotiques traversent par simple diffusion, les bactéries gram négatives jouissent quant à elles d'une enveloppe plus complexe et plus difficilement franchissable (**Figure n°3**) (Guardabassi. L et Courvalin. P., 2006 ; Alekshun. M.N et Levy .S.B ., 2007 ; Nikaido. H ., 2009).

- **Efflux actif** (Pompes rejetant l'antibiotique hors de la cellule).

L'efflux actif, médié par des protéines transmembranaires connues sous le terme de pompes à efflux ou transporteurs actifs, est un mécanisme nécessitant de l'énergie et utilisé par les bactéries, par les cellules eucaryotes dont notamment les protozoaires, pour expulser à l'extérieur des métabolites et des composés toxiques étrangers tels que des antibiotiques et d'autres médicaments. Ces pompes à efflux ont généralement une spécificité de substrats assez large, et seulement certaines d'entre elles confèrent une résistance aux antibiotiques. La résistance provient de la réduction de concentration en antimicrobien dans le cytoplasme de la bactérie, ce qui prévient et limite l'accès de l'antibiotique à sa cible (**Figure n°3**) (Guardabassi. L et Courvalin. P ., 2006 ; Alekshun. M.N Et Levy .S.B ., 2007 ; Nikaido. H ., 2009).

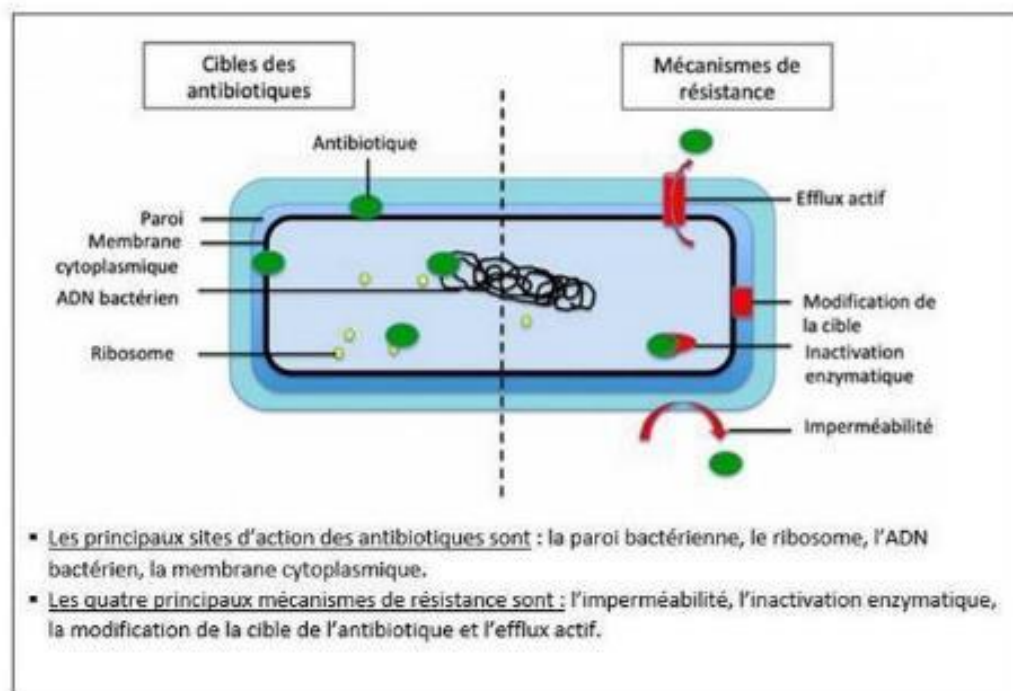


Figure n°3: Cibles et mécanismes de résistance des antibiotiques (Lessard .IA et al .,1999).

II.3.3.Bactéries multirésistantes

II.3.3.1.Définition des Bactéries Multirésistantes (BMR)

Les bactéries sont dites multi résistantes aux antibiotiques (BMR) lorsque, du fait de l'accumulation de résistances naturelles et acquises à plusieurs familles d'antibiotiques, elles ne sont plus sensibles qu'à un petit nombre d'antibiotiques utilisables en thérapeutique (Hôpital propre II .,1997).

La multi résistance est une étape vers l'impasse thérapeutique ; les BMR sont associées à une augmentation de la morbidité et de la mortalité des infections (Gérard.L et Vincent .C .,2014).

II.3.3.2.Classification Internationale Normalisée (MDR, XDR, PDR)

La terminologie internationale normalisée pour décrire la résistance acquise a été établie au XXI^e siècle. Les termes multirésistants (MDR), ultrarésistants (XDR) et panrésistants (PDR) ont été créés à des fins de santé publique et épidémiologiques afin de couvrir le spectre de la résistance acquise des bactéries résistantes aux antimicrobiens, notamment *Staphylococcus*

aureus, *Enterococcus spp.*, Entérobactéries (autre que *Salmonelle* et *Shigella*), *Pseudomonas aeruginosa* et *Acinetobacter spp* (Magiorakos . AP *et al.*,2012).

La MDR a été définie comme « une non-sensibilité acquise à au moins un agent dans trois catégories antimicrobiennes ou plus », la XDR a été définie comme « une non sensibilité à au moins un agent dans toutes les catégories antimicrobiennes sauf deux ou moins (c'est-à-dire que les isolats bactériens restent sensibles à seulement une ou deux catégories) » et la PDR comme « une non-sensibilité à tous les agents dans toutes les catégories antimicrobiennes ». antimicrobien clé. L'interprétation des résultats d'un test de sensibilité aux antimicrobiens in vitro permet d'identifier une souche multirésistante (MDR). Lorsque le test révèle une résistance à plusieurs agents antimicrobiens, classes ou sous-classes d'agents antimicrobiens, il s'agit d'une souche MDR, c'est-à-dire résistante à un agent Pour la XDR, la première notion repose sur le nombre d'antimicrobiens, de classes ou de sous-classes auxquels une bactérie est résistante, et la seconde sur le fait qu'elle soit « résistante à un ou plusieurs agents antimicrobiens clés ». Quant à la PDR, elle présente une résistance complète à tous les antibiotiques courants sur le plan clinique (Magiorakos . AP *et al.*,2012).

II.3.3.Principales bactéries d'importance clinique

➤ Bactéries Gram-positives

Staphylococcus aureus résistant à la méticilline (SARM)

Entérocoques résistants à la vancomycine (ERV)

Streptococcus pneumoniae résistant à la pénicilline (PRSP) (Dabaj .C .,2021 ; Aribi.Y et Ghedbane . N .,2021 ; Zhu, Y.*et al* .,2022).

➤ Bactéries Gram-négatives

Entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre étendu (EBLSE) ou de carbapénémases (EPC)

Pseudomonas aeruginosa multirésistant (PAMR) (Dabaj .C .,2021 ; Aribi.Y et Ghedbane . N .,2021 ; Zhu, Y.*et al.*,2022).

II.3.4.Impact de la résistance bactérienne chez l'enfant

L'antibiorésistance entraîne une augmentation de la morbidité et de la mortalité infantile . Elle cause des échecs de traitement de première ligne, obligeant à utiliser des molécules plus coûteuses et souvent plus toxiques (Williams . P. C. M *et al* .,2018 ;Reza . N *et al* .,2025).

II.4. Relation entre l'usage irrationnel des antibiotiques en communauté et l'émergence des bactéries multirésistantes

II.4.1. Données épidémiologiques mondiales

La consommation mondiale d'antibiotiques a augmenté de 40% en une décennie (**Murray.A. K .,2020**). On estime que l'antibiorésistance pourrait causer 10 millions de décès par an d'ici 2050 si aucune mesure n'est prise (**O'Neill. J .,2016**).

II.4.2. Données régionales et nationales

En Afrique subsaharienne (Garoua ville à Cameroun), on note une prévalence inquiétante (jusqu'à 55 %) de souches BLSE uropathogènes chez les jeunes enfants, souvent liée à une prise récente d'antibiotiques (**Djim-Adjim-Ngana . K et al., 2020**).

II.4.3. Contribution de l'usage communautaire à la multirésistance

La consommation d'antibiotiques en milieu communautaire représente environ 85 % à 95 % de tous les médicaments antibactériens humains consommés dans le monde (**Duffy .E et al ., 2018**).

L'usage irrationnel (sous-dosage) crée une « fenêtre de sélection » où seules les bactéries mutantes survivent, favorisant leur dissémination rapide (**Drlica .K Et Zhao .X ., 2007 ; Zhao. X et Drlica. K ., 2008 ; Martinez .M et Silley. P ., 2010 ; Mboya, E. A et al .,2018**).

II.4.4. Conséquences sanitaires et économiques et sociales

La résistance aux antibiotiques constitue un problème social aux impacts lourds sur les plans microbien, thérapeutique, économique, épidémiologique et en santé publique ; elle occasionne des pertes financières, de l'activité, et des vies, tout en menaçant l'efficacité des programmes de soins de santé (**Fernández-Ruiz .DR et al., 2021**). Et elle est aggravée par l'usage inapproprié des antibiotiques qui entraîne des effets néfastes sur le plan clinique (par exemple, un recours excessif aux antibiotiques et une prolongation de la durée d'hospitalisation, une morbidité et une mortalité accrues) ainsi que des répercussions économiques comme l'augmentation des coûts de traitement (**Fraser .A et al .,2006 ;Janssen. J et al .,2022**).

II.5.Stratégies de prévention et de lutte contre l'antibiorésistance

II.5.1.Bon usage des antibiotiques en pédiatrie

Parmi les raisons qui expliquent la mauvaise utilisation des antibiotiques se trouve le défaut d'appropriation de la stratégie de gestion des antibiotiques dont le « stewardship » est de veiller à ce que le bon antibiotique soit prescrit au bon patient à la bonne dose et pendant la durée la plus courte (**Bogaert .D et van Belkum . A .,2018**). Émerge l'approche « wait and see » (prescription tardive) qui a pour but de laisser passer 48 heures avant de prescrire un antibiotique pour une infection présumée virale (**Cassir. N *et al* ., 2012 ; hersh . A *et al* ., 2013**).

II.5.2.Sensibilisation et éducation des parents

Il a été proposé de réaliser des programmes d'informations et de sensibilisation des patients à destination d'étudiants et du grand public, notamment par des vidéos courtes, des brochures et autres outils pédagogiques sur l'utilisation des antibiotiques et les risques associés à l'automédication, au mésusage des médicaments ou à l'arrêt des traitements (**Hossain.M. J *et al* .,2023**).

II.5.3.Rôle des professionnels de santé

C'est donc le devoir des médecins et des pharmaciens de faire la jonction entre les indications et la prescription, d'interdire la prescription de principe, et donc d'y éduquer les patients en ce qui concerne son bon usage (**Drlica. K et Zhao .X., 2007 ; Zhao. X et Drlica. K., 2008 ; Martinez .M et Silley. P., 2010 ; Duffy.E *et al*, 2018 ;Mboya, E. A *et al* .,2018**).

II.5.4.Recommandations des organisations internationales

L'OMS appelle à une approche « une seule santé » (One Health) intégrant la santé humaine, animale et environnementale, ainsi que des plans d'actions nationaux et à l'application du système de surveillance GLASS (**Williams. P. C. M *et al* ., 2018 ; Fernández-Ruiz . DR *et al* ., 2021 ; Ndaki. P. M *et al* ., 2025**).

Matériel et Méthodes

III. Matériel et méthodes

III.1. Partie 1 : Étude par questionnaire

L'objectif de cette étude était d'évaluer les connaissances, les attitudes et les pratiques des mères concernant l'utilisation des antibiotiques chez leurs enfants, ainsi que leur niveau de connaissance sur l'antibiorésistance et les bactéries multirésistantes. Cette enquête visait également à identifier les comportements pouvant favoriser l'usage inapproprié des antibiotiques afin de proposer des actions de sensibilisation contribuant à une utilisation plus rationnelle de ces médicaments et à la lutte contre l'antibiorésistance .

III.1.1. Cadre d'étude

Il s'agit d'une étude transversale descriptive menée sur une période d'un mois au sein du service de pédiatrie de l'Hôpital Ernesto Che Guevara (CHU) ainsi qu'au cabinet privé du Dr Mezouar, pédiatre. Ces deux structures ont servi de sites de recrutement des participantes et de collecte des données.

La population étudiée était constituée de 100 mères sélectionnées de manière aléatoire. Ont été incluses dans l'étude les mères ayant au moins un enfant et ayant accepté de participer volontairement à l'enquête. Les données ont été recueillies à l'aide d'un questionnaire structuré administré directement aux participantes. Celui-ci comprenait plusieurs rubriques portant sur les caractéristiques sociodémographiques des mères, les facteurs économiques et l'accès aux soins, les connaissances et perceptions relatives aux antibiotiques, les pratiques d'utilisation des antibiotiques, l'usage irrationnel de ces médicaments, ainsi que les facteurs associés à l'antibiorésistance et aux bactéries multi-résistantes.

Le questionnaire a été élaboré à partir d'une revue de la littérature scientifique et en fonction des objectifs de l'étude. Il comportait principalement des questions fermées à choix multiples, permettant d'obtenir des réponses standardisées et de faciliter l'exploitation statistique des données recueillies. Cette méthode de collecte a permis d'évaluer de manière homogène le niveau de connaissances, les attitudes et les comportements des mères vis-à-vis de l'utilisation des antibiotiques chez l'enfant.

Une fois collectées, les données ont été saisies, codifiées et analysées à l'aide du logiciel Microsoft Excel. L'analyse statistique reposait sur une approche descriptive utilisant les

effectifs et les pourcentages. Les résultats ont ensuite été présentés sous forme de tableaux et de graphiques afin de faciliter leur interprétation et de mettre en évidence les principales tendances observées au sein de la population étudiée.

III.2. Partie 2 : Partie expérimentale

III.2.1. Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé dans cette étude est constitué de sept souches bactériennes pathogènes impliquées dans diverses infections humaines. Ces bactéries sont reconnues pour leur importance clinique et leur capacité à développer des résistances à plusieurs classes d'antibiotiques, ce qui complique leur prise en charge thérapeutique.

Les souches bactériennes ont été fournies par le laboratoire de la wilaya de Mostaganem. Elles proviennent de différents prélèvements cliniques réalisés chez des patients atteints d'infections communautaires ou nosocomiales (**Tableau n°3**). Afin de préserver leur viabilité, les souches ont été conservées par repiquage périodique sur gélose nutritive inclinées et incubées à 37 °C pendant 24 heures avant leur utilisation dans les différentes analyses microbiologiques.

Les bactéries sélectionnées comprennent deux souches à Gram positif (*Staphylococcus aureus* et *Streptococcus β -hémolytique*) et cinq souches à Gram négatif (*Pseudomonas aeruginosa*, *Moraxella catarrhalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* et *Acinetobacter baumannii*). Leur origine clinique est présentée dans le tableau suivant.

Tableau n°3: Origine des souches bactériennes utilisées dans l'étude.

Souches	Gram	Origine
<i>Staphylococcus aureus</i>	Positif	Pus d'un abcès diabétique
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Négatif	Pus dans un plaie
<i>Moraxella catarrhalis</i>	Négatif	Liquide pleural
<i>Streptococcus</i> beta hémolytique	Positif	Les urines
<i>Escherichia coli</i>	Négatif	Prélèvement urinaire
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Négatif	Prélèvement urinaire
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Négatif	Prélèvement protégé distale

III.2.2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué de deux plantes médicinales, à savoir *Thymus vulgaris* (thym) et *Eucalyptus globulus* (eucalyptus). Ces espèces ont été sélectionnées en raison de leur utilisation traditionnelle en phytothérapie et de leurs propriétés antimicrobiennes reconnues, attribuées principalement à leur richesse en composés bioactifs tels que les huiles essentielles, les flavonoïdes et les composés phénoliques.

Les plantes ont été achetées au marché de Mostaganem. Les parties végétales utilisées ont été soigneusement triées, nettoyées, puis séchées à l'abri de la lumière et de l'humidité afin de préserver leurs principes actifs. Elles ont ensuite été réduites en poudre fine et conservées dans des conditions appropriées jusqu'à leur utilisation dans les différents tests d'activité antibactérienne.

III.2.3. Méthodes expérimentales

III.2.3.1. Identification confirmative des souches cliniques

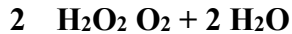
L'identification confirmative des souches bactériennes a été réalisée par ensemencement de chaque souche sur des milieux de culture spécifiques adaptés (**Tableau n°4**). Les souches ont ensuite été soumises à une coloration de Gram, permettant de déterminer leur classification en bactéries Gram positives ou Gram négatives ainsi que la morphologie de leurs cellules.

Tableau n°4 : les souches bactériennes et les milieux utilisés pour leur confirmation

Souches bactériennes	milieux spécifiques
<i>Staphylococcus aureus</i>	Milieu Chapman
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	King B
<i>Moraxella catarrhalis</i>	Gélose chocolat
<i>Streptococcus</i> beta hémolytique	Gélose au sang
<i>Escherichia coli</i>	MacConkey ,Chromagar
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	MacConkey ,Cled agar
<i>Acinetobacter baumannii</i>	MacConkey ,Chromagar

III.2.3.1.1. Test de catalase

La recherche de catalase, qui agit sur le peroxyde d'hydrogène pour produire de l'eau et de l'oxygène. Une petite quantité d'une colonie est placée sur une lame de microscope et une goutte de peroxyde d'hydrogène 3% est ajoutée. Si la colonie est catalase positive, des bulles de gaz sont produites et s'il n'y a aucune production de bulles, ceci indique un résultat négatif (Sirois., 2018). Selon Joffin et Leyral (2014), la réaction catalysée est la suivante



III.2.3.1.2. Test urée-indole (urée-tryptophane)

Ce milieu jaune orangé a été ensemencé par la bactérie et incubé à 30°C pendant 24h. Après incubation, en premier temps la coloration rouge traduit une alcalinisation due à l'hydrolyse d'urée par la bactérie (uréase +), et la coloration orange montre l'absence d'hydrolyse de l'urée (uréase -) (Joffin et Leyral., 2014). Ensuite, l'ajout de réactif de Kovacs permet de mettre en évidence l'indole formé, la couche alcoolique se sépare de la couche aqueuse et se colore alors en rouge (indole +) (Delarras., 2014).

III.2.3.1.3. Test TSI (Triple Sugar Iron)

La gélose TSI est un milieu qui différencie les bacilles à Gram négatif en fonction de leur capacité à fermenter les sucres et à libérer l'H₂S. Le milieu contient 0,1 % de glucose pour 1% de lactose et 1% de saccharose. Le rouge de phénol sert d'indicateur pour détecter le changement de pH et le sulfate ferreux détecte la formation d'H₂S (Tang et Stratton., 2018).

Le culot a été ensemencé par pique centrale et la pente ensemencé en strie. L'incubation à une température de 30°C pendant 24 h. Le culot jaune indique une acidification et la bactérie est dite glucose positive, et l'absence d'acidification est montrée par une couleur inchangée. La pente rouge indique une absence d'acidification (la bactérie dégrade les acides aminés avec alcalinisation du milieu) et la pente jaune montre une acidification. Le Noircissement du milieu indique la production d'H₂S. La production de gaz est indiquée par des fissures dans la gélose et le gaz peut également pousser la gélose vers le haut du tube (Tang et Stratton., 2018).

III.2.3.1.4. Test mannitol-mobilité-nitrate

Ce milieu avec une gélose molle a été ensemencé par piqure centrale et incubé à 30°C pendant 24h. Les bactéries mannitol + acidifient le milieu qui vire de rouge au jaune, sachant

que l'acidification produite par les bactéries aérobies strictes est en général insuffisante pour permettre le virage de l'indicateur. Les bactéries mobiles essaient à partir de la strie d'inoculation et troublent le milieu, et ceux qui ne sont pas mobile persistent près de la piqure (Joffin et Leyral, 2014).

III.2.3.1.5. Test citrate

Ce test permet de détecter l'utilisation du citrate comme seule source de carbone et d'énergie. Les bactéries utilisant le citrate comme seule source de carbone bleussent normalement le ou directement à partir d'une colonie avec une strie centrale et longitudinale milieu (alcalinisation) (Enterococcus).

III.2.3.2. Extraction des huiles essentielles par vapodistillation

L'extraction des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et d'*Eucalyptus globulus* a été réalisée à l'aide d'un vapodistillateur (**Figure n°5**). À cet effet, 200 g d'*Eucalyptus globulus* et 200 g de *Thymus vulgaris* ont été déposés séparément sur une grille placée au-dessus de l'eau portée à ébullition. Les vapeurs d'eau générées traversent le matériel végétal et entraînent les huiles essentielles libérées des tissus de la plante. Après condensation dans le réfrigérant, le distillat est recueilli dans une ampoule à décanter, où l'huile essentielle se sépare de la phase aqueuse en raison de la différence de densité (Abdelli., 2017). L'huile essentielle obtenue est ensuite conservée à 0 °C dans des tubes en verre opaques et hermétiquement fermés, afin de la protéger de l'air et de la lumière jusqu'à son utilisation.

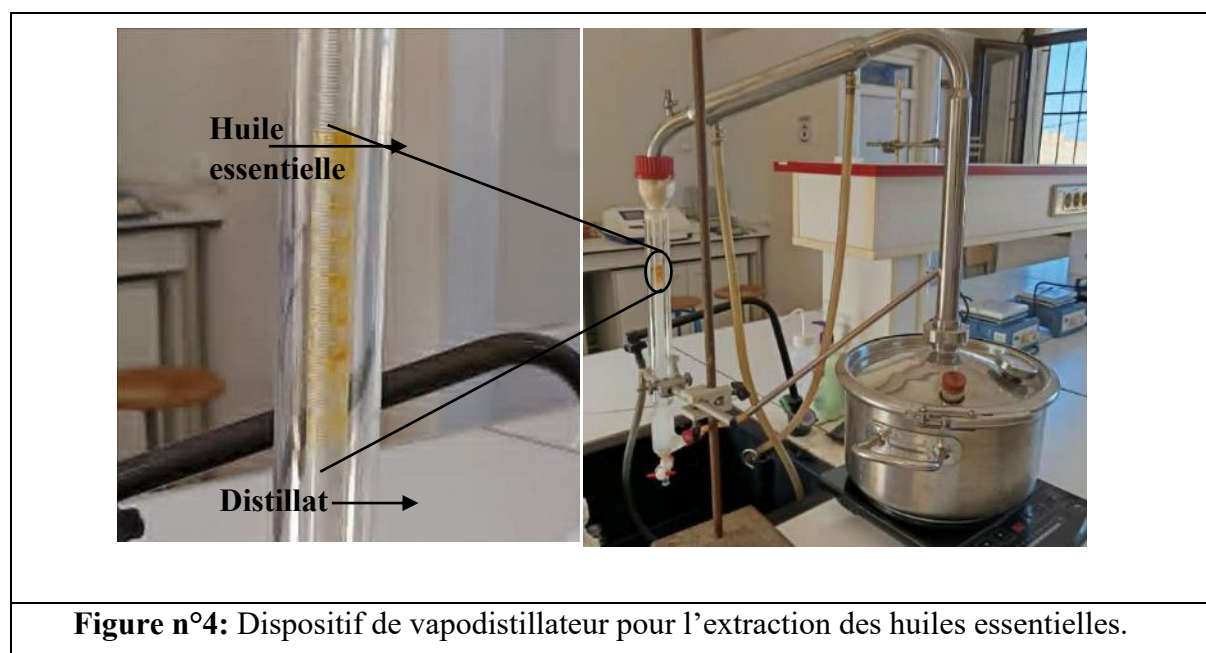


Figure n°4: Dispositif de vapodistillateur pour l'extraction des huiles essentielles.

III.2.3.2.1.Calcul du rendement

Selon la norme AFNOR (1986), le rendement en huile essentielle correspond au rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après extraction et la masse de la matière végétale utilisée. Ce rendement est exprimé en pourcentage (%) et déterminé à l'aide de la formule suivante

$$RHE = M' / M \times 100$$

Avec :

RHE : rendement en huile essentielle (%) ;

M' : masse de l'huile essentielle (g) ;

M : masse de la matière végétale (g) (Abdelli. W., 2017).

III.2.3.3.Activité antibactérienne

➤ Préparation de l'inoculum

Pour cette étude, l'inoculum bactérien a été préparé à partir de cultures jeunes âgées de 18 heures sur bouillon nutritif. Les suspensions ont été obtenues par dilution dans une solution physiologique stérile.

La turbidité de chaque suspension a été ajustée à 0,5 de l'échelle de McFarland, correspondant à une concentration d'environ $1-2 \times 10^8$ UFC/mL (Abdelli et al., 2019 ; Ouguirti et al., 2021).

III.2.3.3.1.Étude de la sensibilité des souches aux agents antimicrobiens standards

La sensibilité aux antibiotiques a été évaluée selon les recommandations du Comité de l'Antibiogramme de la Société Française de Microbiologie (CA-SFM) et les normes CLSI (2012), en utilisant la méthode de diffusion en disque sur gélose.

Les boîtes de Pétri contenant la gélose Mueller-Hinton ont étéensemencées par étalement de 100 µL d'inoculum bactérien. Les disques d'antibiotiques ont ensuite été déposés à la surface de la gélose à l'aide d'une pince stérile (Tableau n°5).

Les boîtes ont été laissées à température ambiante pendant 1 heure afin de permettre la diffusion des antibiotiques, puis incubées à 37 °C pendant 24 heures pour les bactéries. Les essais ont été réalisés en triplicat.

Tableau n°5: Liste des antibiotiques utilisés.

Antibiotique	Code	Charge du disque(μ g)
Cefixime	CFM	5
Vancomycine	VA	30
Erythromycine	E	15
Rifampine	RA	5
acide Nalidixique	NA	30
Ciprofloxacine	CIP	5
Colistine	CT	10
Amoxicilline / acide clavulanique 20/10	AMC	30
Amikacine	AK	30
Piperacilline	PRL	30
Streptomycine	S	10
Carbenicilline	CAR	100
Pénicilline	P	10
Amoxicilline	AML	30
Oxacilline	OX	1

III.2.3.3.2. Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles (Méthode de Vincent – diffusion en milieu gélosé)

La méthode de l'antibiogramme est utilisée pour évaluer l'activité antimicrobienne des huiles essentielles. Pour ce faire, 100 μ L de suspension microbienne ajustée à 0.5 MacFarland a été ensemencé sur milieu Miller Hinton coulés en boîte de Pétri. Puis, des disques de papier Wattman stériles de 6 mm de diamètre contenant 15 μ L d'huile essentielle de *Thymus vulgaris* et d'*Eucalyptus globulus* et un mélange V/V(500 μ L/500 μ L) sont déposés. Les boîtes de Pétri ont été incubées à 37°C pendant 24 heures pour les bactéries. La détermination de l'efficacité antimicrobienne de l'huile essentielle est réalisée par la mesure du diamètre de la zone inhibitrice entourant chaque disque, Les essais ont été réalisés en triplicat. (Zaoui.S.,2025).

III.2.3.3.2.1. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)

La concentration minimale inhibitrice (CMI) est définie comme la plus faible concentration d'huile essentielle capable d'inhiber la croissance de 90 % de la population microbienne

(Zhang *et al.*, 2016 ;Ouguirti *et al.*, 2021). Elle a été déterminée par la méthode de microdilution en milieu liquide selon Sharma *et al.* (2020). Les huiles essentielles, dissoutes dans le DMSO, ont fait l'objet de dilutions successives au facteur 2 dans du bouillon Mueller-Hinton (BMH) afin d'obtenir des dilutions allant de 1/2 à 1/512. Chaque puits contenait 100 µL de dilution, 10 µL de suspension microbienne et 90 µL de BMH. Après incubation à 37 °C pendant 24 h, 40 µL de chlorure de triphényltétrazolium (TTC, 0,4 mg/mL) ont été ajoutés, suivis d'une nouvelle incubation de 30 min. L'apparition d'une coloration rose indiquait une croissance microbienne, tandis que la CMI correspondait à la plus faible concentration ne présentant aucun changement de couleur. (Zaoui.S.,2025).

III.2.3.3.2.2. Détermination de la concentration minimale bactéricide(CMB)

La concentration minimale bactéricide (CMB) est définie comme la plus faible concentration d'huile essentielle capable de réduire de 99,9 % de la population microbienne initial (Sharma *et al.*, 2020). Pour sa détermination, 10 µL ont été prélevés des puits ne présentant aucune croissance visible, puis ensemencés sur une gélose Mueller-Hinton et incubés à 37 °C pendant 24 h. Après incubation, les boîtes ont été examinées afin de vérifier la présence ou l'absence de croissance bactérienne. L'activité antimicrobienne a ensuite été interprétée à partir du rapport CMB/CMI : un rapport < 4 indiquait un effet bactéricide, tandis qu'un rapport > 4 traduisait un effet bactériostatique (Pankey et Sabath., 2004 ; Zaoui.S.,2025).

Résultats et discussion

IV. Résultats et discussion

IV.1. Résultats de questionnaire

IV.1.1. Caractéristiques sociodémographiques des mamans

➤ Âge et Profession

La prédominance des mères de 35-44 ans (48 %) (**figure n°5**) indique une population plus âgée qu'à Marrakech, où 56,2 % avaient moins de 29 ans (**Aoutil .N et al., 2025**). Si un âge avancé est souvent lié à de meilleures connaissances, il peut aussi augmenter la probabilité d'automédication (**Hounsa.A et al., 2010**). Le taux de 70 % de femmes au foyer est exceptionnellement élevé par rapport à l'Inde rurale (38,2 %) (**Pattnaik. M et al., 2023**). Ce statut confirme leur rôle de gestionnaires centrales de la santé familiale, prenant l'essentiel des décisions de soins (**Tangcharoensathien.V et al ., 2021**).

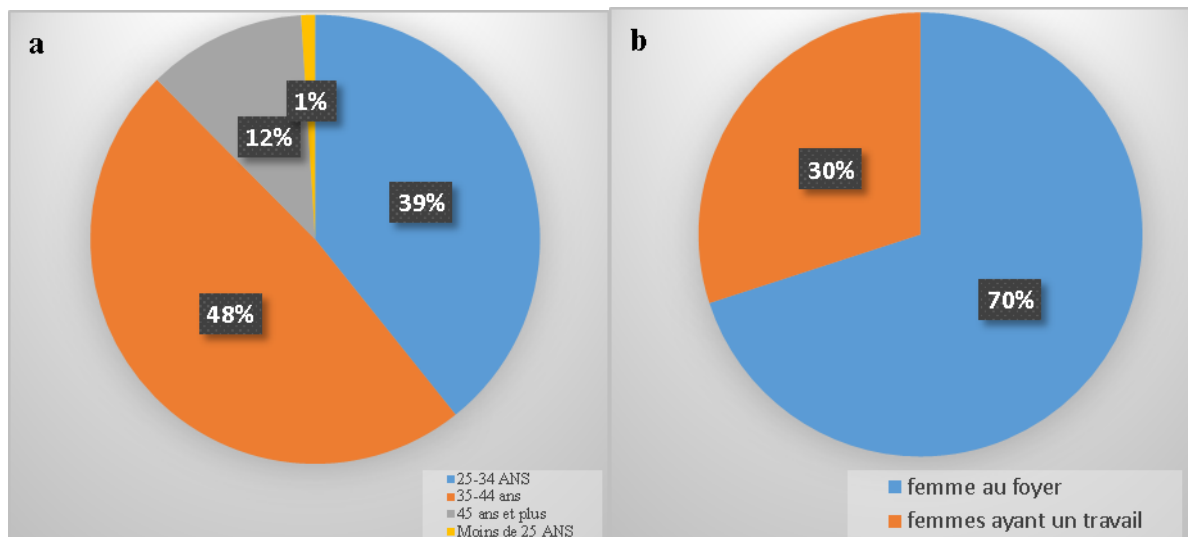


Figure n° 5: Âge (a) et la profession (b) des mères .

➤ Éducation et Lieu de résidence

78 % des mamans avaient un niveau d'instruction secondaire ou supérieur (**figure n°6**), une proportion plus élevée que celles rapportées à Abidjan (60,9 %) et à Marrakech (62,4 %) (**Hounsa.A et al .,2010 ; Aoutil .N et al., 2025**). Bien qu'un niveau d'éducation favorise théoriquement un meilleur usage, certaines études soulignent que les personnes très éduquées ont parfois tendance à remettre en cause les avis médicaux au profit de leur propre savoir (système référentiel profane) (**Hounsa .A et al .,2010 ; Mangin .L.,2016**).

Par ailleurs, la majorité des mères résidait en ville (62 %) (**figure n°6**), une étude montre que les résidents urbains ont généralement une meilleure sensibilisation à l'usage approprié des antibiotiques que les populations rurales. Cependant, l'accès facilité aux pharmacies en ville

peut également favoriser l'achat d'antibiotiques sans ordonnance. (Tangcharoensathien.V *et al.*., 2021 ; Abu Al-Halawa. D *et al.* ,2023).

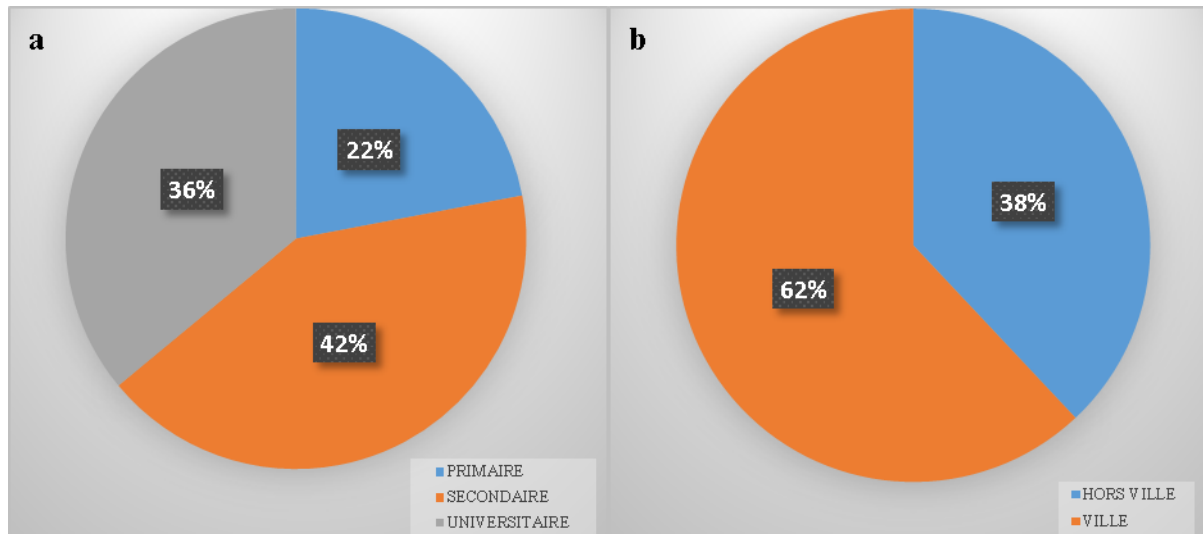


Figure n°6: Éducation (a) et Lieu de résidence (b) des mères .

➤ Taille de la famille et âge des enfants

Le fait de s'occuper de trois enfants en moyenne est un chiffre plus élevé qu'à Marrakech, où 61,6 % des femmes avaient moins de trois enfants (Aoutil .N *et al.*., 2025). La moyenne d'âge des enfants était de 7,75 ans, au sein d'une population dont l'âge variait entre 5 et 12 ans. À titre de comparaison, une étude au Mexique sur les infections respiratoires rapportait un âge moyen des enfants de 6,23 ans (González-Villoria.A.M *et al.*., 2024). Avoir des enfants est un facteur indépendamment associé à un bon niveau de connaissance sur le nom et l'action des antibiotiques (Mangin .L.,2016). Les mères d'enfants d'âge scolaire sont fréquemment confrontées à des pathologies comme la toux, la fièvre ou le mal de gorge, qui sont les principaux motifs de prescription (parfois irrationnelle) d'antibiotiques (Ravelomanana. L *et al.*., 2020).

IV.1.2. Facteurs socio-économiques et accès aux soins

➤ Accessibilité financière

Dans cette population, le coût des soins ne semble pas constituer une contrainte majeure, puisque 77 % des répondants déclarent que les frais de consultation ne représentent pas un obstacle financier (figure n°7). Contrairement, en Palestine, 58,6 % des patients ne peuvent pas payer les frais de consultation (Abu Al-Halawa. D *et al.*.,2023). En Côte d'Ivoire, l'insuffisance financière motive l'automédication dans 23,2 % des cas (Touré.V *et al.*.,2023).

Au Niger, le niveau de pauvreté explique souvent le non-recours aux soins conventionnels. (Abdoulaye. O *et al* ., 2023) .

Alors que 86 % des mères ignorent le prix (**figure n°7**), en Afrique subsaharienne les patients se tournent vers le marché pour acheter des antibiotiques à l'unité par manque de moyens. (Hounsa .A *et al* .,2010 ; Touré.V et al .,2023).

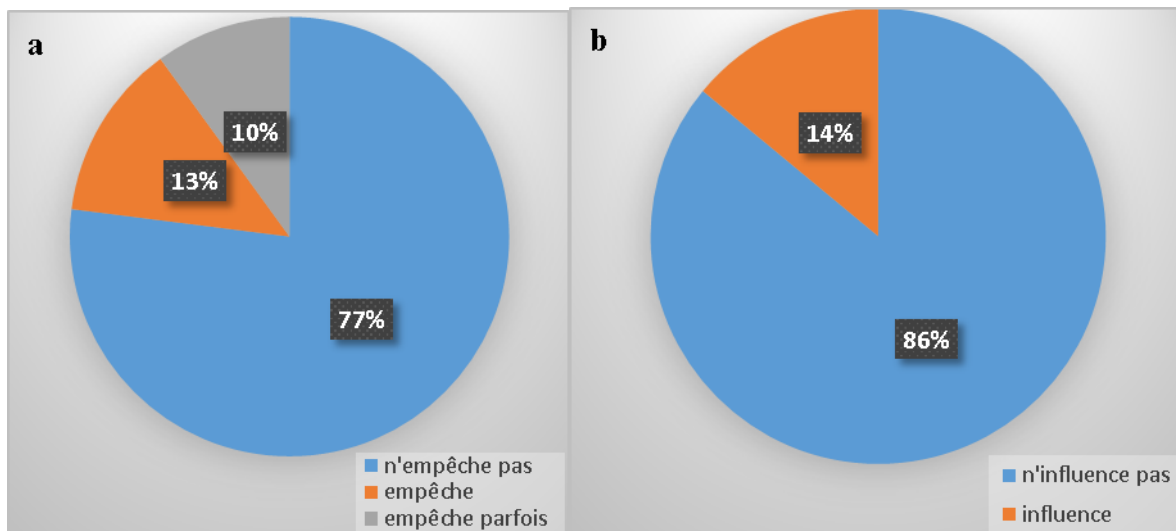


Figure n° 7: le cout de la consultation (a) et le prix des médicaments (b) .

➤ Recours aux soins

Malgré une situation économique globalement favorable, le recours à l'automédication à domicile reste important dans notre étude, avec 41 % des mères qui privilégient cette option contre 48 % qui consultent un médecin (**figure n°8**). Ce taux est largement supérieur à celui observé en France, où il varie entre 14 % et 18 % (Mangin .L.,2016).

L'automédication apparaît également comme une forme de "stratégie d'esquive" permettant de contourner certaines contraintes du système de soins telles que les délais d'attente, la durée des consultations ou encore des expériences jugées insatisfaisantes avec les médecins généralistes (Fainzang. S .,2010).

Le recours à la médecine traditionnelle est particulièrement faible (8 %), ce qui est atypiquement bas (**figure n°8**). L'OMS estime que 80 % de la population des pays en développement en dépend pour les soins primaires (Zaoui.S .,2025). À titre d'exemple, dans certaines communautés mexicaines, 70,3 % des parents l'utilisent avant toute consultation. (GonzunLez-Villoria . A .M *et al* .,2024).

Par ailleurs, le recours à la pharmacie est également très faible dans notre échantillon (3 %) (**figure n°8**), ce qui est surprenant, car elle est normalement le premier point de contact du système de santé en raison de sa proximité et de sa rapidité (**Machowska. A et Stalsby Lundborg. C .,2019**).

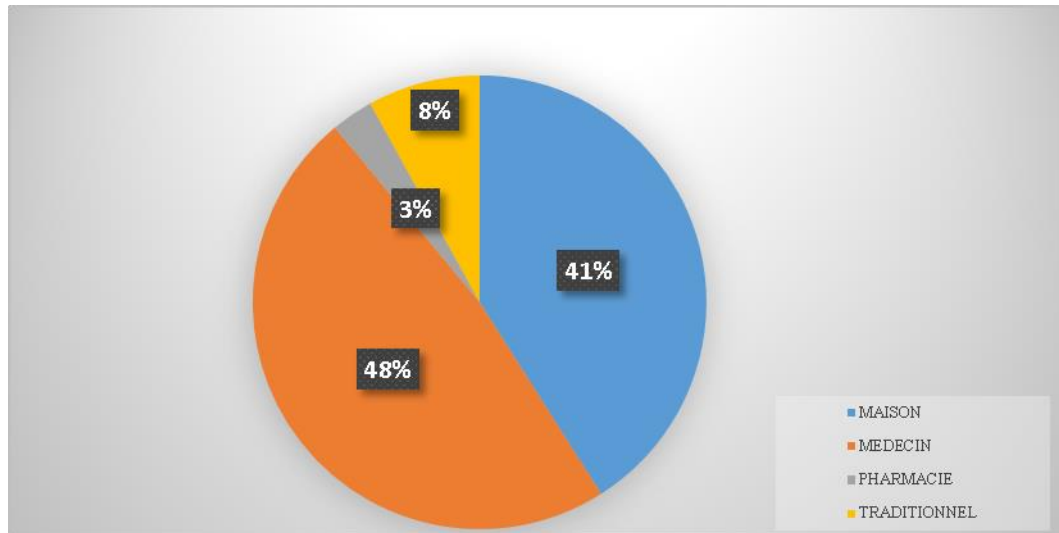


Figure n° 8: La première action des mères.

IV.1.3. Connaissances et perceptions des antibiotiques

➤ Confusion entre bactéries et virus

Seuls 25 % des mères identifient correctement les infections bactériennes et que 39 % croient à l'efficacité des antibiotiques sur les virus (**figure n°9**). Ces résultats sont particulièrement proches de l'étude menée à Marrakech, où seulement 17,8 % des femmes savaient que les antibiotiques n'agissent pas sur les virus, tandis que 76,4 % pensaient qu'ils pouvaient combattre tous les germes (**Aoutil .N et al., 2025**). Ce manque de connaissances est une problématique mondiale. En Europe, 57 % des citoyens ignorent que les antibiotiques sont inefficaces contre les virus. (**Machowska. A et Stalsby Lundborg. C .,2019 ;Ammari . M .,2023**) En Thaïlande, le taux atteint 50,7 %(**Tangcharoensathien.V et al .,2021**).

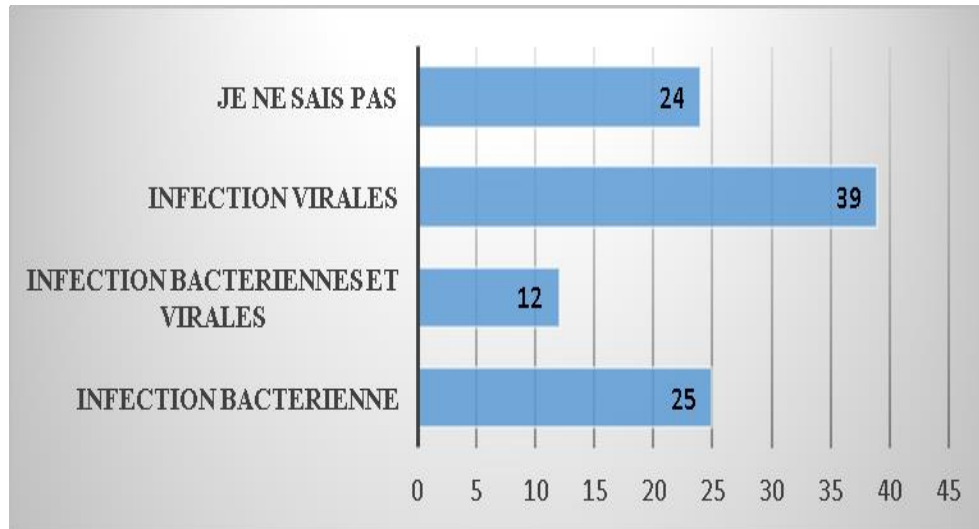


Figure n° 9: les connaissances des mères sur les ATB

➤ **Mythe de la "guérison systématique et rapide"**

Le fait que 47 % des mères croient que l'antibiotique assure une guérison plus rapide est un moteur majeur de surconsommation (**figure n°10**). Des études à Singapour ou au Mexique, les parents considèrent souvent l'antibiotique comme un moyen d'accélérer le rétablissement. (**GonzunLez-Villoria .A.M et al.,2024**). Pourtant, la durée moyenne des symptômes (toux, mal de gorge) reste statistiquement identique avec ou sans antibiotique pour les infections virales courantes (**Machowska. A et Stalsby Lundborg. C .,2019**).

Par contre en France, cette idée semble reculer, 58 % des patients sachant désormais que l'antibiotique n'accélère pas la guérison de la grippe (**Mangin .L.,2016**).

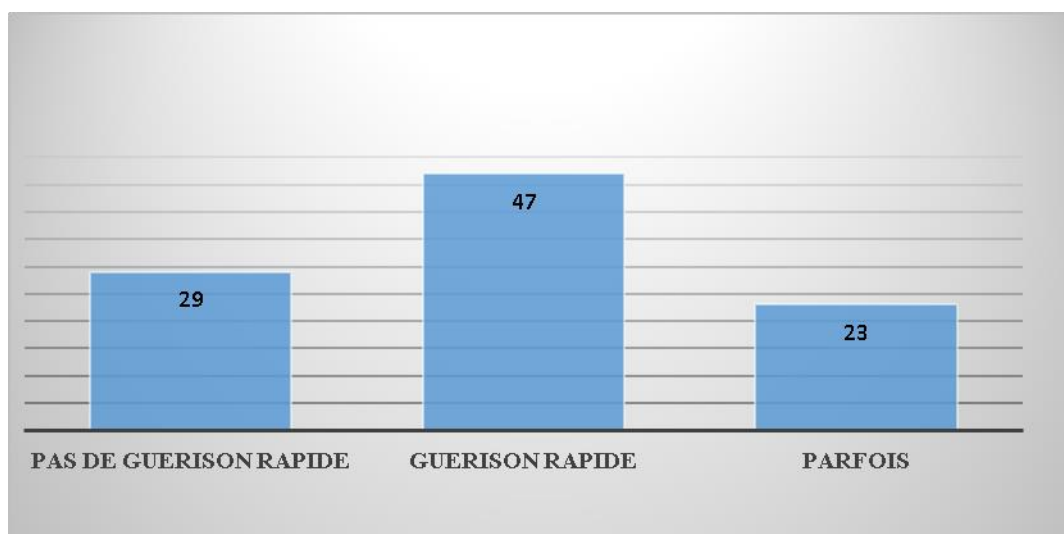


Figure n°10: ATB assure une guérison rapide

➤ Guérison sans antibiotiques

Seuls 44 % des mères admettent qu'une guérison est possible sans antibiotiques (**figure n°11**), une perception qui alimente la pression sur les prescripteurs (**Aribi.Y et Ghedbane. N .,2021 ; GonzunLez-Villoria . A.M et al.,2024**) Elle s'oppose à l'approche clinique de réévaluation à 48 heures ("wait and see") (attendre et voir) préconisée pour les symptômes pédiatriques bénins (**Ravelomanana. L et al., 2020**).

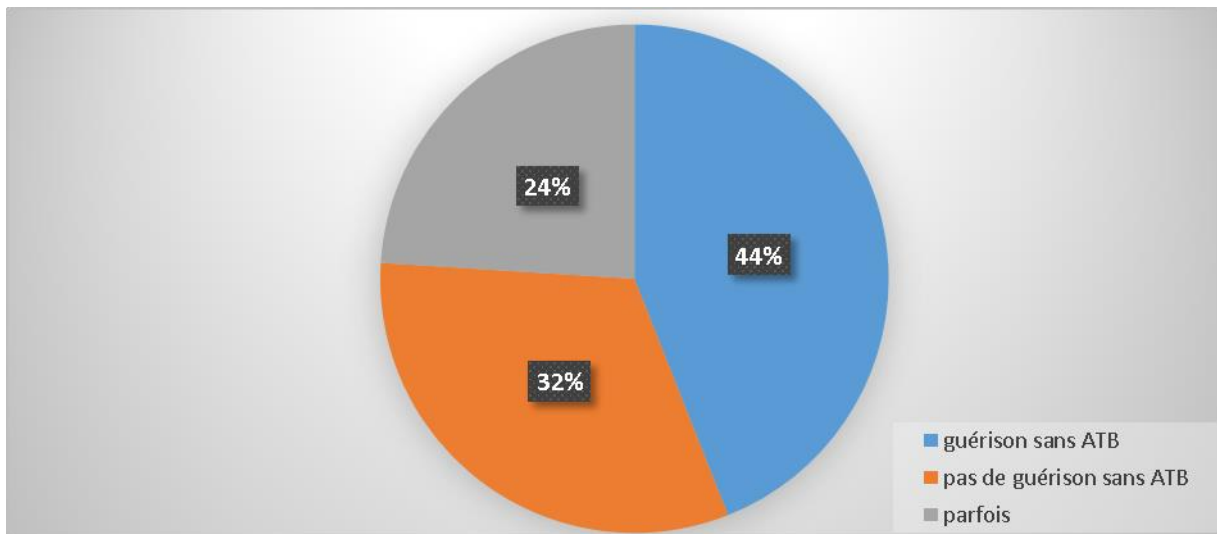


Figure n° 11: la guérison est-elle possible sans antibiotiques.

➤ Conscience des risques et de la résistance

Bien que 65 % des mères soient conscientes que l'usage excessif réduit l'efficacité, 80 % ignorent ce que sont les bactéries multi-résistantes (BMR) (**figure n°12**). 65 % est supérieur à celui de Marrakech (45,2 %), mais reste bien en deçà de la France où 93 % des patients ont conscience que le mésusage rend le médicament inefficace (**Mangin .L.,2016 ;Aoutil .N et al., 2025**).

L'ignorance quasi totale des BMR (80 %) concorde avec des études en milieu rural en Inde, où 99,9 % des participants n'avaient jamais entendu parler de l'antibiorésistance (**Pattnaik .M et al.,2023**) À l'inverse, dans les pays développés, plus de la moitié de la population est désormais convaincue du problème majeur que représentent ces bactéries (**Mangin .L.,2016**).

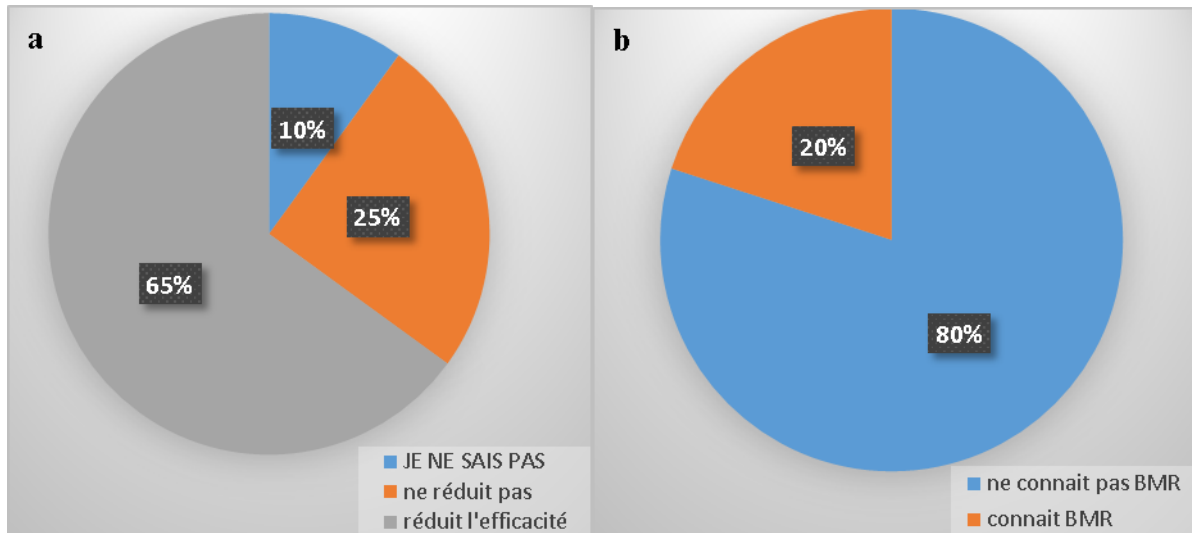


Figure n° 12: Connaissances des mères sur l'usage excessif (a) et les BMR(b).

➤ Relation avec le pharmacien et autonomie

La méfiance envers les pharmaciens (48 %) est atypique (**figure n°13**), car ils sont normalement cités comme la deuxième source d'information la plus fiable après le médecin (**Mangin.L.,2016**). Ce résultat explique sans doute le repli des mères vers l'armoire à pharmacie familiale plutôt que vers les pharmacies pour obtenir des conseils.

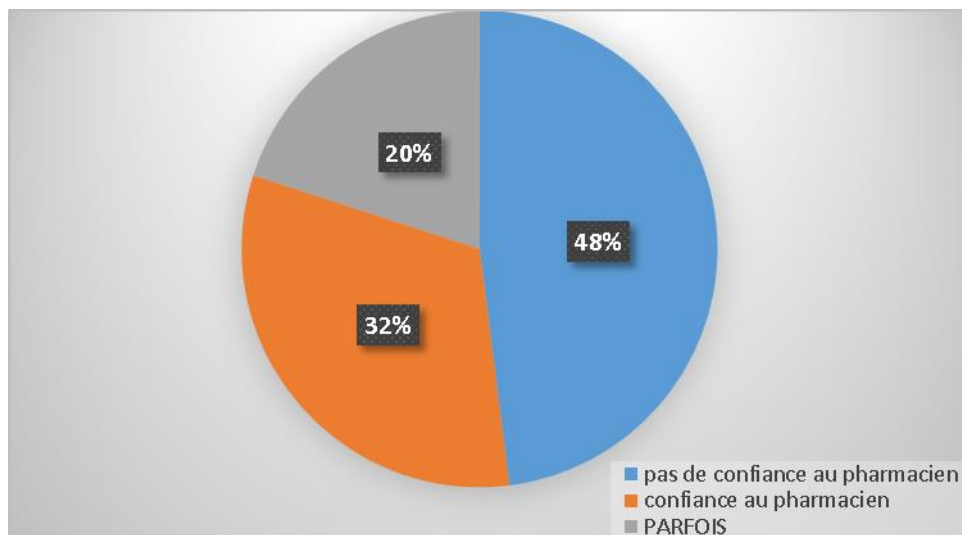


Figure n° 13: Confiance pharmacien.

IV.1.4. Usage irrationnel des antibiotiques

➤ Influence de l'entourage et manque d'information

L'absence de consultation de la notice a été observée chez 13 % des mères (**figure n°14**). Par ailleurs, L'influence de l'entourage 14 %(9%+5%) (**figure n°14**) comme source d'information

ou de conseil est cohérente avec les données de Thaïlande (14,3 %) ou de Côte d'Ivoire (17,4 %) % (hounsa .A *et al.*, 2010 ; Tangcharoensathien.V *et al.*., 2021).

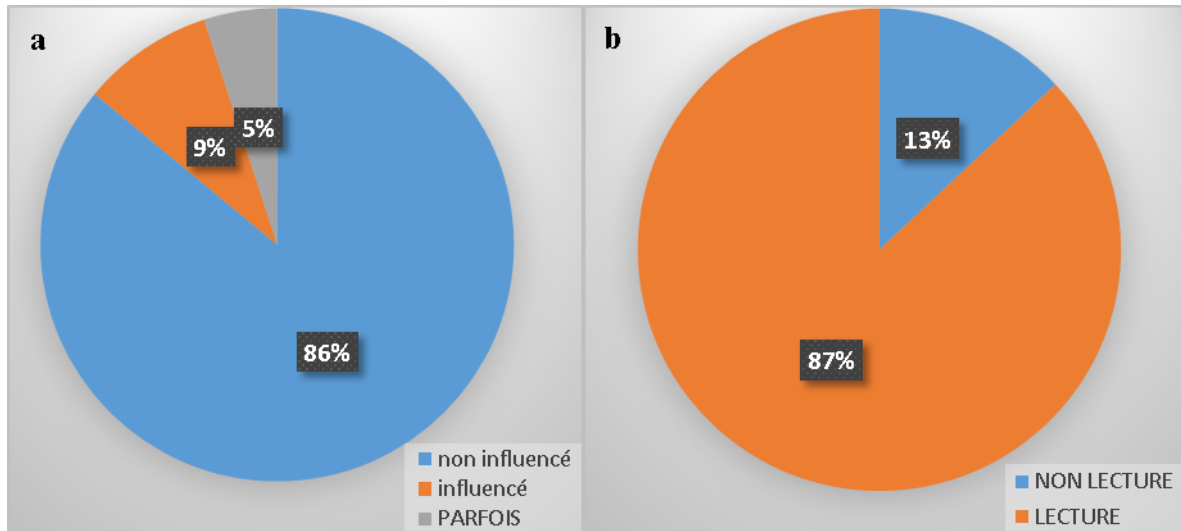


Figure n° 14: influence de l'entourage (a) et la lecture de la notice(b) .

➤ Automédication et pression sur la prescription

Le taux d'automédication (37 %) (**figure n°15**) est supérieur à celui rapporté en Côte d'Ivoire (25 %) ou en France (14 % à 18 %) (Mangin .L.,2016 ;Touré.V *et al.*,2023). L'amoxicilline est le premier choix (28 %)(**figure n°15**), ce qui concorde avec son statut de molécule la plus associée à l'usage irrationnel mondial (Sweileh .W. M., 2021 ;Owusu-Ofori .A. K *et al.*, 2021).

Par ailleurs, la demande active (15 %) (**figure n°16**) auprès du médecin est supérieure aux 9 % français et constitue un facteur reconnu d'incitation aux prescriptions inutiles (Mangin .L.,2016 ; GonzunLez-Villoria . A.M *et al.*,2024) .

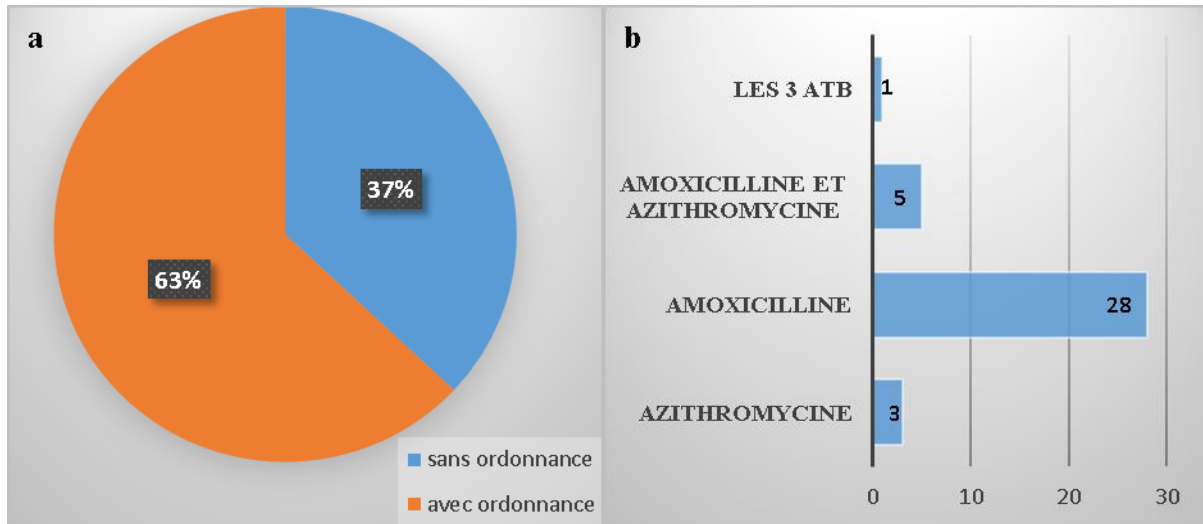


Figure n° 15: Automédication (a) et ATB les plus utilisés (b).

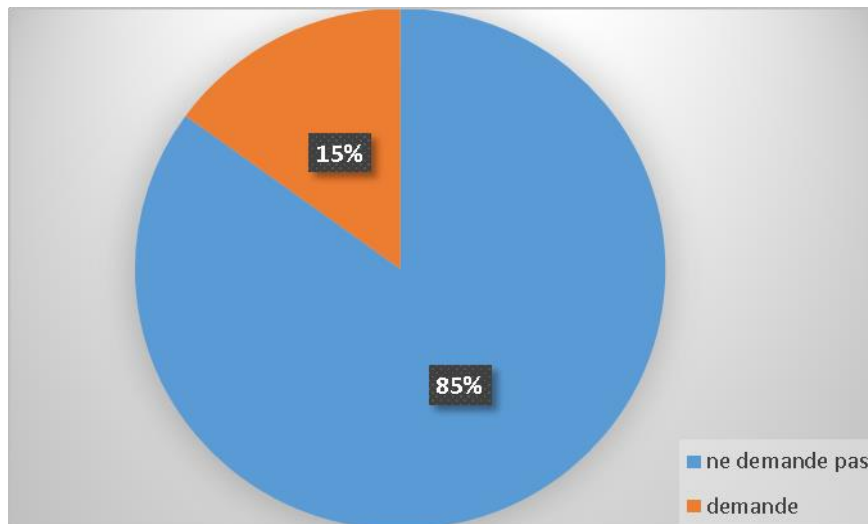


Figure n° 16: Demande médecin prescrire ATB

➤ Défaut d'observance et gestion des restes

Le taux de non-observance (48 %) (**figure n°17**) est presque identique à celui d'une étude menée en Espagne (48,7 %)(**Ammari .M.,2023**) .Le non-respect des horaires de prise 38 % (**figure n°17**) se situe dans une fourchette haute par rapport à certaines études en Espagne 26,3 % des patients pratiquaient une "omission partielle" du traitement (saut de doses ou décalage horaire), et en France une modification des doses et/ou de la durée du traitement antibiotique prescrit chez 35,5 % (**Mangin .L.,2016 ;Ammari .M.,2023**).

Par ailleurs, l'arrêt précoce dès l'amélioration des symptômes est un comportement fréquemment observé. Ce résultat concorde avec les données d'une étude faite en Lituanie, où

les patients arrêtent souvent leur traitement lorsqu'ils commencent à se sentir mieux. (Ammari .M.,2023 ; Ndaki. P. M., *et al* ,2025).

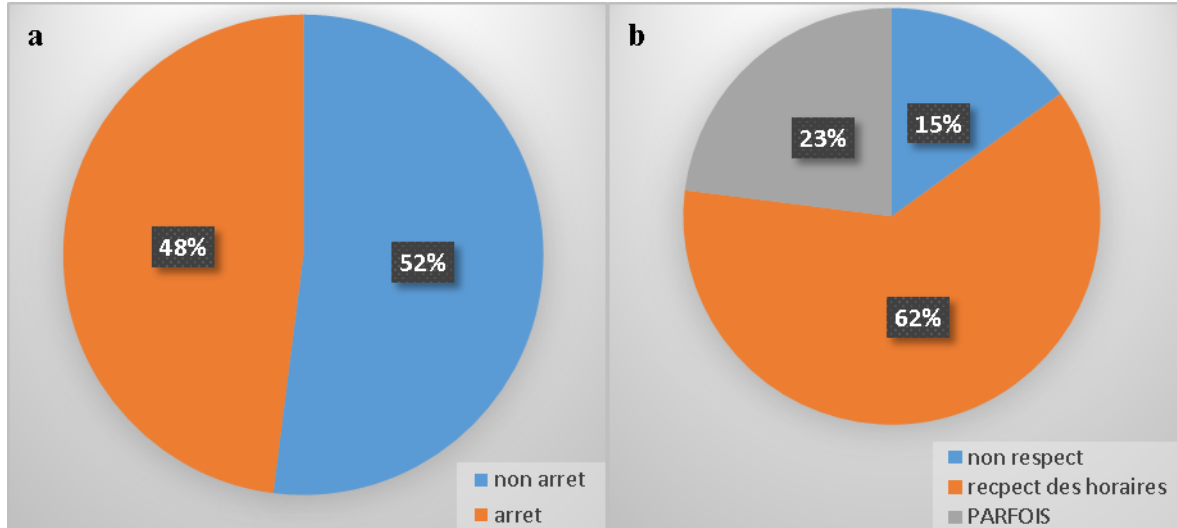


Figure n° 17: Arrêt précoce (a) et le respect des horaires(b) .

➤ La gestion des restes des médicaments

- Stockage (50 %) (**figure n°18**) ce chiffre est proche de celui de Marrakech où 56,2 % des femmes conservent des antibiotiques à domicile. (Aoutil .N *et al.*, 2025).
- Partage (34 %) et Réutilisation (32 %) (**figure n°19**) L'armoire à pharmacie familiale est la source principale d'automédication (jusqu'à 86 % des cas) (Mangin .L.,2016). Le partage entre enfants est une pratique courante dans les pays à revenu faible ou intermédiaire, souvent basée sur la similarité des symptômes perçus. (Ndaki . P. M., *et al.*,2025)

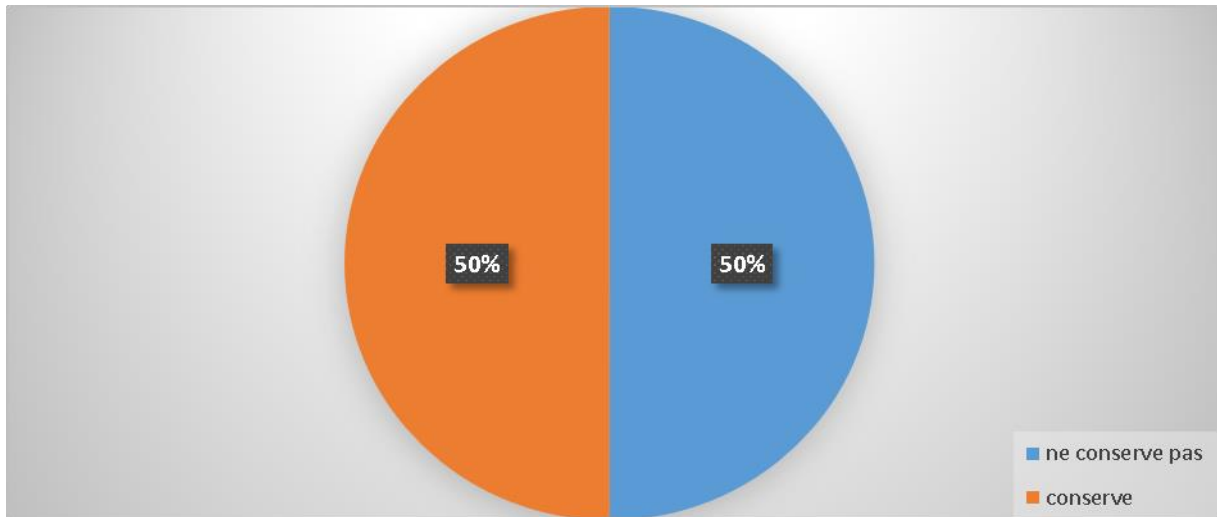


Figure n° 18: Conservation des ATB.

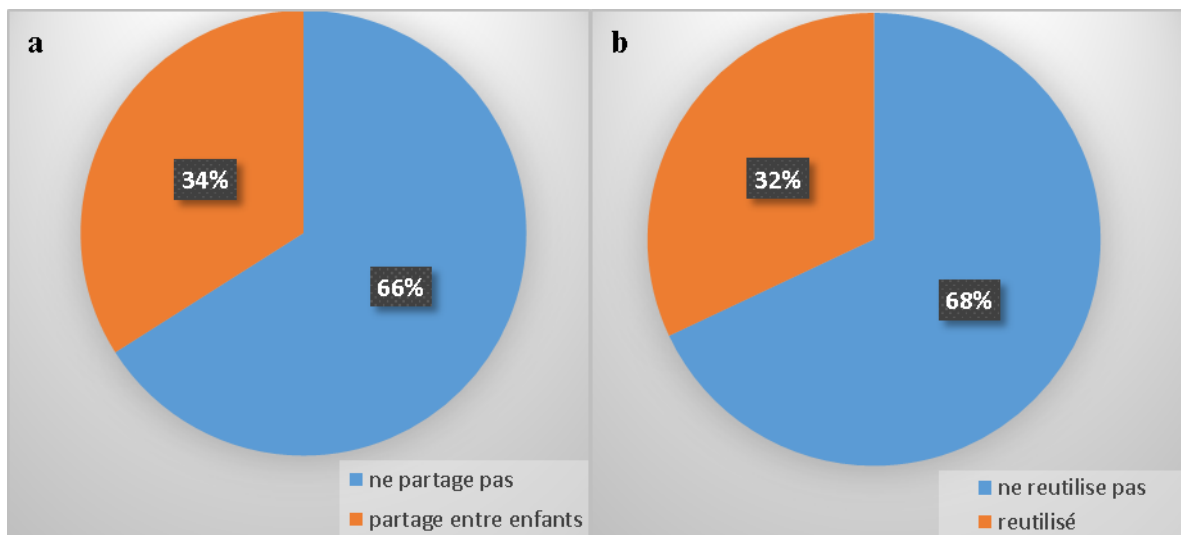


Figure n° 19: Le partage (a) et la réutilisation (b) des ATB.

➤ Exposition précoce et répétée

L'exposition de 59 % des enfants avant l'âge d'un an est particulièrement préoccupante (**figure n°20**). À Antananarivo, une étude a montré que les nourrissons (80,71 %) sont les plus exposés aux prescriptions irrationnelles en milieu communautaire (**Ravelomanana. L et al., 2020**).

Des cures répétées (42 % ayant reçu ≥ 3 cures) (**figure n°20**) sont directement corrélées à des taux de résistance bactérienne plus élevés. (**Costelloe .C et al ., 2010**).

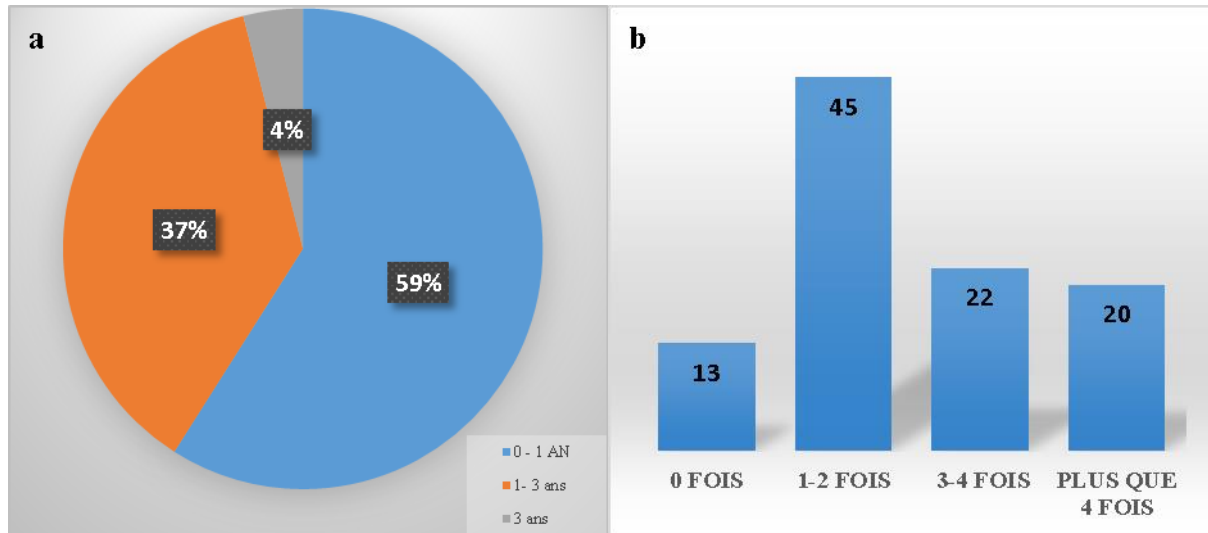


Figure n° 20: l'âge premier traitement ATB (a) et la fréquence d'utilisation des ATB au cours de 12 mois (b).

➤ Risques pour le microbiote

L'utilisation précoce et inappropriée d'antibiotiques à large spectre et l'associations d'antibiotiques (1 %) (**figure n°15**), perturbe l'équilibre du microbiote pédiatrique. Les sources indiquent que ces traitements altèrent la diversité bactérienne intestinale, ce qui peut favoriser l'obésité infantile, l'asthme et les maladies allergiques à l'âge adulte (**Wagh.S et Marulkar. C. S.,2024 ; Aoutil .N et al., 2025**). De plus, cela exerce une pression de sélection favorisant l'émergence de bactéries multirésistantes (BMR) telles que les Entérobactéries, particulièrement dangereuses chez les jeunes enfants (**Aribi.Y et Ghedbane. N .,2021**) .

IV.1.5.Prévalence et indicateurs des bactéries multirésistantes

➤ Prédominance des infections respiratoires et ORL (Angines 80 %, Respiratoires 38 %)

Les pathologies respiratoires et ORL constituent le premier motif de consultation pédiatrique. Cependant, le taux de 80 % reflète une exposition massive (**figure n°21**), les études soulignent que 60 % à 90 % des angines sont virales selon l'âge, souvent augmentée par la pression parentale sur les prescripteurs. (**Mangin .L .,2016 ; Ravelomanana. L et al., 2020**).

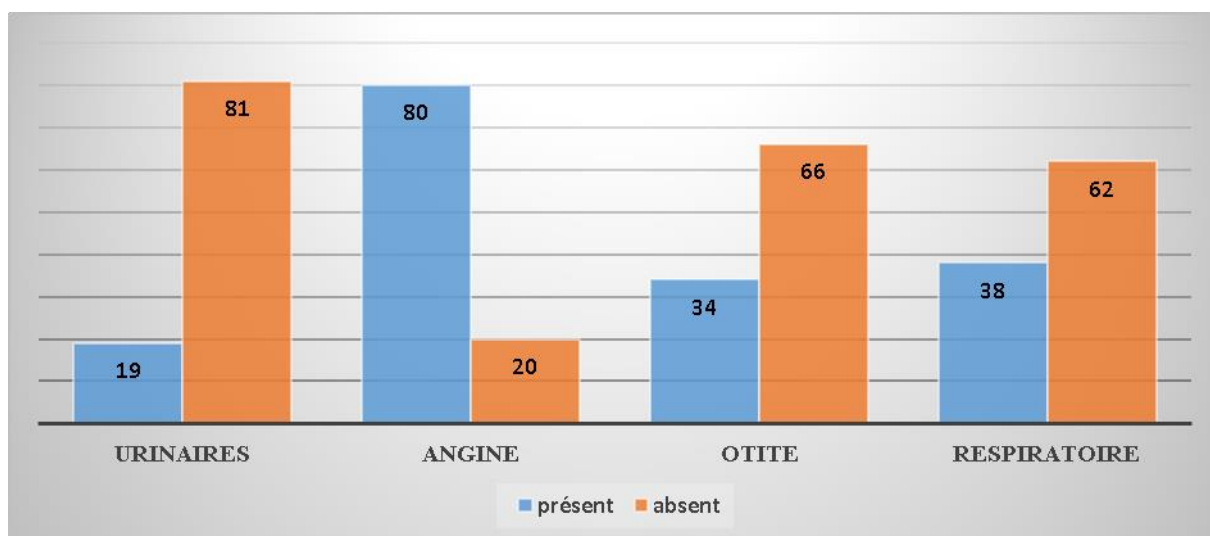


Figure n° 21: Antécédents d'infections chez les enfants.

➤ Sous-utilisation de l'antibiogramme (8 %)

Le faible recours à l'antibiogramme (8 %) concorde avec les pratiques de ville où le diagnostic est rarement jugé réalisable (**figure n°22**). (**Reza. N *et al.*,2025**) Ce manque de précision favorise l'usage de molécules à large spectre et l'émergence de bactéries multirésistantes (BMR). (**Frieri.M *et al.*,2017 ; Machowska. A et Stalsby Lundborg. C .,2019**).

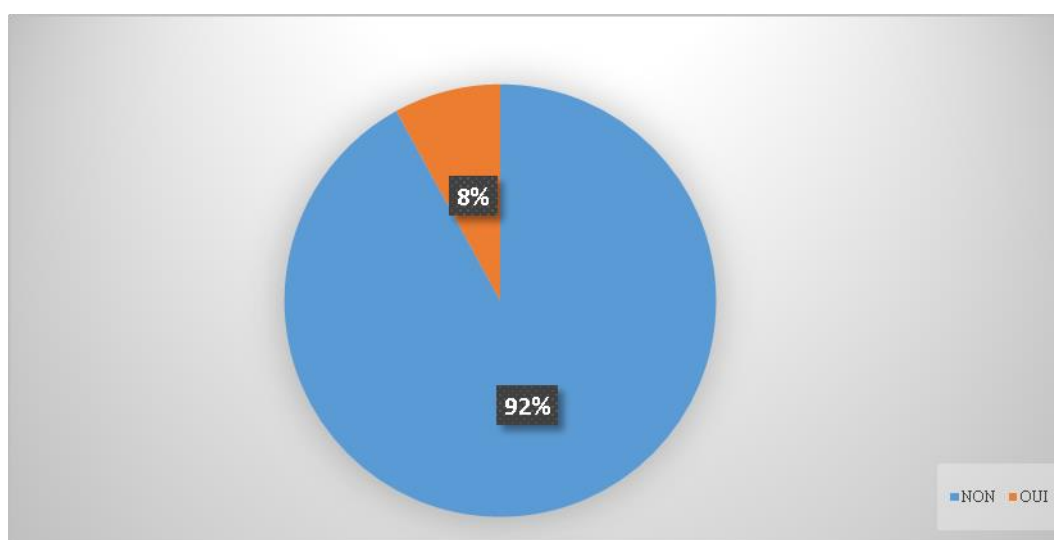


Figure n° 22: l'antibiogramme

➤ **Inefficacité initiale (50 %) et recours aux injectables (33 %)**

L'inefficacité initiale (50 %) et le passage aux injectables (33 %) (**figure n°23**) illustrent les échecs de l'antibiothérapie probabiliste, jugée inappropriée dans la moitié des cas pédiatrique. L'usage excessif des injections augmente d'ailleurs les risques d'effets indésirables (**Aribi.Y et Ghedbane. N .,2021 ; Yang .Y et al., 2022**).

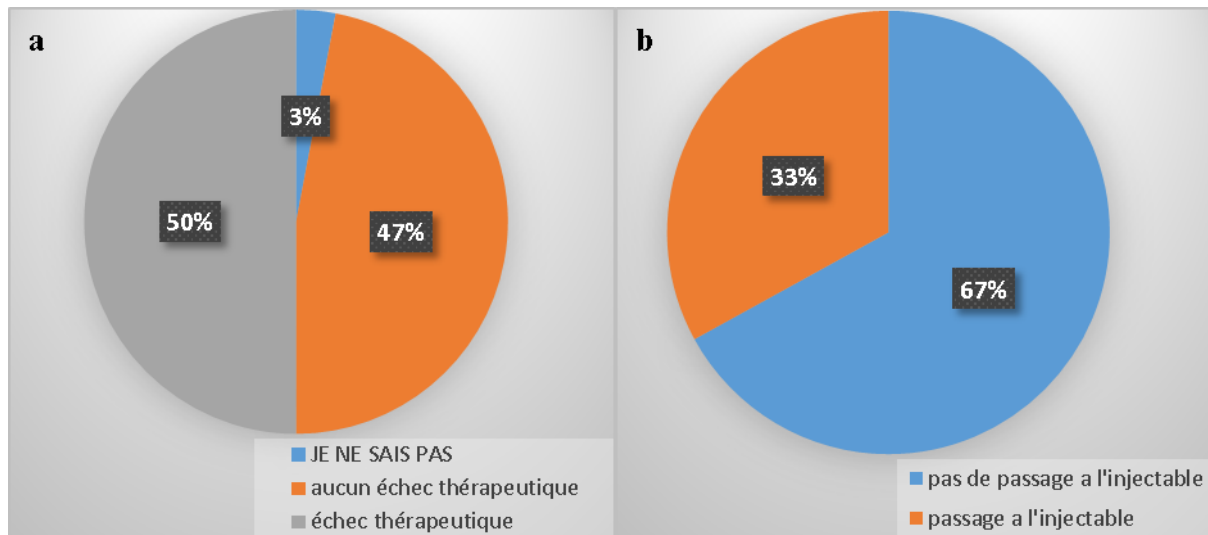


Figure n° 23: Inefficacité initiale (a) et recours aux injectables (b).

➤ **Hospitalisation (25 %) et récurrence (27 %)**

Le taux d'hospitalisation de 25 % observé dans cette étude (**figure n°24**) peut témoigner de la gravité des complications survenant lorsque le traitement initial s'avère inefficace. En effet, les infections causées par des bactéries multirésistantes (BMR) sont reconnues pour être associées à une augmentation de la morbidité, de la mortalité ainsi que de la durée de séjour à l'hôpital. (**Abdelli . W .,2017 ;Williams. P. C. M et al., 2018**).

Le taux de retour de l'infection (27 %) (**figure n°24**) est proche des 30 % de récurrence des pathologies infantiles comme les infections urinaires. (**Hocini .M.A et Dahdah .K.,2012**)

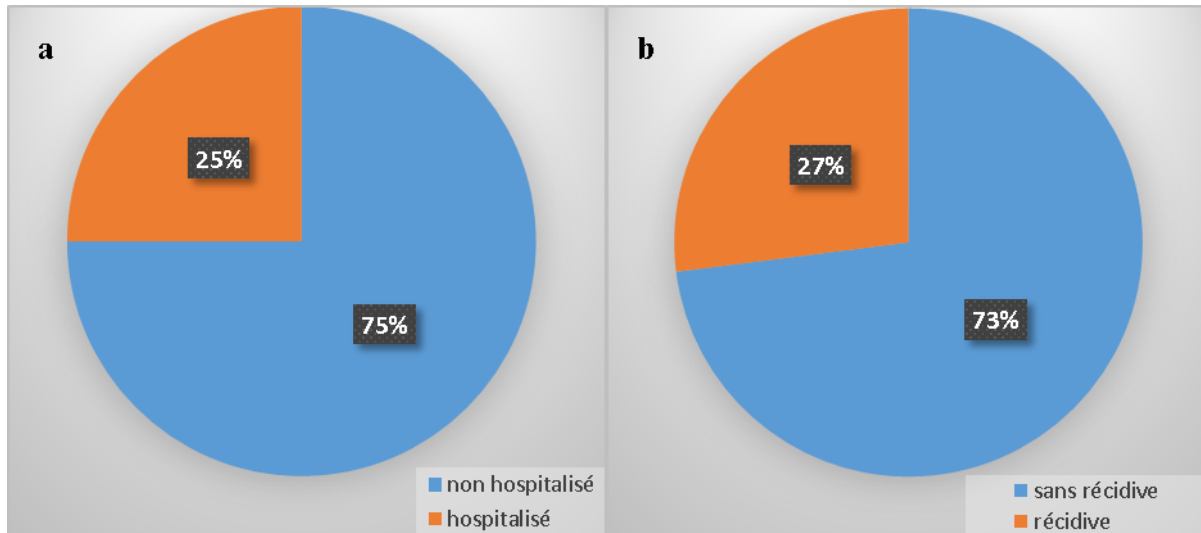


Figure n°24 : Hospitalisation (a) et récive (b).

➤ Impact sur le microbiote (Diarrhée 18 %)

La diarrhée (18 %) (**figure n°25**) est un signe de dysbiose provoquée par la destruction de la flore saprophyte bénéfique. Cette altération précoce du microbiote est fortement associée à des risques accrus d'asthme, d'obésité et d'allergies à l'âge adulte (**Bogaert .D et van Belkum .A., 2018**)

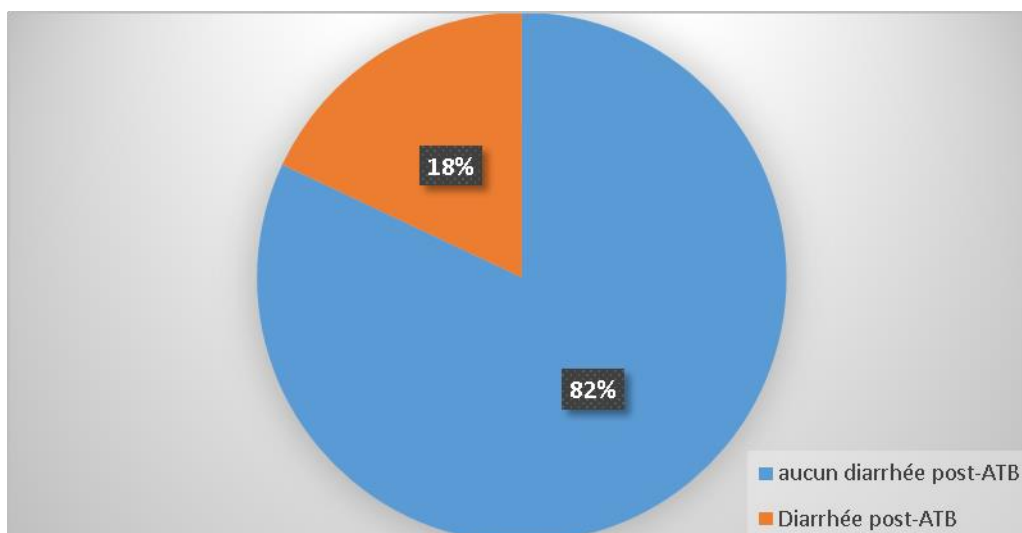


Figure n° 25: Diarrhée après ATB

IV.1.6. Facteurs de risque favorisant les infections/résistance

➤ Antécédents néonataux et mode d'accouchement

Le taux élevé de césariennes (59 %) (**figure n°26**) est un facteur de risque majeur d'infections nosocomiales par rapport à la voie basse. Concernant Le faible poids de naissance (17 %) et la prématurité (7 %) (**figure n°26**) créent des "patients réceptifs" vulnérables aux bactéries multirésistantes (BMR), avec un microbiote souvent riche en Clostridium (**Mellahi . M.et Lakaf. M., 2022 ;Wagh.S et Marulkar. C. S.,2024**).

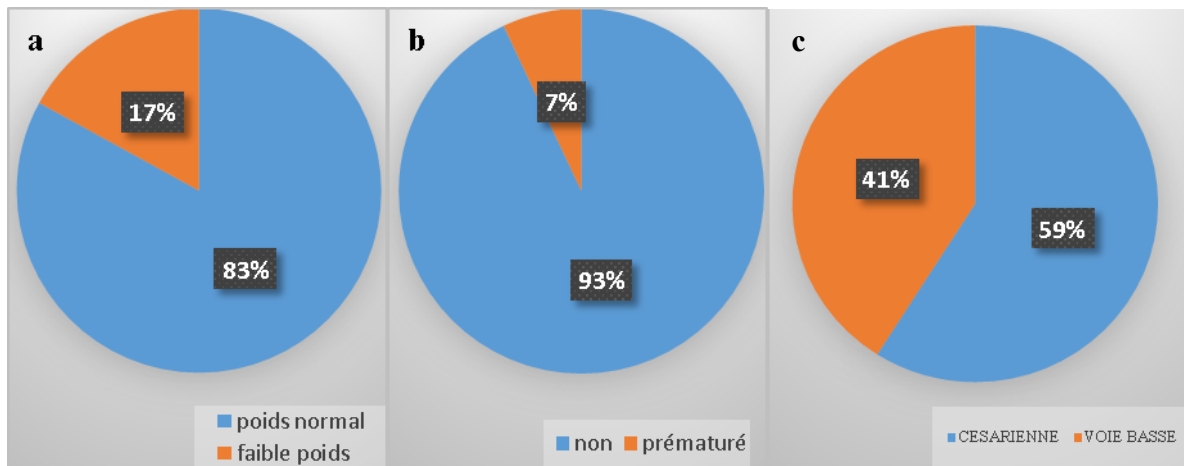


Figure n°26 : Antécédents néonataux poids (a) et prématurité (b) et mode d'accouchement(c)

➤ Allaitement et nutrition

Le taux d'allaitement exclusif (26 %) (**figure n°27**) est faible face à l'effet protecteur "dose-dépendant" du lait maternel contre le sepsis néonatal. (**Aribi.Y et Ghedbane. N .,2021**) Parallèlement, la nutrition non optimale (50 %) (**figure n°27**) affaiblit les défenses immunitaires en réduisant la synthèse des immunoglobulines et l'activité des microphages.(**Mellahi . M.et Lakaf. M., 2022**)

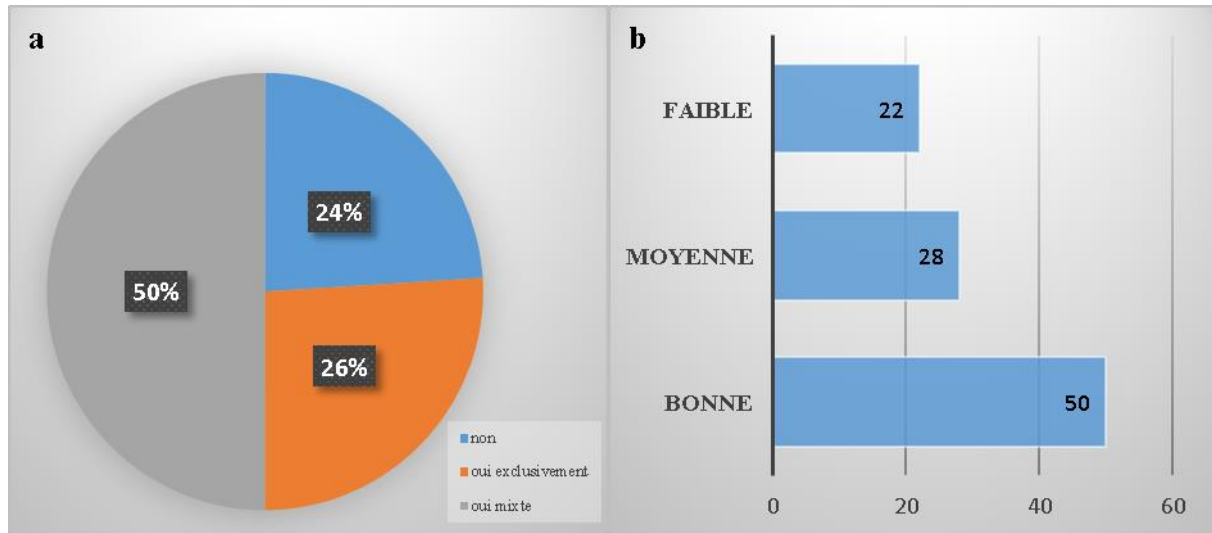


Figure n° 27: Allaitement (a) et nutrition (b) .

➤ Maladies chroniques et risque infectieux

Bien que 93 % des enfants soient sains, l'asthme (6 %) (**figure n°28**) est lié bidirectionnellement à l'usage d'antibiotiques l'exposition précoce favorise son apparition, et la maladie elle-même expose à des exacerbations infectieuses. (**Ravelomanana. L et al., 2020 ; Aoutil .N et al., 2025**)

Enfin, toute immunosuppression (1 %) (**figure n°28**) , même légère, place l'enfant parmi les sujets les plus exposés aux échecs thérapeutiques. (**Cherafa. I et Ziadi Chibane. M.,2017**).

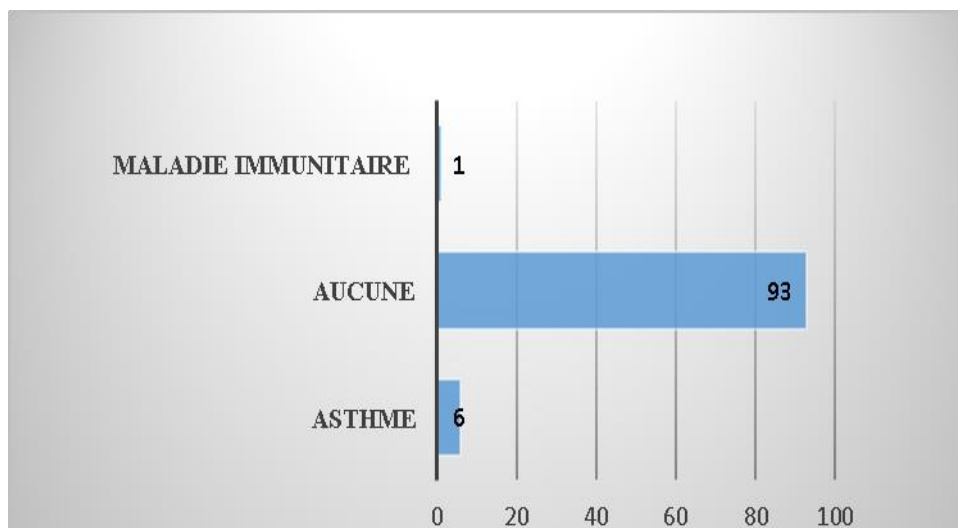


Figure n° 28: Maladies chroniques

➤ **Utilisation d'antibiotiques durant la grossesse**

Le taux utilisation de 35 % pendant la grossesse (**figure n°29**) est inférieur à celui observé dans une étude à Marrakech (58,2 %), mais reste préoccupant. L'exposition prénatale aux antibiotiques est associée à une réduction du poids de naissance et à une altération durable du microbiote intestinal de l'enfant. Ces modifications précoces augmentent la vulnérabilité future de l'enfant aux maladies inflammatoires comme la colite ou l'obésité. (**Wagh.S et Marulkar. C. S.,2024 ; Aoutil .N et al., 2025**) .

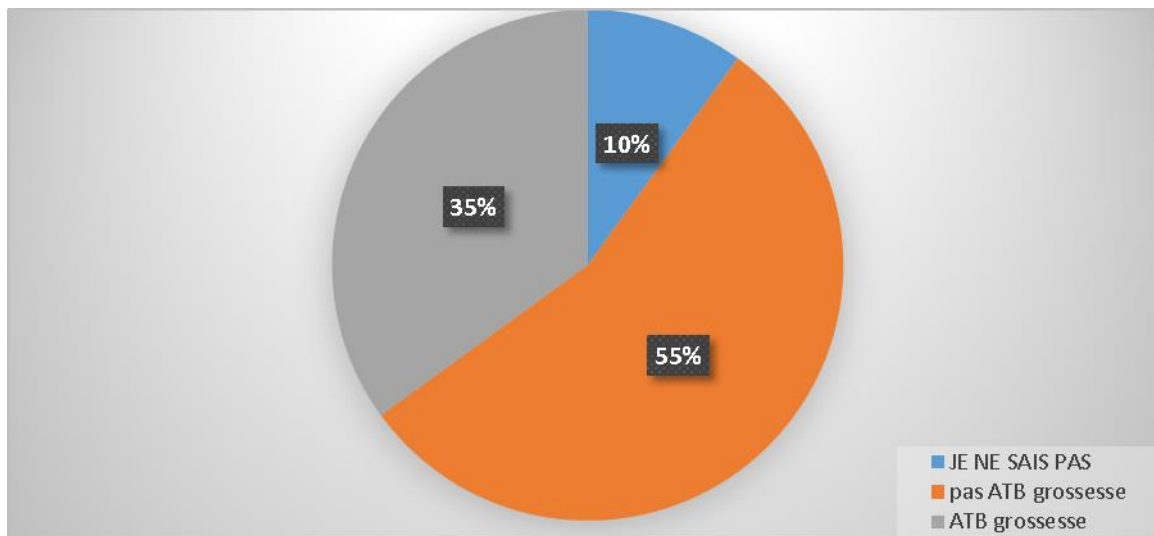


Figure n° 29: Utilisation d'antibiotiques durant la grossesse

➤ **Exposition environnementale et sociale**

La forte fréquentation des écoles publiques (86 %) (**figure n°30**) favorise le surpeuplement, un facteur reconnu pour accélérer la dissémination des clones résistants, notamment les pneumocoques résistants à la pénicilline. Par ailleurs, la possession d'animaux domestiques (26 %) (**figure n°30**) représente un risque de transmission zoonotique pour des germes comme le SARM ou Salmonella. (**Mangin .L.,2016 ; Aribi.Y et Ghedbane. N .,2021**) .

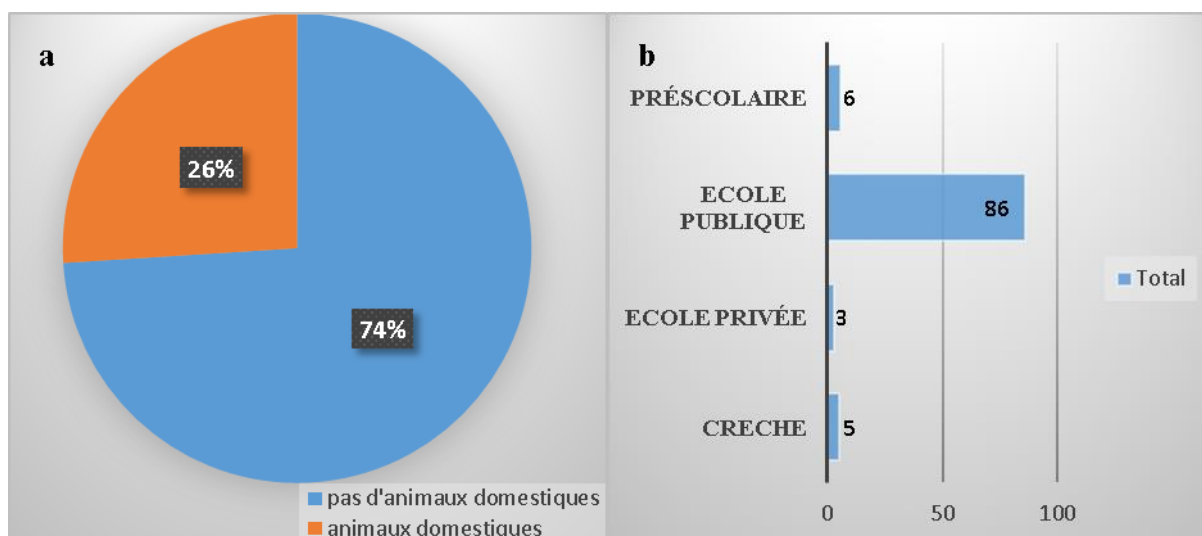


Figure n° 30: Exposition environnementale (a) et sociale (b).

IV.2. Résultats de la partie expérimentale

IV.2.1. Identification confirmative des souches cliniques

IV.2.1.1. L'examen macroscopique

L'observation des cultures sur les différents milieux gélosés a montré des caractéristiques morphologiques compatibles avec les espèces bactériennes étudiées. *Staphylococcus aureus* a présenté des colonies rondes, lisses et de couleur jaune doré sur le milieu Chapman (**figure n°31a**). *Pseudomonas aeruginosa* a développé des colonies lisses de teinte jaune verdâtre fluorescente sur le milieu King B, en raison de la production de pyoverdine (**figure n°32a**). *Moraxella catarrhalis* a formé de petites colonies lisses de couleur blanc grisâtre sur gélose chocolat (**figure n°33a**). Les souches de *Streptococcus bêta-hémolytique* ont produit de petites colonies blanches, régulières et lisses, entourées d'un halo d'hémolyse sur gélose au sang (**figure n°34a**). *Escherichia coli* a donné des colonies roses, lisses et brillantes de taille moyenne sur gélose MacConkey ainsi que des colonies violacées, opaques et régulières sur Chromagar (**figure n°35a et b**). *Klebsiella pneumoniae* s'est distinguée par de grandes colonies roses et muqueuses sur MacConkey et de grandes colonies jaunes sur milieu CLED (**figure n°36a et b**). Enfin, *Acinetobacter baumannii* a présenté de petites colonies roses sur MacConkey et de petites colonies blanc crème, lisses, sur Chromagar (**figure n°37a et b**).

IV.2.1.2. L'examen microscopique

La coloration de Gram a permis de confirmer les caractéristiques morphologiques des différentes souches bactériennes. *Staphylococcus aureus* est apparu sous forme de cocci à

Gram positif disposés en amas (**figure n°31 b**). *Streptococcus bêta-hémolytique* a été observé sous forme de cocci à Gram positif alignés en chaînettes (**figure n°34 b**), tandis que *Moraxella catarrhalis* s'est présenté sous forme de diplocoques à Gram négatif (**figure n°33 b**). Les souches d'*Escherichia coli* (**figure n°35c**) et de *Klebsiella pneumoniae* (**figure n°36c**) ont montré des bacilles à Gram négatif, de coloration rose après la technique de Gram. *Pseudomonas aeruginosa* est apparu sous forme de bacilles fins à Gram négatif (**figure n°32 b**), alors qu'*Acinetobacter baumannii* a été identifié comme un coccobacille à Gram négatif (**figure n°37c**). L'ensemble de ces observations microscopiques concorde avec les descriptions classiques rapportées dans la littérature et confirme l'identité présumée des isolats obtenus.

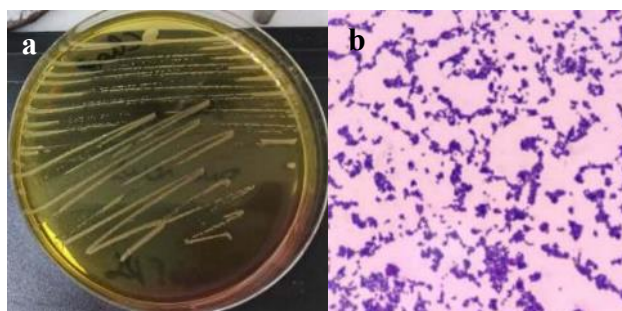


Figure n°31 : Aspect macroscopique des colonies de *S. aureus* sur milieu Chapman et aspect microscopique après coloration de gram.

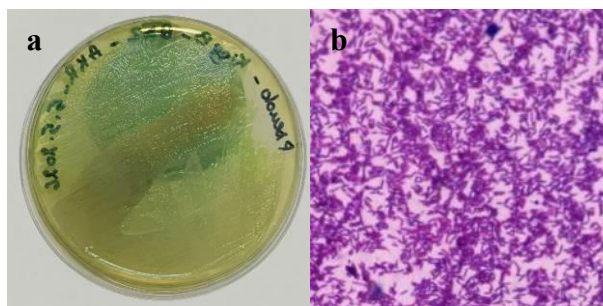


Figure n°32 : Aspect macroscopique des colonies de *P. aeruginosa* sur milieu King B et aspect microscopique après coloration de gram.

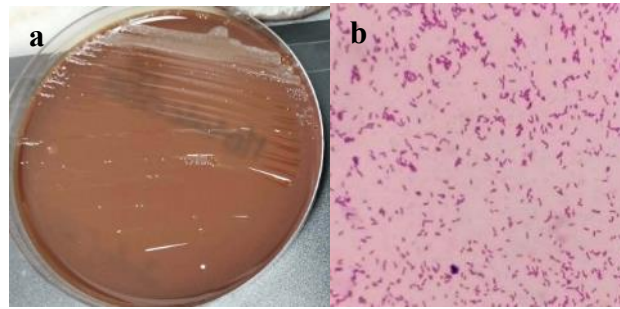


Figure n°33: Aspect macroscopique des colonies de *Moraxella catarrhalis* sur milieux gélose chocolat et aspect microscopique après coloration de gram.

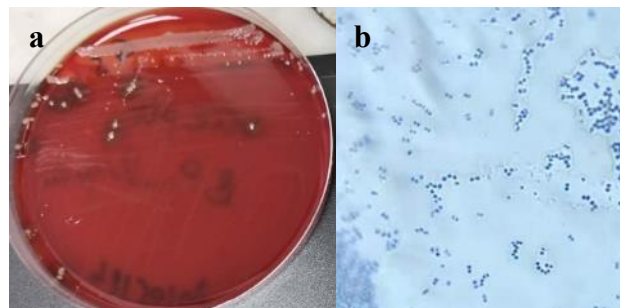


Figure n°34 : Aspect macroscopique des colonies de *Streptococcus* beta hémolytique sur milieu gélose au sang et aspect microscopique après coloration de gram.



Figure n°35 : Aspect macroscopique des colonies de *E. coli* sur milieux MacConkey , Chromagar et aspect microscopique après coloration de gram.

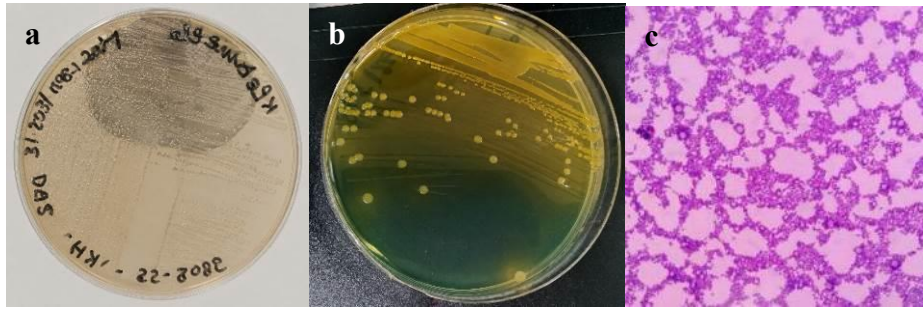


Figure n°36 : Aspect macroscopique des colonies de *K. pneumoniae* sur milieux MacConkey Cled et aspect microscopique après coloration de gram.

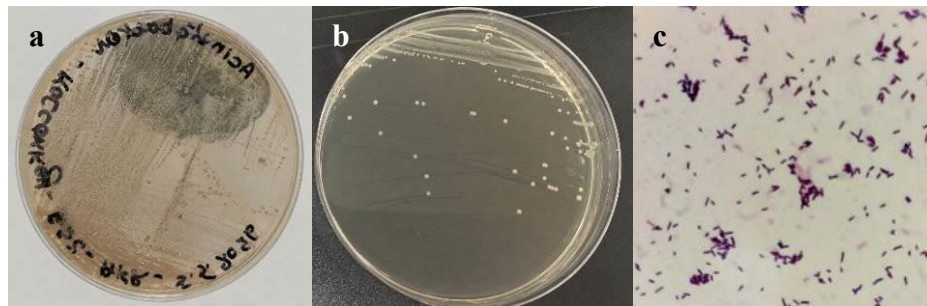


Figure n°37 : Aspect macroscopique des colonies de *Acinetobacter baumannii* sur milieux MacConkey, Chromagar et aspect microscopique après coloration de gram.

IV.2.1.3. Test de catalase

Le test de la catalase a montré une réaction positive chez *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Moraxella catarrhalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* et *Acinetobacter baumannii*, (**figure n°38**) mise en évidence par la formation immédiate de bulles après l'ajout de peroxyde d'hydrogène. En revanche, *Streptococcus bêta-hémolytique* n'a présenté aucune production de bulles, indiquant une réaction négative.

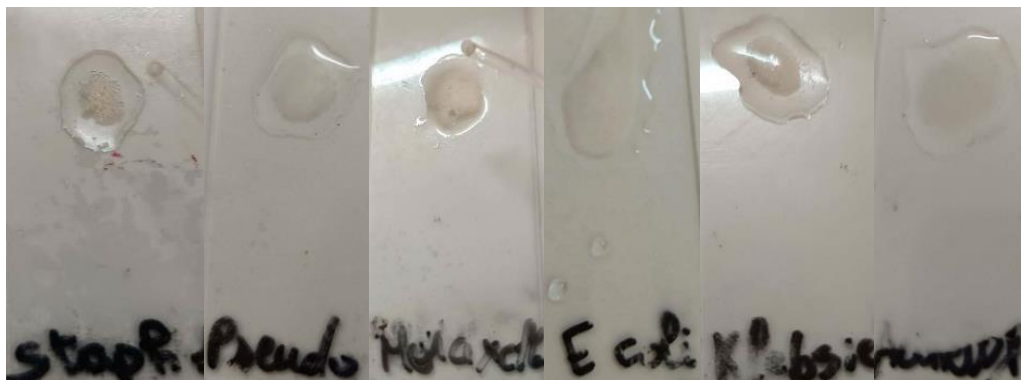


Figure n°38: test catalase des souches (A) *S. aureus* (B) *P. aeruginosa* (C) *Moraxella catarrhalis* (E) *E. coli* (F) *K. pneumoniae* (G) *Acinetobacter baumannii*

IV.2.1.4. Test urée-indole (urée-tryptophane)

Le test de l'indole a été positif uniquement pour *Escherichia coli*, indiquant sa capacité à produire de l'indole à partir du tryptophane (**figure n°39**). Les autres souches étudiées (*Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Moraxella catarrhalis*, *Streptococcus bêta-hémolytique*, *Klebsiella pneumoniae* et *Acinetobacter baumannii*) ont présenté une réaction négative.



Figure n°39 : test indole de la souche (E) *E. coli*

IV.2.1.5. Test TSI (Triple Sugar Iron)

L'étude sur le milieu TSI a révélé un profil K/K pour *Pseudomonas aeruginosa*, *Moraxella catarrhalis* et *Acinetobacter baumannii*, (**figure n°40**) indiquant l'absence de fermentation des sucres contenus dans le milieu. *Escherichia coli* et *Klebsiella pneumoniae* (**figure n°40**) ont présenté un profil A/A avec production de gaz, témoignant de la fermentation du glucose et du lactose et/ou du saccharose. Ce test n'a pas été réalisé pour *Staphylococcus aureus* et *Streptococcus bêta-hémolytique*.

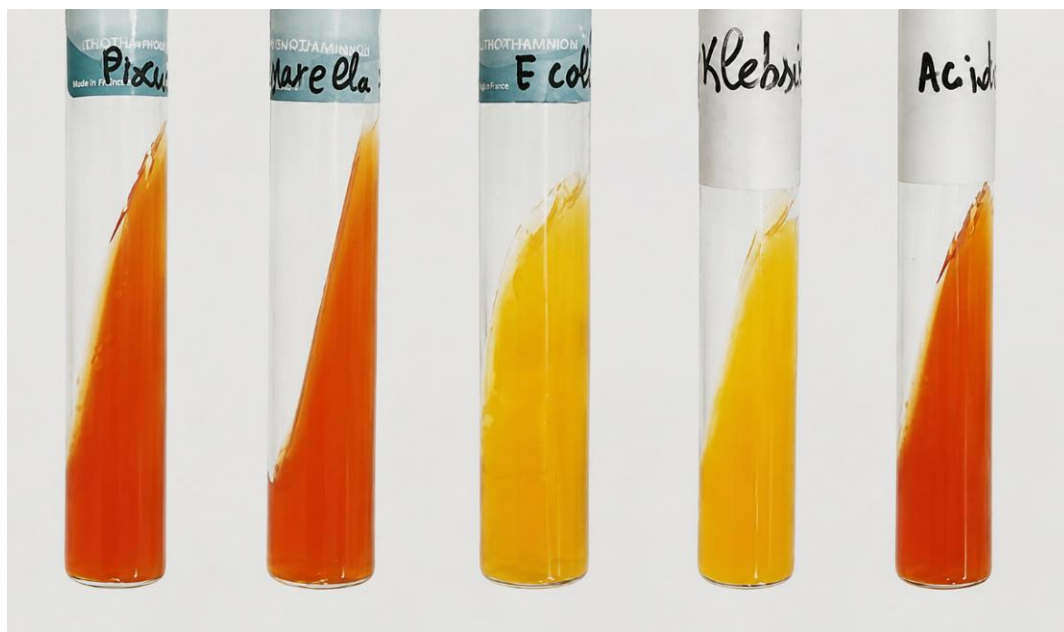


Figure n°40 : test TSI des souches (B) *P. aeruginosa* (C) *Moraxella catarrhalis* (E) *E. coli* (F) *K. pneumoniae* (G) *Acinetobacter baumannii*

IV.2.1.6. Test mannitol-mobilité

Le test de fermentation du mannitol a montré une réaction positive chez *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Klebsiella pneumoniae*, (**figure n°41**) traduisant leur capacité à fermenter ce sucre. En revanche, *Pseudomonas aeruginosa*, *Moraxella catarrhalis*, *Streptococcus bêta-hémolytique* et *Acinetobacter baumannii* (**figure n°41**) ont présenté une réaction négative, indiquant l'absence de fermentation du mannitol.

Le test de mobilité a révélé que *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli* (**figure n°41**) étaient mobiles, comme en témoigne la diffusion de la croissance dans le milieu. À l'inverse, *Staphylococcus aureus*, *Moraxella catarrhalis*, *Streptococcus bêta-hémolytique*, *Klebsiella pneumoniae* et *Acinetobacter baumannii* (**figure n°41**) ont présenté une croissance localisée au niveau de la piqûre d'ensemencement, indiquant une absence de mobilité.



Figure n°41: Milieu mannitol mobilité des souches (A) *S. aureus* (B) *P. aeruginosa* (C) *Moraxella catarrhalis* (D) *Streptococcus* beta hémolytique (E) *E. coli* (F) *K. pneumoniae* (G) *Acinetobacter baumannii*

IV.2.1.7. Test citrate

Le test d'utilisation du citrate a été positif pour *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* et *Acinetobacter baumannii*, (**figure n°42**) traduisant leur capacité à utiliser le citrate comme seule source de carbone. À l'inverse, *Staphylococcus aureus*, *Moraxella catarrhalis*, *Streptococcus* bêta-hémolytique et *Escherichia coli* ont présenté une réaction négative.



Figure n°42: test citrate des souches des souches (B) *P. aeruginosa* (F) *K. pneumoniae* (G) *Acinetobacter baumannii*

IV.2.2. Extraction des huiles essentielles par vapodistillation

IV.2.2.1. Calcul du rendement

Les rendements moyens en huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et *Eucalyptus globulus* extraites par un vapodistillateur, ont été calculés en fonction de la masse du matériel végétal traité. Les résultats obtenus sont résumés dans le (**tableau n°6**)

Tableau n°6 : Les rendements en huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et *Eucalyptus globulus*

Huile essentielle	<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>
Rendement (%)	1.3	0.81

Les résultats présentés dans le tableau montrent que le rendement en huile essentielle de *Thymus vulgaris* est de 1,3 %, tandis que celui d'*Eucalyptus globulus* est de 0,81 %.

Le rendement obtenu pour *Thymus vulgaris* (1,3 %) est comparable à ceux rapportés pour certaines populations algériennes de la même espèce. En effet, il se situe entre les rendements observés à Blida (1,58 %) (**Bouguerra et al., 2017**) et à Boumerdès (1,1 %) (**Oulebsir-Mohandkaci et al., 2015**). Toutefois, il demeure inférieur aux valeurs enregistrées à Tlemcen (4,2 %) et à Mostaganem (2,2 %) (**Abdelli., 2017**).

À l'échelle internationale, ce rendement est proche de ceux rapportés au Mexique (1,7 %) (Soto-Medivil *et al.*, 2006) et en Iran (1,87 %) (Kazemi *et al.*, 2012). En revanche, il est nettement supérieur au rendement de 0,3 % rapporté en Inde (Syamasundar *et al.*, 2008).

Les variations observées entre les rendements peuvent être attribuées à plusieurs facteurs, notamment les conditions climatiques, la nature du sol, l'origine géographique de la plante, le stade de développement végétatif, les conditions de récolte ainsi que la méthode d'extraction utilisée. Selon Badi *et al.* (2004) et Sefidkon *et al.* (2009), le rendement maximal en huile essentielle est généralement obtenu au début de la floraison, période durant laquelle la biosynthèse des métabolites secondaires est à son niveau le plus élevé.

Le rendement en huile essentielle obtenu pour *Eucalyptus globulus* (0,81 %) est cohérent avec les valeurs rapportées dans la littérature pour cette espèce en Algérie. Des rendements de 0,93 % à Constantine (Atmani-Merabet *et al.*, 2018), 0,65 % à Aïn Defla (Chiba-Djouaher., 2018), 0,51 % à Ouargla (Kebisi., 2011), 0,48 % à Tizi-Ouzou (Taleb-Toudert., 2015), 0,44 % à Skikda (Fares *et al.*, 2024) et 0,20 % à Blida (Boukhatem *et al.*, 2014) ont été rapportés. Ainsi, le rendement obtenu dans notre étude se situe dans l'intervalle des valeurs décrites pour cette espèce en Algérie et apparaît relativement élevé par rapport à plusieurs régions du pays. Ces différences peuvent être expliquées par des facteurs environnementaux, génétiques et agronomiques, mais également par les conditions de séchage, de stockage et d'extraction du matériel végétal. (Atmani-Merabet *et al.*, 2018 ; Boukhatem *et al.*, 2014)

IV.2.3. Activité antibactérienne

IV.2.3.1. Étude de la sensibilité des souches aux agents antimicrobiens standards

➤ *Staphylococcus aureus*

Selon les critères un diamètre de l'oxacilline (OX) < 22mm définit une souche comme *S. aureus* résistante à la méticilline (SARM) et cette résistance est détecté par le diamètre d'inhibition de l'oxacilline (OX) 12 mm, SARM est une résistante à toutes les bétalactamines ce qui explique le diamètre de la pénicilline (P) et résistante à l'amikacine (AK=15mm) est inférieure de 18mm (Dabaj.C .,2021 ; AARN., 2025).

Cette souche est sensible à la rifampicine (RA= 30mm) ce qui est supérieure de 20 mm et à la Ciprofloxacine (CIP=25mm ≥21mm) et une sensibilité intermédiaire à l' Érythromycine (E=20mm) la zone entre 14 – 22mm (AARN .,2025)

Le disque de vancomycine ne permet pas de différencier les souches vancomycine « S » et « I » de *Staphylococcus aureus*, car les diamètres d'inhibition sont similaires (AARN.,2025) et la streptomycine n'a pas de critères standard pour *staphylococcus aureus* le diamètre observé est (20 mm).

➤ *Pseudomonas aeruginosa*

Ces résultats indiquent que c'est une bactérie multi résistante qui à une résistante totale à la Pipéracilline (PRL), la Carbénicilline (CAR) et la Ciprofloxacine (CIP) avec un diamètre de et une sensibilité à l'amikacine (AK=28mm) ce qui est supérieure à 17 mm, et bien que le diamètre de colistine (12mm) est présent seule la CMI permet d'interpréter ce résultat. (AARN.,2025)

➤ *Moraxella catarrhalis*

Une souche résistante à l'amoxicilline + acide clavulanique (AMC=13mm) et à l'érythromycine (E=15 mm) inférieure respectivement de 23 mm et de 21 mm

Elle présente également une résistance totale pour acide nalidixique (NA), Cefixime (CFM) et *M. catarrhalis* est naturellement sensible aux pénicillines (P) et l'amikacine (AK=16mm) et bien que le diamètre de Ciprofloxacine (CIP = 17 mm) est présent seule la CMI permet d'interpréter ce résultat (Delmas .C.,2015 ; AARN .,2025).

➤ *Streptococcus beta hémolytique*

Cette souche est sensible à la vancomycine (VA =20mm) ≥ 17 et l'érythromycine (E=25mm) ≥ 21 et à la streptomycine (S=23mm) < 17 mm et une résistance totale de la pénicilline malgré , elle est connu pour être la plus sensible des streptocoques n'a pas conforté cette théorie dans notre étude puisqu'il résiste à la pénicilline des études ont été faite rapportent un taux de résistances 58% de pénicilline (Bestandji. I et Madaci. H ., 2016 ; AARN., 2025).

Le céfixime est une céphalosporine de 3ème génération orale, cette résistance totale (CFM) est inhabituel pour *Streptococcus beta hémolytique* puisqu'il est généralement sensible (Bestandji. I et Madaci. H ., 2016 ; AARN., 2025).

➤ *Escherichia coli*

La souche est sensible à la Ciprofloxacine (CIP = 32 mm) ≥ 20 , à l'Amikacine (AK = 22 mm) ≥ 20 et à l'Amoxicilline + Acide clavulanique (AMC = 18 mm) ≥ 18 et résistante à l'acide

nalidixique (NA) ≤ 13 mm et à la Carbénicilline (CAR) et à la Piperacilline (PRL=8 mm), la streptomycine n'a pas de critères standard pour *Escherichia coli* le diamètre observé est (17 mm). et bien que le diamètre de colistine (13mm) est présent seule la CMI permet d'interpréter ce résultat. (AARN., 2025)

➤ ***Klebsiella pneumoniae* et *Acinetobacter baumannii***

Ces deux souches présentent un profil de bactérie multirésistante (BMR) avec une résistance pour la quasi-totalité des ATB testés sauf la colistine de diamètre (10mm) pour *Klebsiella pneumoniae* et (13mm) pour *Acinetobacter baumannii* seule la CMI permet d'interpréter ce résultat, cette dernière confirme sa réputation de pathogène hautement résistant en milieu hospitalier (Dabaj.C., 2021 ; AARN., 2025).

Tableau n°7 : résultats antibiogramme des souches diamètre (mm)

ATB	<i>S. aureus</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>M. catarrhalis</i>	<i>S. beta</i> hémolytique	<i>E. coli</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>A. baumannii</i>
CFM	-	-	6 (R)	6 (R)	-	-	-
VA	22 ±0,4 (S/I)	-	-	20±0,2 (S)	-	-	-
E	20 ±0,4 (I)	-	15 ±0,5 (R)	25 ±0,4 (S)	-	-	-
RA	30 ±0,3 (S)	-	-	-	-	-	-
NA	-	-	6 (R)	-	6 (R)	6 (R)	-
CIP	25 ±0,2 (S)	6 (R)	17 ±0,3	-	32 ±0,4 (S)	6 (R)	6 (R)
CT	-	12 ±0,4	-	-	13±0,5	10 ±0,5	13±0,2
AMC	-	-	13 ±0,4 (R)	-	18±0,5 (S)	6 (R)	-
AK	15±0,2 (R)	28±0,5 (S)	16 ±0,3 (S)	-	22 ±0,4 (S)	6 (R)	6 (R)
PRL	-	6 (R)	-	-	8±0,2 (R)	6 (R)	6 (R)
S	20±0,4	-	-	23±0,5 (S)	17 ±0,2	-	6 (R)
CAR	-	6 (R)	-	-	6 (R)	6 (R)	6 (R)
P	6 (R)	-	6 (R)	6 (R)	-	-	-
AML	-	-	-	-	-	-	-
OX	12±0,5 (R)	-	-	-	-	-	-

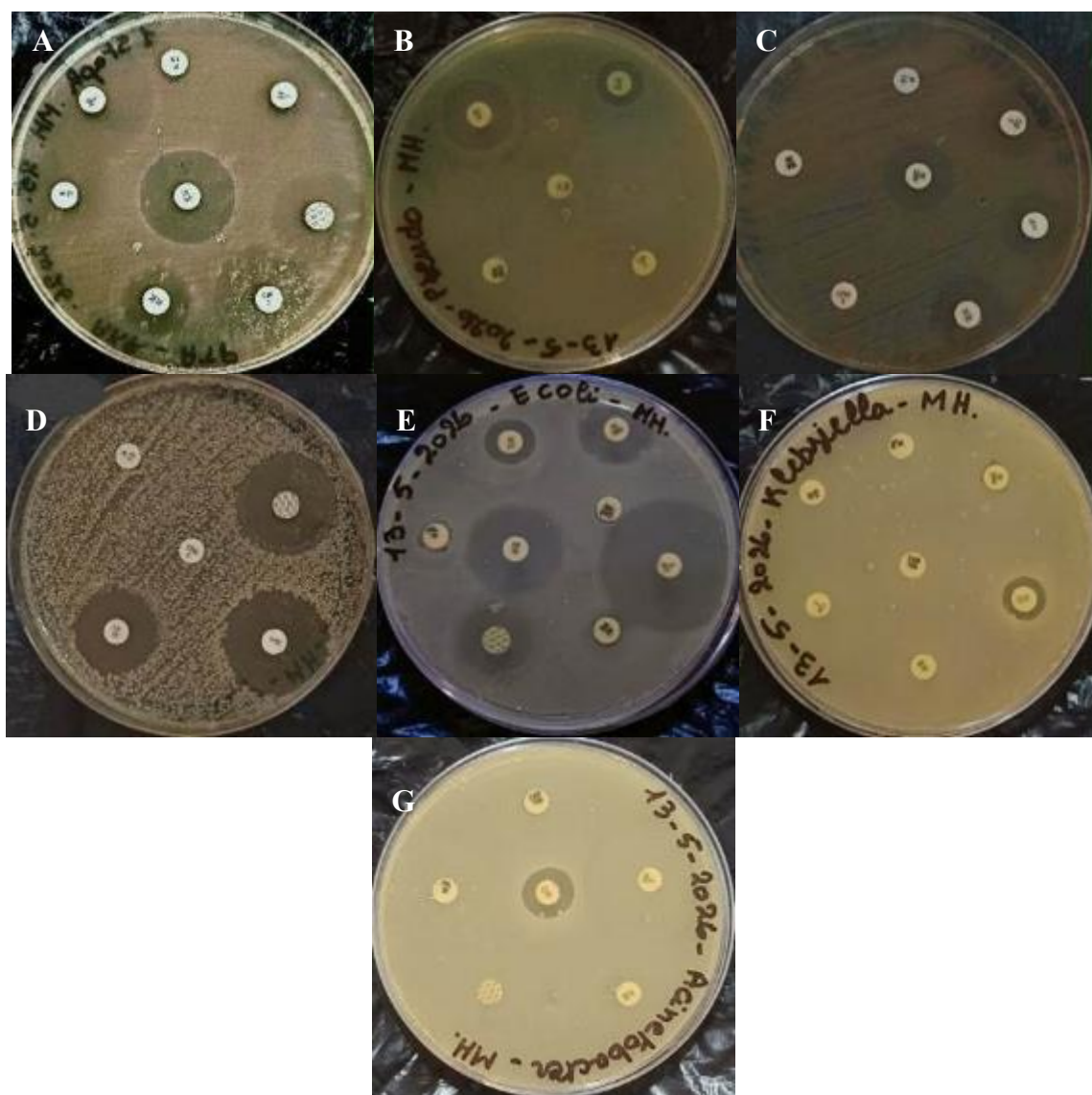


Figure n°43: résultats d'antibiogramme des souches (A) *S. aureus* (B) *P. aeruginosa* (C) *Moraxella catarrhalis* (D) *Streptococcus* beta hémolytique (E) *E. coli* (F) *K. pneumoniae* (G) *Acinetobacter baumannii*

IV.2.3.2. Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles (Méthode de Vincent – diffusion en milieu gélosé)

➤ Activité de *Thymus vulgaris*

Selon **ponce *et al*, (2003)**, la sensibilité des souches est déterminée par le diamètre de la zone d'inhibition, non sensible pour des diamètres inférieurs à 8 mm, sensible pour 9 à 14 mm, très sensible pour 15 à 19 mm et extrêmement sensible pour plus de 20 mm. C'est résultats indique que tous les souches sont extrêmement sensible a *Thymus vulgaris* avec des diamètres allant de 23 mm (*Pseudomonas aeruginosa*) à 45 mm (*Klebsiella pneumoniae*).

Une étude faite par (Binate .G et Dikes. L.,2018) sur HE de *T. vulgaris* et de *T. serpyllum* que les deux huiles possèdent un large spectre d'action bactéricide vis-à-vis des Gram positif et des Gram négatif, ce qui confirme ce résultat.

Cette efficacité pourrait être reliée à la présence des composés majoritaire tels que Carvacrol et Thymol, et leur capacité à endommager la membrane cellulaire des bactéries, lorsqu'ils traversent la paroi bactérienne, ce explique le très large spectre antibactérien (Ben Lahbib.N et al .,2022).

➤ Activité d'*Eucalyptus globulus*

L'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* efficace sur les gram positif *staphylococcus aureus* (33 mm) et *streptococcus* beta hémolytique (18 mm), les résultats de (Gueddah .A et Soualat .K .,2019) mettent en évidence que l'HE d' *Eucalyptus* globulus une activité antibactérienne contre les bactéries à Gram positif à des degrés variables, et chez les gram négatif on observe une non sensibilité chez *Pseudomonas aeruginosa* et *Moraxella catarrhalis* (8 mm) ,le résultat de (Aoussat.H et al., 2023)confirme que *Pseudomonas aeruginosa* est résistante a l'HE d' *Eucalyptus globulus* ,et la sensibilité de *Escherichia coli* et *Acinetobacter baumannii* (12 mm), *Klebsiella pneumoniae* (15 mm), Cette sensibilité réduite peut s'expliquer par la structure complexe de la paroi des bactéries à Gram négatif .

➤ Analyse du mélange (V/V)

Les résultats de mélange varient selon les souches

Pour *Klebsiella pneumoniae* le diamètre de la zone d'inhibition de 45 mm a été égale à celle de *Thymus vulgaris* et pour *streptococcus* beta hémolytique (32 mm) proche à celle de *T.vulgaris* (35 mm) et bien supérieure à celle de l'*Eucalyptus* seul (18 mm).

Pour les autres souches le mélange est moins efficace que l'HE de *T.vulgaris* cela suggère qu'une réduction de la concentration des molécules les plus actives (comme le thymol) par la présence de l'*Eucalyptus*, moins puissant sur ces germes. Cette observation rejoint les conclusions de Bahri et al. (2025), qui ont rapporté que l'activité des mélanges d'huiles essentielles dépend de leur composition chimique et des interactions entre leurs constituants, pouvant entraîner des effets différents selon les microorganismes étudiés.

Tableau n°8 : résultats l'aromatogramme diamètre (mm)

Souches	<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	mélange V/V
<i>Staphylococcus aureus</i>	43±0,2	33±0,4	27±0,4
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	23±0,3	6±0,2	10±0,2
<i>Moraxella catarrhalis</i>	40±0,5	8±0,3	10±0,3
<i>Streptococcus beta</i> hémolytique	35±0,2	18±0,3	32±0,5
<i>Escherichia coli</i>	30±0,4	12±0,4	20±0,4
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	45±0,2	15±0,2	45±0,3
<i>Acinetobacter baumannii</i>	40±0,2	12±0,3	18±0,4

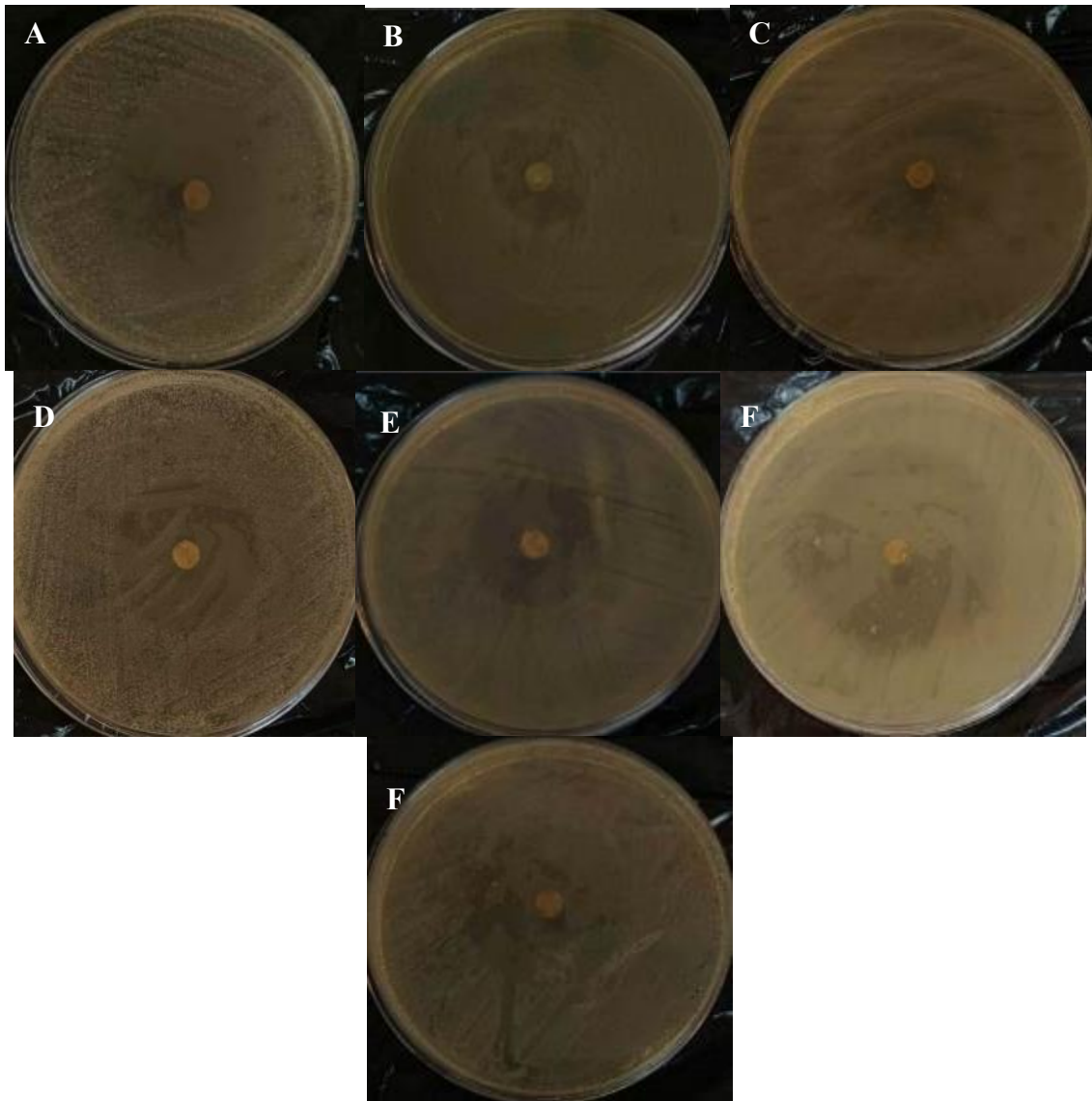


Figure n°44: résultats de l'aromatogramme des souches (A) *S. aureus* (B) *P. aeruginosa* (C) *Moraxella catarrhalis* (D) *Streptococcus* beta hémolytique (E) *E. coli* (F) *K. pneumoniae* (G) *Acinetobacter baumannii* avec l'HE de *Thymus vulgaris*

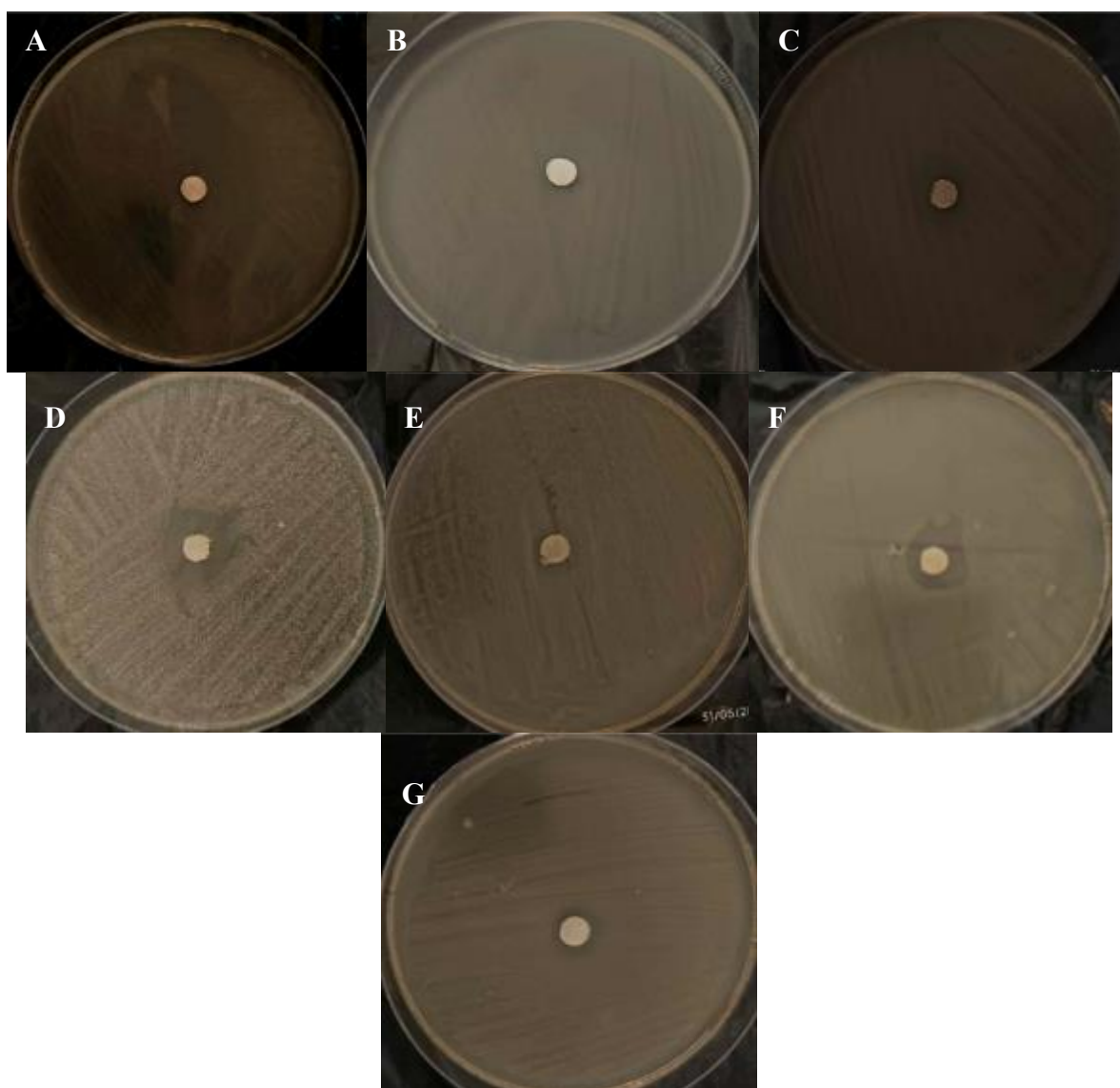


Figure n°45: résultats de l'aromatogramme des souches (A) *S. aureus* (B) *P. aeruginosa* (C) *Moraxella catarrhalis* (D) *Streptococcus* beta hémolytique (E) *E. coli* (F) *K. pneumoniae* (G) *Acinetobacter baumannii* avec l'HE de *Eucalyptus globulus*

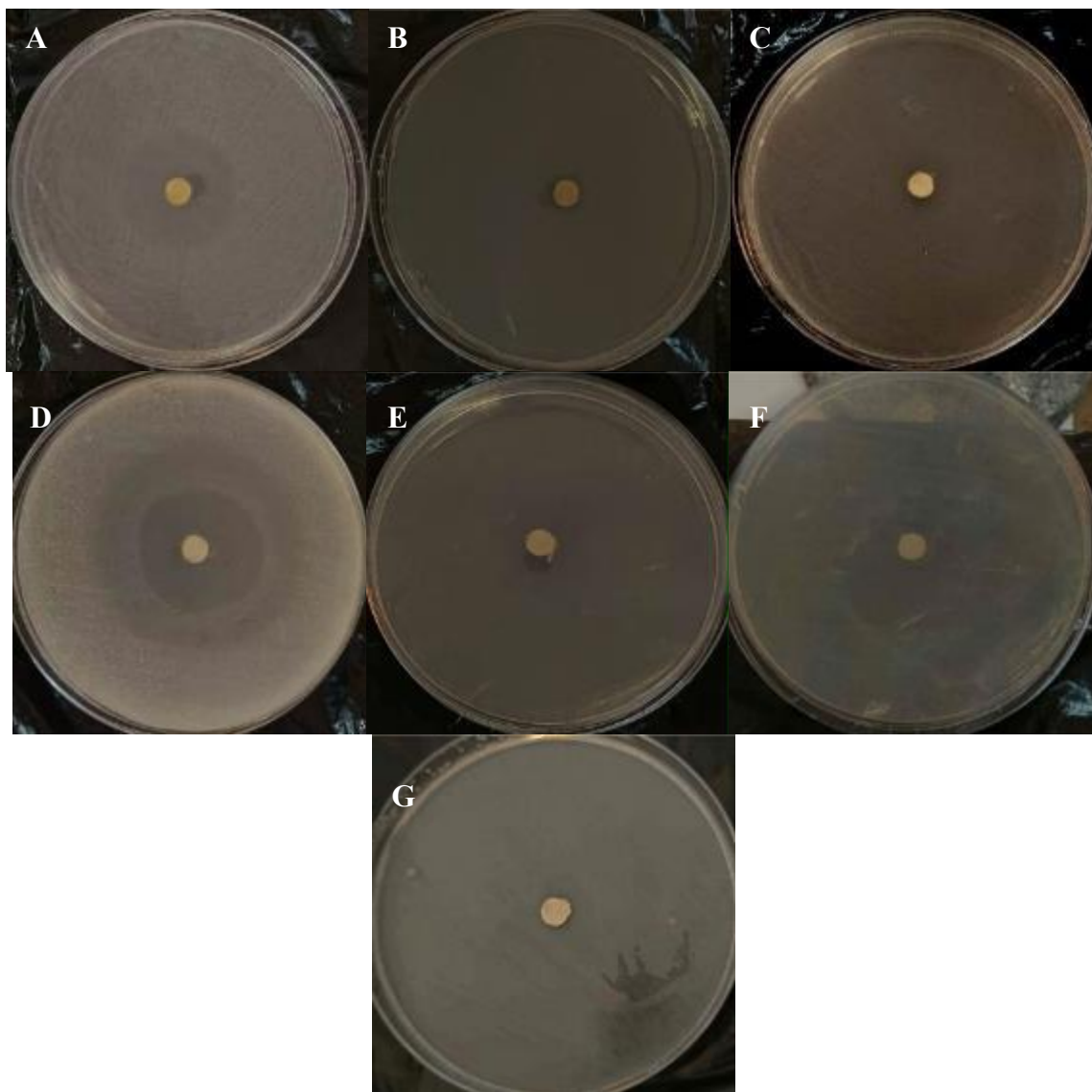


Figure n°46: résultats de l'aromatogramme des souches (A) *S. aureus* (B) *P. aeruginosa* (C) *Moraxella catarrhalis* (D) *Streptococcus* beta hémolytique (E) *E. coli* (F) *K. pneumoniae* (G) *Acinetobacter baumannii* avec l'HE de mélange V/V

IV.2.3.2.1. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) et Bactéricide (CMB)

➤ Huile Essentielle d'*Eucalyptus globulus*

Ces résultats montrent une activité bactéricide pour l'ensemble des souches testées, car tous les rapports CMB/CMI sont inférieurs ou égale à 4 (allant de 2 à 4) (**Tableau n°9**).

Certaines études confirment ce caractère bactéricide pour *Eucalyptus globulus*. Par exemple, une source rapporte des rapports CMB/CMI de 2 pour *E. coli* et *S. aureus*, de 1 pour *K. pneumoniae* et même de 0,5 pour *P. aeruginosa* (**Aoussat. H et al., 2023**).

Les valeurs de CMI (allant de 1,875 à 3,75) indiquent une efficacité notable (**Tableau n°9**). À titre de comparaison, une étude a rapporté des CMI beaucoup plus élevées pour cette huile : 40 mg/ml pour *E. coli*, *P. aeruginosa* et *K. pneumoniae* (**Aoussat. H et al., 2023**).

Tableau n°9: Valeurs de la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) et Bactéricide (CMB) ($\mu\text{L/mL}$) de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* .

Souches	CMI	CMB	CMB/CMI	Activité
<i>Staphylococcus aureus</i>	3.75	15	4	Bactéricide
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1.875	7.5	4	Bactéricide
<i>Moraxella catarrhalis</i>	1.875	7.5	4	Bactéricide
<i>Streptococcus beta</i> hémolytique	3.75	15	4	Bactéricide
<i>Escherichia coli</i>	3.75	7.5	2	Bactéricide
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1.875	7.5	4	Bactéricide
<i>Acinetobacter baumannii</i>	3.75	7.5	2	Bactéricide

➤ Huile Essentielle de *Thymus vulgaris*

Comme pour l'*Eucalyptus*, les résultats montrent que le *Thymus vulgaris* est bactéricide pour toutes les souches (rapports de 4, et 2 pour *M. catarrhalis*) (**Tableau n°10**).

Selon (**Abdelli . W .,2017**) le pouvoir antimicrobien de *Thymus vulgaris* est décrit comme très important et la nature de son action varie, elle est confirmée bactéricide pour *E. coli* (rapport de 1) (**Boudifa .N et Oumrani .F. Z.,2023**)., elle est parfois classée comme bactériostatique pour *P. aeruginosa* (rapport de 8) ou *S. aureus* (rapport supérieur à 4) (**Abdelli . W .,2017 ; Boudifa .N et Oumrani .F. Z.,2023**).

Les CMI pour le *Thymus vulgaris* (3,75 à 7,5) (**Tableau n°10**) sont plus élevées que celles trouvées dans la thèse de (**Boudifa .N et Oumrani .F. Z.,2023**).où elles ont été de 0,781 à 1,562 $\mu\text{L/ml}$ pour *S. aureus* ou *E. coli*.

Tableau n°10: Valeurs de la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) et Bactéricide (CMB) ($\mu\text{L/mL}$) de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris*.

Souches	CMI	CMB	CMB/CMI	Activite
<i>Staphylococcus aureus</i>	3.75	15	4	Bactéricide
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3.75	15	4	Bactéricide
<i>Moraxella catarrhalis</i>	7.5	15	2	Bactéricide
<i>Streptococcus beta hémolytique</i>	3.75	15	4	Bactéricide
<i>Escherichia coli</i>	3.75	15	4	Bactéricide
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	3.75	15	4	Bactéricide
<i>Acinetobacter baumannii</i>	3.75	15	4	Bactéricide

➤ Mélange (V/V)

Le mélange présente l'activité la formulation la plus performante. Elle illustre le principe de synergie, où l'association des composants est plus efficace que les huiles seules. Pour *S. aureus*, *M. catarrhalis* et *E. coli*, le rapport descend à 1, (**Tableau n°11**) signifiant que la dose pour tuer est identique à celle pour inhiber la croissance (**Zaoui. S., 2025**).

Les résultats confirment la sensibilité des bactéries à Gram positif et à Gram négatif aux huiles essentielles, un fait bien établi qui s'explique par la perturbation des membranes cellulaires par les composants de l'huile. L'utilisation du mélange peut être la stratégie la plus efficace pour garantir un effet létal rapide (bactéricide) à des concentrations optimisées. Ces résultats sont en accord avec ceux de **Bahri et al. (2025)**, qui ont montré que les mélanges d'huiles essentielles peuvent présenter une forte activité bactéricide grâce aux effets synergiques et additifs entre leurs différents constituants, dont l'efficacité dépend de la composition chimique du mélange.

Tableau n°11: Valeurs de la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) et Bactéricide (CMB) ($\mu\text{L/mL}$) de mélange (V/V) des huiles essentielles

Souches	CMI	CMB	CMB/CMI	Activité
<i>Staphylococcus aureus</i>	3.75	3.75	1	Bactéricide
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1.875	3.75	2	Bactéricide
<i>Moraxella catarrhalis</i>	3.75	3.75	1	Bactéricide
<i>Streptococcus beta</i> hémolytique	3.75	15	4	Bactéricide
<i>Escherichia coli</i>	3.75	3.75	1	Bactéricide
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1.875	7.5	4	Bactéricide
<i>Acinetobacter baumannii</i>	1.875	3.75	2	Bactéricide

Conclusion

Conclusion

Au terme de ce travail, il apparaît que l'usage irrationnel des antibiotiques en milieu communautaire constitue un facteur important favorisant l'émergence et la diffusion des bactéries multirésistantes. L'enquête réalisée auprès des mères a mis en évidence plusieurs pratiques préoccupantes, notamment l'automédication, l'arrêt prématuré des traitements, la conservation des antibiotiques non utilisés, leur réutilisation ultérieure ainsi que certaines idées erronées concernant leur emploi. Ces comportements augmentent la pression de sélection exercée sur les bactéries et favorisent l'installation de mécanismes de résistance. Ces observations ont été confortées par les résultats de la partie expérimentale. Les antibiogrammes ont révélé la présence de plusieurs souches présentant une multirésistance à différentes familles d'antibiotiques, illustrant concrètement les conséquences microbiologiques d'un usage inapproprié de ces médicaments. Ainsi, les données du laboratoire viennent appuyer les résultats du questionnaire et renforcent l'hypothèse d'une relation étroite entre les pratiques communautaires et la prévalence des bactéries multirésistantes. Par ailleurs, l'évaluation des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et d'*Eucalyptus globulus*, seules ou en association, a montré une activité antibactérienne variable selon les souches étudiées, le mélange présentant les effets les plus marqués. Ces résultats suggèrent que les huiles essentielles pourraient constituer des pistes complémentaires de recherche dans la lutte contre l'antibiorésistance, sans pour autant remplacer les antibiotiques conventionnels. En conclusion, cette étude souligne la nécessité de renforcer les actions de sensibilisation auprès des parents, de promouvoir le bon usage des antibiotiques et d'encourager la prescription raisonnée fondée sur les recommandations médicales. L'association des résultats du questionnaire et des analyses de laboratoire apporte une vision globale du problème et met en évidence que la lutte contre l'antibiorésistance doit reposer à la fois sur l'amélioration des comportements de la population et sur une surveillance microbiologique continue.

Référence bibliographique

Référence bibliographique

Abdelli, W. 2017. Caractérisation chimique et étude de quelques activités biologiques des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* et de *Thymus vulgaris*. (Thèse de doctorat), Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem,algerie,214P.

Abdoulaye, O., Yacouba, A., Boureima, H., Abdoulaye, I., Maiga, A., Harouna Amadou, M. L., Hama Aghali, N., Biraima, A., Guiet Mati, F., Sidi Maman Bacha, B., Maman Sani Falissou, S., & Mamadou, S. 2023. Résistance des bactéries aux antibiotiques : états des lieux au Niger en 2022. *Revue Malienne d'Infectiologie et de Microbiologie*, 18(2), 70–81.

Abu Al-Halawa, D., Abu Seir, R., & Qasrawi, R. 2023. Knowledge, attitudes, and practices of pharmacists regarding antibiotic resistance: A cross-sectional study in the West Bank, *Palestine. Journal of Environmental and Public Health*, 2294048. <https://doi.org/10.1155/2023/2294048>

Alekshun M.N., Levy S.B. Molecular mechanisms of antibacterial multidrug resistance. *Cell*, 2007, 128, 1037-1050.

Al-Faham.Z., Habboub.Get Takriti.F., « La vente d'antibiotiques sans ordonnance dans les pharmacies de Damas, en Syrie », *Le Journal des infections dans les pays en développement*, vol. 5, no. 05, pp. 396–399, 2011.

Alghadeer S, Aljuaydi K, Babelghaith S, Alhammad A, Alarifi MN. Automédication aux antibiotiques en Arabie saoudite. *Saudi Pharm J*. 2018;26(5):719– 24.<https://doi.org/10.1016/j.jsps.2018.02.018>.

Ammari.m ,2023-evolution de la resistance bacterienne aux antibiotiques et strategie de prevention ,(these de doctorat), universite mohammed v de rabat,maroc,223p

Aoussat, H., Gouffi, R., Sebbagh, C. et Tandjir, L. 2023. Étude comparative de l'activité antibactérienne des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et de Citrus limon avec l'action de quelques antibiotiques. (Mémoire de Master en Microbiologie Appliquée), Université 20 Août 1955 de Skikda, Algérie,88P.

Aoutil, N., Cherkaoui, M., & Bouskraoui, M. 2025. Prévalence et facteurs associés à l'usage irrationnel d'antibiotiques chez les femmes enceintes dans la ville de Marrakech, au Maroc : une étude transversale. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 25, 990. <https://doi.org/10.1186/s12884-025-08089-8>

Apoita Sanz, M., González Navarro, B., Jané-Salas, E., Marí Roig, A., Estrugo Devesa, A., López-López, J., Apoita Sanz, M., González Navarro, B., Jané-Salas, E., Marí Roig, A., Estrugo Devesa, A., & López-López, J. (2020). Sífilis: Manifestaciones orales, revisión sistemática. *Avances en Odontoestomatología*, 36(3), 159-173

Aribi, Y., & Ghedbane, N. 2021. Les bactéries multirésistantes en milieu hospitalier (en service de néonatalogie) (Mémoire de master), Université des Frères Mentouri Constantine 1,algerie,95P.

Association Algérienne du Réseau de Surveillance de la Résistance aux Antibiotiques (AARN). 2025. Recommandations nationales pour la réalisation des tests de sensibilité aux antibiotiques (9e éd.). Institut Pasteur d'Algérie. <http://www.pasteur.dz/aarn>

Atmani-Merabet, G. ;Belkhiri, A. ; Dems, A.M.; Khalfaoui, Z.; Lalaouna, A.; Mosbah, B.(2018). Chemical composition, toxicity, and acaricidal activity of *Eucalyptus globulus* essential oil from Algeria. *Current issues in pharmacy and medical sciences*, 31(2), 89-93

Badi N.H., Yazdani D., Mohammad Ali S., Nazari F, 2004, Effects of spacing and harvesting time on herbage yield and quality/quantity of oil in thyme, *Thymus vulgaris*. *Ind. Crops. Prod.*, 19, 231-236p

Bahri, F., Szumny, A., Figiel, A., Bahri, Y., Włoch, A., Bażanów, B., Chwirot, A., Gębarowski, T., Bugno, P., Bahri, E. M., & Benabdeloued, R. N. (2025). *Chemical composition, biological activity, and in vivo toxicity of essential oils extracted from mixtures of plants and spices*. **Molecules**, 30(23), 4579. <https://doi.org/10.3390/molecules30234579>

Bahri, Y. 2023. Étude phytochimique et effet antimicrobien de l'extrait hydro-alcoolique de Calamintha nepeta de l'Ouest Algérie (Mémoire de Master 2). Université de Mostaganem, Algérie,68P.

Bartlett, JG (2002).Pratique clinique. Diarrhée associée aux antibiotiques. *N Engl J Med*346,334–339.

Basualdo Juan A.; Coto, Celia; de Torres Ramón A.(1996). Microbiología Biomédica.

Becerra, M., & Néstor, Y. (2020). Microorganismos multirresistentes a antibióticos: Mecanismos y alternativas al tratamiento convencional. <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/19430>

Ben Lahbib, N., Maidi, S., & Ouinten, M. 2022. Étude des activités antibactérienne et antioxydante des huiles essentielles et des composés phénoliques de *Thymus vulgaris* et *Thymus algeriensis* (Mémoire de master en Biochimie appliquée). Université Amar Thelidji de Laghouat, Algérie, 79P.

Bestandji, Iness, & Madaci, Hadjer. 2016. Diagnostic des infections à *Streptococcus* sp. (Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Génétique Moléculaire), Université des Frères Mentouri Constantine 1, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Constantine, Algérie, 89P.

Binate, G., & Dikes, L. 2018. Étude de l'effet antibactérien et prébiotique des extraits de *Thymus vulgaris* et de *Thymus serpyllum*. (Mémoire de Master), Université Djillali Bounaama de Khemis Miliana, Algérie, 107P.

Björnsson ES (2017) Hépatotoxicité médicamenteuse induite par les antibiotiques. Scand J Gastroenterol 52(6–7):617–623

Bogaert, D., & van Belkum, A. 2018. Antibiotic treatment and stewardship in the era of microbiota-oriented diagnostics. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 37, 795–798. <https://doi.org/10.1007/s10096-018-3198-6>

Bojalil R, Calva JJ. Antibiotic misuse in diarrhea. A household survey in a Mexican community. J Clin Epidemiol 1994;47(2):147–56.

Boudifa, N., & Oumrani, F. Z. 2023. Évaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et *Thymus fontanesii* (Mémoire de master), Université Ibn Khaldoun de Tiaret, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie ,algerie ,62P.

Bouguerra N., Djebbar F.T., Soltani N, 2017, Algerian *Thymus vulgaris* essential oil: Chemical composition and larvicidal activity against the mosquito *Culex pipiens*. International Journal of Mosquito Research, 4(1), 37-42p

Boukhatem, M.N ., Ferhat, M.A ., Kameli, A .,Kerkedi, W ., Sadok Bouziane , M ., Saidi, F (2014) .Quality assessment of the essential oil from *Eucalyptus globulus* Labill of Blida(Algeria) origin. Int Lett of Chem, Phys and Astron (enligne) , 17(3) : 303-15, 315 P . disponible sur :file:///C:/Users/samir/Downloads/Quality_assessment_of_the_essential.pdf

Bouzidi, I., & Elhouiti, D. K. 2023. Évaluation de l'activité antibactérienne de combinaison d'huiles essentielles : essais sur le clou de girofle et le thym (Mémoire de Master), Université Amar Telidji Laghouat, Département de Biologie,algerie,61P.

Cambaco O, Alonso Menendez Y, Kinsman J, Sigaúque B, Wertheim H, Do N, Gyapong M, John-Langba J, Sevene E, Munguambe K. Community knowledge and practices regarding antibiotic use in rural Mozambique: where is the starting point for prevention of antibiotic resistance? BMC Public Health. 2020;20(1):1–15.

Cassir N, di marco J, poudjol A et al. Prescriptions inappropriées d'antibiotiques chez l'enfant en médecine de ville : raisons et conséquences. Arch Pediatr. 2012 Juin; 19, 6: 579-84.

Cherafa, I., & Ziadi Chibane, M.(2017). Isolement des bactéries en milieu hospitalier et l'étude de la résistance aux antibiotiques (Mémoire de master), Université 08 Mai 1945 Guelma, Algérie,90P.

Chiba, S.;Djouaher, F.(2018).Activité antibactérienne, anti oxydante et anti-insectes des huiles essentielles d'*Eucalyptus*, laurier de la région d'Ain Defla. Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana

CLSI. (2012). Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests: Approved standard - Eleventh edition.

Codex alimentarius commission. Draft guidelines for risk analysis of foodborne antimicrobial resistance. In : Report of the fourth session of the Codex ad hoc Intergovernmental Task Force on Antimicrobial Resistance, Muju, Republic of Korea, 18–22 October 2010, 2011, 25-49.

Commission européenne.Eurobaromètre spécial 445 : Résistance aux antimicrobiens Commission européenne : Bruxelles, Belgique, 2016

Commission nationale de la santé et de la planification familiale de la République populaire de Chine. Notification relative à la mise en œuvre des lignes directrices pour l'utilisation clinique des agents antimicrobiens (version 2015). Disponible sur :<http://www.hnpa.org.cn/attach/3/1708192350330649209.pdf>

Costelloe, C., Metcalfe, C., Lovering, A., Mant, D., & Hay, A. D. 2010. *Effect of antibiotic prescribing in primary care on antimicrobial resistance in individual patients: Systematic review and meta-analysis*. BMJ, 340, c2096. <https://doi.org/10.1136/bmj.c2096>

Dabaj, C. 2021. *Place de la tigécycline dans le traitement des infections à bactéries multirésistantes* (Thèse de doctorat en médecine). Université Cadi Ayyad, Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marrakech,136P.

Delarras C, (2014). *Pratiques en microbiologie de laboratoire*. Lavoisier, France.

Delmas, C. 2015. *Moraxella catarrhalis (Fiche technique de bactériologie n°152)*. Centre Toulousain pour le Contrôle de Qualité en Biologie Clinique (CTCB), Toulouse, France.

Diop, M., et al. 2025. *Prévalence des bactéries multirésistantes dans les établissements de santé et les communautés en Afrique de l'Ouest : revue systématique et méta-analyse*. *BMC Infectious Diseases*, 25, 292. <https://doi.org/10.1186/s12879-025-10562-w>

Djim-Adjim-Ngana, K., Oumar, L. A., Mbiakop, B. W., Munshili Njifon, H. L., Crucitti, T., Nchiwan, E. N., Yanou, N. N., & Deweerdt, L. 2020. *Prévalence des infections urinaires à entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre étendu et facteurs de risque associés chez les jeunes enfants de Garoua, au nord du Cameroun*. *Pan African Medical Journal*, 36(157), 1–10. <https://doi.org/10.11604/pamj.2020.36.157.21347>

Dr Hedi Mammeri, MODE D'ACTION DES ANTIBIOTIQUES, MCU-PH, Service de Bactériologie, CHU Amiens http://www.bichatlarib.com/du.pieces.jointes/7_resistance_ATB.pdf (consulté le 17 avril 2026)

Drlica K., Zhao X. Mutant selection window hypothesis updated. *Clin. Infect. Dis.*, 2007, 44, 681-688.

Duffy E, Ritchie S, Metcalfe S, Van Bakel B, Thomas M. Antibacterials dispensed in the community comprise 85%-95% of total human antibacterial consumption. *J Clin Pharm Ther.* 2018;43(1):59–64.

Fainzang, S. 2010. *L'automédication : une pratique qui peut en cacher une autre*. *Anthropologie et Sociétés*, 34(1), 115–133. <https://doi.org/10.7202/044199ar>

Fares, N. E.-H., Chenikher, N. E., Boucorra, N. E. H., & Zahi, I. (2024). *Sensibilité bactérienne à l'extrait bio-actif d'Eucalyptus globulus*. (Mémoire de Master en Microbiologie appliquée), Université 20 Août 1955 de Skikda, Algérie, 77P.

Fernandes, G. F. D. S., Salgado, H. R. N., & Santos, J. L. D. (2017). Isoniazid: A Review of Characteristics, Properties and Analytical Methods. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 47(4), 298-308. <https://doi.org/10.1080/10408347.2017.1281098>

Fernández-Riverón F, López Hernández J, Ponce-Martínez LM, Machado- Betarte C. Resistencia bacteriana. *Rev Cubana Med Milit.* 2003;32(1):44-48.

Fernández-Ruiz DR, Quirós-Enrique M, Cuevas-Pérez OL(2021). *Les antibiotiques et leur impact sur la société. Medisur.*;19(3). Disponible sur: <http://www.medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/4898>

Fraser A, Paul M, Almanasreh N, Tacconelli E, Frank U, Cauda R, Borok S, Cohen M, Andreassen S, Nielsen AD. Benefit of appropriate empirical anti biotic treatment: thirty-day mortality and duration of hospital stay. *Am J Med.* 2006;119(11):970–6.

Frieri, M., Kumar, K., & Boutin, A. (2017). *Antibiotic resistance. Journal of Infection and Public Health*, 10(4), 369–378. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2016.08.007>

Gérard,L., Vincent,C.(2014).les bactéries à Gram positives multi résistantes.198, no 3, 427-438.

González-Villoria, A. M., García Quiroz, A. D., Osorio Guzmán, E. U., Suarez-Herrera, J. C., & Abeldaño Zuñiga, R. A. (2024). *Knowledge, attitudes, and practices of parents in the use of antibiotics: A case study in a Mexican indigenous community. Healthcare*, 12(3), 294. <https://doi.org/10.3390/healthcare12030294>

Grossman, T. H. (2016). Tetracycline Antibiotics and Resistance. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 6(4), a025387. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a025387>

Guardabassi L., Courvalin P. Modes of antimicrobial action and mechanisms of bacterial resistance. In : Aarestrup F.M. (Ed.), *Antimicrobial resistance in bacteria of animal origin.* ASM Press : Washington, 2006, 1-18.

Gueddah, A., & Soualat, K. (2019). *Activité antioxydante et antibactérienne d'Eucalyptus globulus.* (Mémoire de master en Biochimie appliquée), Université Mohamed Boudiaf de M'Sila, Algérie,59P.

hersh A, Jackson m, hicks L. American Academy of Pediatrics Committee on Infectious Diseases. Principles of judicious antibiotic prescribing for upper respiratory tract infections in pediatrics. Pediatrics. 2013 Novembre; 132, 6: 1146-54.

Hocini, M. A., & Dahdah, K. (2012). Infection urinaire chez l'enfant hospitalisé. (Mémoire d'ingénieur d'État en génie biologique), Université Abderrahmane Mira de Béjaïa, Béjaïa, Algérie, 92P.

Hopital propre II.(1997).Rapport d'étude: stratégies pour la prévention des bactéries multirésistantes. Paris.

Hossain, M. J., Jabin, N., Ahmmed, F., Sultana, A., Rahman, S. A., & Islam, M. R. (2023). *Utilisation irrationnelle des antibiotiques et facteurs associés à la résistance aux antibiotiques : résultats d'une étude transversale au Bangladesh. Health Science Reports, 6*, e1465. <https://doi.org/10.1002/hsr2.1465>

Hounsa, A., Kouadio, L., & De Mol, P. (2010). *Automédication par les antibiotiques provenant des pharmacies privées de la ville d'Abidjan en Côte d'Ivoire. Médecine et Maladies Infectieuses, 40*(6), 333–340. <https://doi.org/10.1016/j.medmal.2009.10.002>

Huang C, Feng S, Huo F, Liu H. Effets de quatre antibiotiques sur la diversité du microbiote intestinal. Microbiology spectrum. 2022;10(2):e01904-21.

Hutchings, M. I., Truman, A. W., & Wilkinson, B. (2019). Antibiotics: Past, present and future. *Current Opinion in Microbiology, 51*, 72-80. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2019.10.008>

Janssen J, Afari-Asiedu S, Monnier A, Abdulai MA, Tawiah T, Wertheim H, Baltussen R, Asante KP. Exploring the economic impact of inappropriate antibiotic use: the case of upper respiratory tract infections in Ghana. Antimicrob Resist Infect Control. 2022;11(1):53.

Joffin JN and Leyral G, (2014). Microbiologie technique : Dictionnaire des techniques. Scérén, France.

Kazemi M., Mousavi E., Bandrez N, 2012, Chemical compositions and antibacterial activity of the essential oils of *Thymus vulgaris* and *Tanacetum parthenium*. Research Journal of Soil Biology, 4(2), 21-31p

Kebsi A , 2011. Etude des propriétés physicochimique et évaluation l'activité biologique des huiles essentielles *d'eucalyptus globulus* dans la région de ourgla. Mémoire de master en génie des procédés . ourgla :université kasdi marbah ; 44p .

Leclercq B. (Villejuif, 21/11/1996). Mesures d'isolement géographique et technique chez les malades porteurs de bactéries multirésistantes aux antibiotiques en réanimation. XVIe Conférence de consensus en réanimation et médecine d'urgence. . Prévention des infections à bactéries multirésistantes.

Les modes d'action des antibiotiques © Inserm/Koulikoff, Frédérique
<https://www.inserm.fr/dossier/resistance-antibiotiques/> (consulté le 17 avril 2026)

Lessard IA, Walsh CT. VanX. (1999 Sep 28). A bacterial D-alanyl-D-alanine dipeptidase: resistance, immunity, or survival function. . Proc Natl Acad Sci U S A, 96(20):11 028-32.

Levy, J. (2000).Les effets de l'utilisation d'antibiotiques sur la fonction gastro- intestinale.Am J Gastroenterol95,S8–S10 et Sommer, MO, Dantas, G. et Church, GM (2009).Caractérisation fonctionnelle du réservoir de résistance aux antibiotiques dans la microflore humaine.Science325,1128–1131.

Machowska, A., et Stalsby Lundborg, C. (2019). *Facteurs à l'origine de l'utilisation irrationnelle des antibiotiques en Europe. International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(1), 27. <https://doi.org/10.3390/ijerph16010027>

Magiorakos, A.-P., Srinivasan, A., Carey, R. B., Carmeli, Y., Falagas, M. E., Giske, C. G., Harbarth, S., Hindler, J. F., Kahlmeter, G., Olsson-Liljequist, B., Paterson, D. L., Rice, L. B., Stelling, J., Struelens, M. J., Vatopoulos, A., Weber, J. T., & Monnet, D. L. (2012).Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: An international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clinical Microbiology and Infection*, 18(3), 268–281. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2011.03570.x>

Mangin, L. (2016). Antibiotiques et résistances : enquête sur les connaissances et les comportements du grand public (Thèse d'exercice pour l'obtention du diplôme d'État de docteur en pharmacie). Université de Lorraine, Faculté de Pharmacie, Nancy, France,124.

Martinez M., Silley P. Antimicrobial drug resistance. Handb. Exp. Pharmacol., 2010, 199, 227-264.

Mboya, E. A., Sanga, L. A., & Ngocho, J. S. (2018). *Utilisation irrationnelle des antibiotiques dans la municipalité de Moshi, au nord de la Tanzanie : une étude transversale. Pan African Medical Journal*, 31, 165. <https://doi.org/10.11604/pamj.2018.31.165.15991>

McFarland, LV (1998).Épidémiologie, facteurs de risque et traitements de la diarrhée associée aux antibiotiques.Dig Dis16,292–307.

Md Reza RS, Hassali MA, Alrasheedy AA, Saleem F, Md Yusof FA, Godman B. Connaissances, perceptions et comportements des médecins en matière de prescription d'antibiotiques : une revue systématique de la littérature. Expert Rev Anti-Infect Ther. 2015;13(5):665–80.<https://doi.org/10.1586/14787210.2015.1025057>.

Medjati, I., & Matrak, N. (2020). Étude de la résistance des bactéries isolées a partir des plaies chroniques du pied diabétique (Mémoire de master), Université Aboubekr Belkaid de Tlemcen ,69.

Mellahi, M., & Lakaf, M. (2022). Étude descriptive et épidémiologique des infections nosocomiales hospitalières : l'unité de maternité de l'établissement hospitalier spécialisé des maladies obstétriques et de gynécologie de Tissemsilt – Botomi Kheira (Mémoire de master), Université de Tissemsilt,96.

microbiologie-

clinique :https://microbiologieclinique.com/ColorationGram.html#google_vignette
(consulté le 25 may 2026)

Morgan, DJ; Okeke, IN; Laxminarayan, R.; Perencevich, EN; Weisenberg, S. Utilisation d'antimicrobiens sans ordonnance dans le monde : une revue systématique.Lancet Infect. Dis.2011,11, 692–701. [CrossRef]

Moussa, S. S., et al. (2024). *Prévalence et facteurs associés à la multirésistance des bactéries à l'Hôpital National de Niamey, Niger. Revue Malienne d'Infectiologie et de Microbiologie*, 19(4), 45–53.

Murray, A.K (2020). “The Novel Coronavirus COVID-19 Outbreak: Global Implications for Antimicrobial Resistance”, *Frontiers in Microbiology*. 11, 1020.

Muylaert, A., & Mainil, J. G. (2012). *Résistances bactériennes aux antibiotiques : les mécanismes et leur « contagiosité »*. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 156, 109-123.

Ndaki, P. M., et al. (2025). *Facteurs à l'origine de l'usage inapproprié d'antibiotiques au sein des communautés des pays à revenu faible et intermédiaire : une revue systématique d'études qualitatives*. *BMC Public Health*, 25, 705. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-21553-6>

Nikaido H. Multidrug resistance in bacteria. *Annu. Rev. Biochem.*, 2009, 78, 119-146.

O'Neill J. Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations. 2016.

Okeke IN, Lamikanra A, Edelman R. Socioeconomic and behavioral factors leading to acquired bacterial resistance to antibiotics in developing countries. *Emerg Infect Dis* 1999;5(1):18–27.

OMS, « Résistance aux antimicrobiens », Bulletin de l'Organisation mondiale de la santé, vol. 61, pp. 383–394, 2014

Organisation mondiale de la santé. La situation mondiale des médicaments Organisation mondiale de la santé : Genève, Suisse, 2011.

Ouguirti, N., Bahri, F., Bouyahyaoui, A., & Wanner, J. (2021). Chemical characterization and bioactivities assessment of *Artemisia herba-alba* essential oil from SouthWestern Algeria. *Natural Volatiles and Essential Oils*, 8(2), 27–36. <https://doi.org/10.37929/nveo.844309>

Oulebsir-Mohandkaci H., Ait Kaki S, 2015, Essential oil of two Algerian aromatic plants *Thymus vulgaris* and *Eucalyptus globulus* as bio-insecticides against aphid *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Wulfenia Journal*, 22(2), 185-197p

Owusu-Ofori, A. K., Darko, E., Danquah, C. A., Agyarko-Poku, T., & Buabeng, K. O. (2021). *Automédication et résistance aux antimicrobiens : enquête auprès d'étudiants inscrits à des programmes de soins de santé dans un établissement d'enseignement supérieur au Ghana*. *Frontiers in Public Health*, 9, 706290. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.706290>

Pankey, G. A., & Sabath, L. D. (2004). Clinical relevance of bacteriostatic versus bactericidal activity in the treatment of gram-positive bacterial infections [2]. *Clinical Infectious Diseases*, 39(5), 755–756. <https://doi.org/10.1086/422881>

Parulekar MS, Rogers CK. Polypharmacie et mobilité. Dans : Réadaptation gériatrique. Elsevier ; 2018. p. 121 9.

Pattnaik, M., Nayak, A. K., Karna, S., Sahoo, S. K., Palo, S. K., Kanungo, S., Kshatri, J. S., Parai, D., Walia, K., Singh, T., Choudhary, H. R., Pati, S., & Bhattacharya, D. (2023). *Perception et facteurs déterminants de l'usage (abusif) des antimicrobiens : une étude sur les connaissances, les attitudes et les pratiques dans les communautés rurales d'Odisha, en Inde*. *Frontiers in Public Health*, 10, 1074154. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1074154>

Planta MB. The role of poverty in antimicrobial resistance. *The Journal of the American Board of Family Medicine*. 2007;20(6):533–9.

Ponce AG., Fritz R., Del Valle Ce et Roura SL., (2003), Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss Chard. *Lebensmittel Wissenschaft und-technologie*, 36: 679-684.

Qui (2019).Rapport de l'OMS sur la surveillance de la consommation d'antibiotiques : 2016-2018 Mise en œuvre précoce.Disponible sur : <https://www.who.int/publications/i/item/who-report-on-surveillance-of-antibiotic-consumption>

Radyowijati A, Haak H.Improving antibiotic use in low-income countries: an overview of evidence and determinants.*SocSciMed* 2003;57(4):733–44.

Ravelomanana, L., Tiam Njimafo, A., Rakotojoelimaria, E., & Ravelomanana Razafiarivao, N. (2020). *Utilisation communautaire irrationnelle des antibiotiques avant l'admission à l'hôpital pédiatrique Ambohimandra Antananarivo*. *Journal d'Afrique Médicale (Jam)*, 28(2), 46–50.

Reza, N., Dubey, V., Sharland, M., & Hope, W. (2025). *Antimicrobial use and resistance*. *BMJ*, 391, e082681. <https://doi.org/10.1136/bmj-2024-082681>

Rezgoune, E., & Boutras, F. (2020). Les infections urinaires (Mémoire de master), Université des Frères Mentouri Constantine 1,116.

Rodriguez-Noriega E, Morfin-Otero R, Esparza-Ahumada S. The use of quinolones in developing countries. *Drugs* 1993;45(Suppl. 3):42–5.

S. Dhingra, NAA Rahman, E. Peile et al., « Mouvements de résistance microbienne : un aperçu des menaces pour la santé publique mondiale posées par la résistance aux antimicrobiens et des meilleures façons de les contrer », *Frontières de la santé publique*, vol. 8, pp. 535668– 535722, 2020.

SA Belachew, L. Hall et LA Selvey, « La distribution sans ordonnance d'antibiotiques dans les points de vente de médicaments communautaires des pays d'Afrique subsaharienne : une revue systématique et une méta-analyse », *Résistance aux antimicrobiens et contrôle des infections*, vol. 10, pp. 13–15, 2021.

Sefidkon F., Nikkhah F., Ashoorabadi E.S, 2009, The effect of distillation methods and plant growth stages on the essential oil content and composition of *Thymus vulgaris* L.. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 25(3), 309-320p

Sharma, K., Guleria, S., Razdan, V. K., & Babu, V. (2020). Synergistic antioxidant and antimicrobial activities of essential oils of some selected medicinal plants in combination and with synthetic compounds. *Industrial Crops and Products*, 154(5). <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112569>

Soto-Medívil E.A., Moreno-Rodríguez J.F., Estarrón-Espinosa M., García-Fajardo J.A., Obledo-Vázquez E.N, 2006, Chemical composition and fungicidal activity of the essential oil of *Thymus vulgaris* against *Alternaria citri*. *e-Gnosis* [online], 4(16), 1-7p

Suárez, C., & Gudiol, F. (2009). Antibióticos betalactámicos. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 27(2), 116-129 . <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2008.12.001>.

Sullivan, A., Edlund, C. et Nord, CE (2001). Effet des agents antimicrobiens sur l'équilibre écologique de la microflore humaine. *Lancet Infect Dis*, 1, 101–114.

Sweileh, W. M. (2021). *Global research publications on irrational use of antimicrobials: Call for more research to contain antimicrobial resistance. Globalization and Health*, 17, 94. <https://doi.org/10.1186/s12992-021-00754-9>

Syamasundar K.V., Srinivasulu B., Stephen A., Ramesh S., Rao R.R, 2008, Chemical composition of volatile oil of *Thymus vulgaris* L. from Western Ghats of India. *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 17(3), 255-258p

Taleb-Toudert, K. (2015). Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Thèse de Doctorat, Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, Algérie

Tang Y and Stratton CW, (2018). *Advanced Techniques in Diagnostic Microbiology: Volume 1: Techniques*. 3^e édition. Springer.

Tangcharoensathien, V., Chanvatik, S., Kosiyaporn, H., Kirivan, S., Kaewkhankhaeng, W., Thunyahan, A., & Lekagul, A. (2021). *Connaissance et sensibilisation de la population à l'utilisation des antibiotiques et à la résistance aux antimicrobiens : résultats de l'enquête nationale auprès des ménages de 2019 et évolution par rapport à 2017. BMC Public Health, 21*, 2188. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-12237-y>

Teixeira RA, Roque F, Falcão A, Figueiras A, Herdeiro MT. Comprendre le comportement des médecins en matière de prescription d'antibiotiques : une revue systématique des études qualitatives. *Agents antimicrobiens Int J.* 2013;41(3):203-12.<https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2012.09.003>.

Tian, J. (2025). Évaluation de l'efficacité des interventions communautaires pour l'utilisation rationnelle des antibiotiques. *Actes du symposium ICBioMed 2025 : IA pour la santé : analyse avancée des données médicales et réadaptation intelligente* ,49-55. <https://doi.org/10.54254/2753-8818/2025.AU27375>

Torres NF, Chibi B, Kuupiel D, Solomon VP, Mashamba-Thompson TP, Midleton LE: The use of non-prescribed antibiotics; prevalence estimates in low-and-middle-income countries. A systematic review and meta-analysis. *Archives of Public Health.* 2021;79(1):1–15.

Touré, V., Oussou, K. R., Traoré, Y., & Akani, B. C. (2023). Automédication par les antibiotiques dans la région du Gbêkê, Côte d'Ivoire, 2020. *Mali Santé Publique, 13*(2), 12–17. <https://doi.org/10.53318/msp.v13i2.2958>

Vazquez-Lago, JM; Lopez-Vazquez, P.; Lopez-Duran, A.; Taracido-Trunk, M.; Figueiras, A. Attitudes des médecins de soins primaires à l'égard de la prescription d'antibiotiques et de la résistance aux antimicrobiens : une étude qualitative en Espagne. *Pratique familiale* 2012,29, 352–360. [CrossRef] [PubMed]

Wagh, S., & Marulkar, C. S. 2024. Décryptage des effets : antibiotiques à large spectre, perturbation du microbiote intestinal et santé gastro-intestinale. *Uttar Pradesh Journal of Zoology, 45*(17), 695–700. <https://doi.org/10.56557/upjoz/2024/v45i174414>

Watkins JA, Wagner F, Gómez-Olivé FX, Wertheim H, Sankoh O, Kinsman J. Rural South African community perceptions of antibiotic access and use: qualitative evidence from a health and demographic surveillance system site. *Am J Trop Med Hyg.* 2019;100(6):1378.

Web Site de Universidad Nacional del Nordeste solo con fines educativos . Fac. De Agroindustrias, Saenz Peña, Chaco. República Argentina • ©1998- 2007

Williams, P. C. M., Isaacs, D., & Berkley, J. A. 2018. Antimicrobial resistance among children in sub-Saharan Africa. *The Lancet Infectious Diseases*, 18(2), e33–e44. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(17\)30467-X](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(17)30467-X)

World Health Organization. WHO report on infectious diseases– Removing obstacles to healthy development. Geneva (CH): WHO; 1999. 68p. Report No: WHO/CDS/99.1.

Yang L, Bajinka O, Jarju PO, Tan Y, Taal AM, Ozdemir G. Les différents effets des antibiotiques sur le microbiote intestinal. *AMB express*. 2021 ; 11 : 1-3.

Yang, Y., Geng, X., Liu, X., Wen, X., Wu, R., Cui, D., & Mao, Z. 2022. Antibiotic use in China's public healthcare institutions during the COVID-19 pandemic: A nationwide procurement data analysis, 2018–2020. *Frontiers in Pharmacology*, 13, Article 813213 ,14. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.813213>

Zaoui, S. 2025. Étude phytochimique et évaluation de l'activité antimicrobienne, antioxydante, et anti-inflammatoire de *Calamintha nepeta* et *Phlomis herba venti* (Thèse de doctorat), Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, Algérie,180P.

Zhang, Y., Liu, X., Wang, Y., Jiang, P., & Quek, S. Y. (2016). Antibacterial activity and mechanism of cinnamon essential oil against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Food Control*, 59, 282–289. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.05.032>

Zhao X., Drlica K. A unified anti-mutant dosing strategy. *J. Antimicrob. Chemother.*, 2008, 62, 434-436.

Zhu, Y., Huang, W. E., & Yang, Q. (2022). *Clinical perspective of antimicrobial resistance in bacteria*. *Infection and Drug Resistance*, 15, 735–746. <https://doi.org/10.2147/IDR.S345574>

Annexes

Annexes 1Questionnaire**1. Quel est votre âge ?**

- ☐ Moins de 25 ans
- ☐ 25-34 ans
- ☐ 35-44 ans
- ☐ 45 ans et plus

2. Quel est votre niveau éducationnel ?

- ☐ Primaire
- ☐ Secondaire
- ☐ Universitaire

3. Travaillez-vous actuellement ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

4. Ou habitez-vous ?

- ☐ Ville
- ☐ Hors ville

5. Nombre d'enfants :**6. Âge de l'enfant concerné (5–12 ans) :****7. Le coût de la consultation médicale vous empêche-t-il parfois d'aller chez le médecin ?**

- ☐ Oui
- ☐ Parfois
- ☐ Non

8. Le prix des médicaments influence-t-il votre décision d'achat ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

9. En cas de maladie de votre enfant, que faites-vous en premier ?

- ☐ Aller chez le médecin
- ☐ Aller à la pharmacie
- ☐ Donner un traitement déjà à la maison
- ☐ Médecine traditionnelle

10. Avez-vous déjà acheté un antibiotique sans ordonnance pour votre enfant ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

11. Si oui quels antibiotiques avez-vous déjà achetés sans ordonnance ?

- ☐ L'amoxicilline exemple : clamoxyl ; Augmentin
- ☐ Céphalexine exemple : lexin
- ☐ Azithromycine exemple : zithromax (zomax)

12. Les antibiotiques servent à traiter :

- ☐ Les infections bactériennes
- ☐ Les infections virales (grippe, rhume)
- ☐ Les deux
- ☐ Je ne sais pas

13. Pensez-vous que l'utilisation excessive des antibiotiques peut les rendre moins efficaces ?

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Je ne sais pas

14. Pensez-vous que les antibiotiques permettent à l'enfant de guérir plus vite ?

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Parfois

15. Demandez-vous parfois au médecin de prescrire un antibiotique ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

16. Faites-vous confiance aux conseils du pharmacien ?

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Parfois

17. Avez-vous déjà arrêté un antibiotique avant la fin du traitement ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

18. Avez-vous déjà réutilisé un ancien antibiotique pour votre enfant ?

☐ Oui

☐ Non

19. Avez-vous déjà donné le même antibiotique à deux enfants différents ?

☐ Oui

☐ Non

20. Les conseils de la famille ou des proches influencent-ils votre décision d'utiliser un antibiotique ?

☐ Oui

☐ Parfois

☐ Non

21. Votre enfant a-t-il déjà eu une infection nécessitant un changement d'antibiotique en raison d'inefficacité ?

☐ Oui

☐ Non

☐ Je ne sais pas

22. Votre enfant a-t-il déjà fait une analyse (prélèvement, antibiogramme) pour choisir un antibiotique ?

☐ Oui

☐ Non

23. Dans les 12 derniers mois, combien de fois votre enfant a-t-il pris un antibiotique ?

☐ 0 fois

☐ 1–2 fois

☐ 3–4 fois

☐ Plus de 4 fois

24. Votre enfant fréquente-t-il :

☐ École publique

☐ École privée

☐ Crèche

☐ Préscolaire

25. Avez-vous déjà entendu parler des bactéries multirésistantes ?

☐ Oui

☐ Non

Si oui, par quel moyen ?

☐ Médecin

☐ Pharmacien

☐ Médias

☐ Internet

☐ Autre

26. Votre enfant a-t-il déjà été hospitalisé pour infection ?

☐ Oui

☐ Non

27. Pensez-vous qu'un enfant ne peut pas guérir sans antibiotique ?

☐ Oui

☐ Parfois

☐ Non

28. Conservez-vous des antibiotiques à la maison "au cas où" ?

☐ Oui

☐ Non

29. Depuis la naissance, estimez-vous que votre enfant a reçu :

☐ Très peu d'antibiotiques

☐ Moyennement

☐ Souvent

☐ Très souvent

30. Après un traitement antibiotique, l'infection est-elle revenue rapidement ?

☐ Oui

☐ Non

31. Votre enfant a-t-il déjà eu :

☐ Infection urinaire répétée

☐ Angine fréquente

☐ Otite répétée

☐ Infection respiratoire fréquente

☐ Aucune

32. A-t-il déjà reçu une injection antibiotique après échec du traitement oral ?

☐ Oui

☐ Non

33. L'hospitalisation a-t-elle été due à l'inefficacité d'un traitement précédent ?

☐ Oui

☐ Non

☐ Je ne sais pas

34. L'enfant a-t-il été allaité au sein ?

☐ Oui exclusivement

☐ Oui mixte (sein + lait artificiel)

☐ Non

Si oui, durée de l'allaitement maternel :

☐ < 3 mois

☐ 3–6 mois

☐ 6–12 mois

☐ 12 mois

35. L'enfant est-il né prématuré ?

☐ Oui

☐ Non

36.L'enfant a-t-il un faible poids de naissance ?

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Je ne sais pas

37.L'enfant présente-t-il une maladie chronique ?

- ☐ Asthme
- ☐ Diabète
- ☐ Maladie immunitaire
- ☐ Aucune

38.Présence d'animaux domestiques ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

39.Âge du premier traitement antibiotique reçu :

- ☐ < 1 an
- ☐ 1–3 ans
- ☐ 3 ans

40.Respectez-vous toujours les horaires des prises ?

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Parfois

41.La mère a-t-elle reçu des antibiotiques pendant la grossesse ?

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Je ne sais pas

42.L'accouchement s'est-il fait par :

- ☐ Voie basse
- ☐ Césarienne

43.Lisez-vous toujours la notice du médicament ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

44. Comment décririez-vous l'alimentation globale de votre enfant ?

- ☐ **Equilibrée**
- ☐ **Moyennement équilibrée**
- ☐ **Peu équilibrée**

45. L'enfant consomme-t-il régulièrement des produits laitiers

- ☐ **Oui**
- ☐ **Non**

46. Votre enfant a-t-il déjà eu une diarrhée après un traitement antibiotique ?

- ☐ **Oui**
- ☐ **Non**

Annexes 2: Compositions des milieux de culture

Gélose nutritive

- Peptone : 5 g
- Extrait de viande : 1 g
- Extrait de levure : 2 g
- NaCl : 5 g
- Agar : 15 g
- Eau distillée : 1 L
- pH : 7

Bouillon nutritif

- Peptone : 5 g
- Extrait de viande : 1 g
- Extrait de levure : 2 g
- NaCl : 5 g
- Eau distillée : 1 L
- pH : 7

Gélose MH (Mueller-Hinton) (38 g/L)

- Extrait de viande : 3 g
- Hydrolysate acide de caséine (Tryptone) : 17,5 g
- Amidon : 1,5 g
- Agar : 15 g
- pH : 7,3

Gélose Chapman (111 g/L)

- Peptone : 10 g
- Extrait de viande : 1 g
- NaCl : 75 g
- Mannitol : 10 g
- Rouge de phénol : 0,025 g
- Agar : 15 g
- Eau distillée : 1 L
- pH : 7

Réactif de Kovacs

- P-diméthyl aminobenzaldéhyde 7 g/l
- Alcool amylique 75 ml
- Acide chlorhydrique concentré 20 ml

Milieu gélose CLED Milieu CLED (CYSTINE LACTOSE ELECTROLYTE DEFICIENT)

COMPOSITION : en grammes par litre d'eau distillée

- Peptone 4
- Extrait de viande 3
- Hydrolysate tryptique de caséine 4
- Cystine 0,128
- Lactose 10
- BBT 0,002
- Agar 15
- PH final 7,3

Base en poudre	Total	33 g/L
	Agar	15,0
	Peptone et extrait de levure.....	17,0
	Mix chromogénique	1,0
	Stockage à 15/30 °C - pH: 7,0 ± 0,2	
	Durée de conservation	

Échantillons habituels	Clinique : urine Vétérinaire : échantillons vétérinaires
Procédure	Ensemencement direct. Incubation à 35-37 °C, 18-24 h. Conditions d'aérobiose.

Publications scientifiques sur ce produit : disponibles sur www.CHROMagar.com
Veuillez lire attentivement les instructions d'utilisation (notices) disponibles sur www.CHROMagar.com

Figure 1 : composition de chromagar



FT902190

Date : 03.2016

**FICHE TECHNIQUE
SOLUTION DE LUGOL**
CONDITIONNEMENT

1 L

CODE

9021902

EMBALLAGE

Flacon PET

COMPOSITION

Iode bisublimé pur (g)	5
Potassium Iodure pur (g)	10
Eau déminéralisée qsp (ml)	1 000

Figure 2: composition de lugol

FICHE TECHNIQUE

GÉLOSE COLUMBIA (BASE)

CULTURE ET ISOLEMENT DE MICROORGANISMES EXIGEANTS

1 DOMAINE D'UTILISATION

La gélose Columbia est un milieu très nutritif permettant la culture et l'isolement d'une grande variété de microorganismes et plus particulièrement des germes très exigeants (tels que streptocoques et pneumocoques), à partir de divers prélèvements d'origine animale. Par addition de sang, d'agents sélectifs ou d'accélérateurs de croissance, il est possible de préparer une grande diversité de milieux adaptés à des utilisations spécifiques.

2 HISTORIQUE

Mise au point par Ellner en 1966, la gélose Columbia permet d'obtenir des cultures luxuriantes, des zones hémolytiques parfaitement définies, des colonies et des pigmentations bien caractéristiques.

3 PRINCIPES

Les peptones qui entrent dans la composition du milieu favorisent l'excellente croissance des colonies.

L'extrait de levure est une source du complexe vitaminique B.

L'amidon est un détoxifiant, également source d'énergie.

Le sang de mouton défibriné, qui peut être rajouté au milieu, favorise la détection des réactions hémolytiques et apporte le facteur X (hème) nécessaire à la croissance de nombreuses bactéries, mais ne contient pas le facteur V (nicotinamide adénine dinucléotide), en raison de la présence d'une NAD-ase qui détruit le NAD. *Haemophilus influenzae*, qui requiert à la fois les facteurs X et V, ne pousse pas sur gélose au sang ordinaire.

Avec la base Columbia, il est possible de préparer les milieux suivants :

- Gélose au sang frais : Par addition de 5 ou 10 % de sang de mouton stérile, après autoclavage et refroidissement, le milieu convient à la culture de streptocoques, pneumocoques, staphylocoques, *Listeria*, *Erysipelothrix*. Il peut être rendu sélectif par adjonction de colistine ainsi que d'acide nalidixique pour éviter le développement des microorganismes à Gram négatif et des *Bacillus*.
- Gélose chocolat : Par addition de 10 % de sang de mouton ou de cheval à la gélose Columbia stérile, puis chauffage à 70 °C pendant 5 minutes (obtention d'une teinte chocolat), on obtient un excellent milieu pour la culture des *Haemophilus*, des *Neisseria*, des *Taylorella* ou des *Campylobacter*.
- Milieu de base sans enrichissement : La gélose Columbia permet la culture de *Brucella abortus*, *Yersinia pestis*, *Clostridium perfringens* et de toutes les entérobactéries.

4 FORMULE-TYPE

La composition peut être ajustée de façon à obtenir des performances optimales.

Pour 1 litre de milieu de base :

- Polypeptone	23,0 g
- Amidon de maïs	1,0 g
- Chlorure de sodium	5,0 g
- Agar agar bactériologique	13,5 g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25 °C : 7,3 ± 0,2.

Figure 3: composition de gélose chocolat et gélose au sang

FICHE TECHNIQUE

GÉLOSE DE MACCONKEY

DETECTION DES ENTEROBACTERIES

1 DOMAINE D'UTILISATION

La gélose de MacConkey est un milieu sélectif utilisé pour l'isolement des entérobactéries dans les eaux, les produits alimentaires, les produits pharmaceutiques et biologiques d'origine animale, ainsi que les produits cosmétiques.

La formule-type répond à la composition définie dans la Pharmacopée européenne et dans les normes NF EN ISO 21567 et NF EN ISO 21150.

2 HISTORIQUE

La formulation de MacConkey pour l'isolement des entérobactéries a de nombreuses fois été modifiée depuis l'origine. Celle-ci représente la formule "classique" utilisée depuis de nombreuses années, par des auteurs tels que Block et Ferguson qui trouvèrent le milieu très satisfaisant pour l'isolement des *Shigella* difficiles à cultiver.

3 PRINCIPES

L'inhibition des microorganismes à Gram positif est due à la présence de sels biliaires et de cristal violet. Ce colorant inhibe principalement le développement des entérocoques et des staphylocoques.

La fermentation du lactose en acide est révélée en présence de rouge neutre par la formation de colonies roses ou rouges.

Les microorganismes lactose-négatif présentent des colonies incolores.

4 FORMULE-TYPE

La composition peut être ajustée de façon à obtenir des performances optimales.

Pour 1 litre de milieu :

- Peptone pancréatique de gélatine	17,0 g
- Tryptone	1,5 g
- Peptone pepsique de viande	1,5 g
- Lactose	10,0 g
- Sels biliaires	1,5 g
- Chlorure de sodium	5,0 g
- Rouge neutre	30,0 mg
- Cristal violet	1,0 mg
- Agar agar bactériologique	13,5 g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25 °C : $7,1 \pm 0,2$.

Figure 4: composition de gélose MacConkey

FICHE TECHNIQUE

GELOSE KING B

CONFIRMATION DE *PSEUDOMONAS AERUGINOSA*

1 DOMAINE D'UTILISATION

La gélose King B permet la production de fluorescéine (ou pyoverdine), pigment jaune-vert fluorescent sous lumière ultra-violette, par certains *Pseudomonas*. Le milieu est utilisé principalement dans l'analyse de l'eau pour la détection et la différenciation de *Pseudomonas aeruginosa* qui produit ce pigment fluorescent contrairement à certaines espèces de *Pseudomonas* qui n'en produisent pas.

La formule-type répond à la composition définie dans la norme NF EN ISO 16266.

2 HISTORIQUE

Le milieu a été décrit par King, Ward et Raney en 1954, puis la formule a été modifiée selon les recommandations de la Pharmacopée américaine. Les auteurs ont également mis au point le milieu King A qui favorise la production de pyocyanine (pigment fluorescent bleu) au détriment de la pyoverdine.

3 PRINCIPES

Le phosphate dipotassique augmente la concentration en phosphore apporté par la peptone et stimule ainsi la production de fluorescéine, tout en inhibant la production de pyocyanine.

Le sulfate de magnésium apporte les cations nécessaires à la production de pyoverdine.

4 FORMULE-TYPE

La composition peut être ajustée de façon à obtenir des performances optimales.

Pour 1 litre de milieu complet :

- Peptone	20,0 g
- Glycérol	10,0 mL
- Phosphate dipotassique	1,5 g
- Sulfate de magnésium, 7 H ₂ O	1,5 g
- Agar agar bactériologique	15,0 g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25 °C : 7,2 ± 0,2.

Figure 5 : composition de king B

Annexes 3 : microplaques

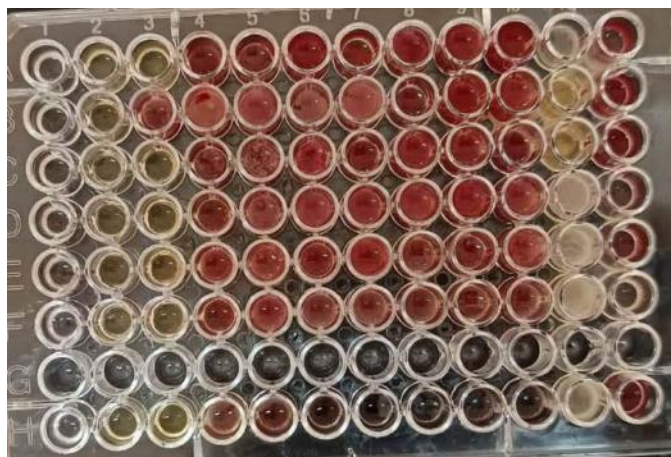


Figure 1: la détermination de CMI pour l'huile de *Thymus vulgaris*

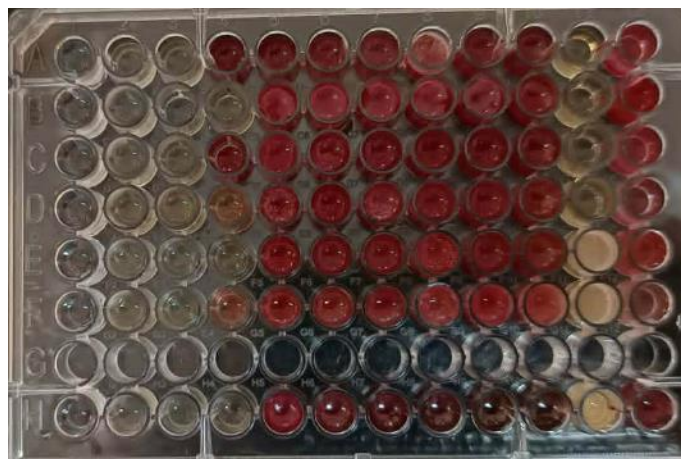


Figure 2: la détermination de CMI pour l'huile de *Eucalyptus globulus*

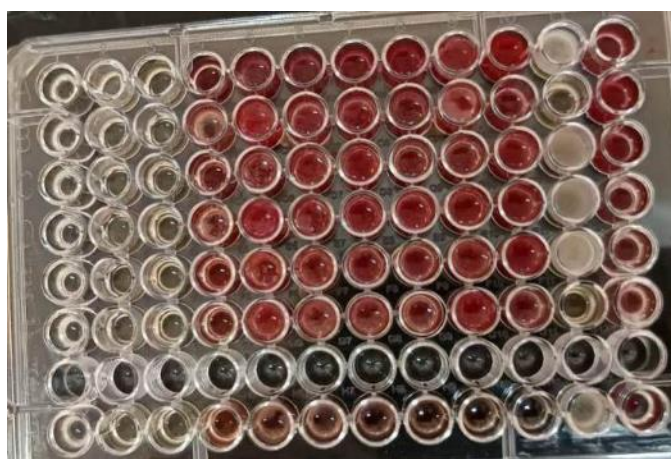


Figure 3: la détermination de CMI pour l'huile de mélange V/V

Annexes 4 : Coloration de Gram

La coloration de Gram est la coloration différentielle microbiologique la plus importante et la plus largement utilisée, publiée par Hans Christian Gram en 1884, elle permet de différencier les bactéries selon 2 critères principaux

- **Forme** : Paires, Tétrades, Groupes, Chaînes, Lancettes...
- **Affinité pour les colorants** : Gram positif ou Gram négatif

C'est pour cela on a à utiliser pour mettre en évidence les bactéries Gram positif ou négatif, selon les étapes suivantes

- Inonder le frottis séché à l'air et fixé à la chaleur pendant 1 minute avec le réactif de coloration au cristal violet. Le cristal violet colore le cytoplasme des bactéries.
- Rincer très brièvement de l'eau distillée sur la lame au-dessus du frottis.
- Inondation avec le lugol et laisser agir 1 minute, il permet de fixer le violet dans les bactéries.
- Rincer brièvement à l'eau distillée comme précédemment décrit.
- Décolorer à l'alcool, laissé agir 15 secondes. Cette étape est la plus importante de la coloration. Le frottis doit être clair à la fin de la décoloration. Rincez abondamment avec de l'eau distillée pour stopper la décoloration.
- Contre-colorer en déposant la solution de fuchsine ou safranine pendant 1 minute. Ce colorant permet de visualiser les bactéries Gram- décolorées à l'étape précédente. Rince à l'eau distillée et séchée à l'aide d'un papier.
- Observer au microscope (grossissement 100x, avec une goutte d'huile à immersion).

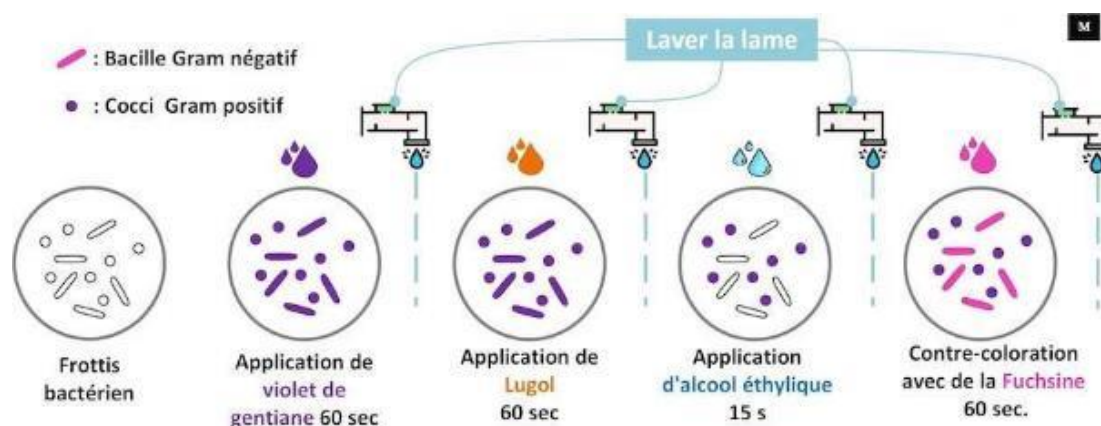


Figure 1 : Coloration de gram