



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES POUR
L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTEUR EN PHARMACIE**

THÈME :

**L'effet antibactérien du miel polyfloral sur la flore nosocomiale dans le
service de chirurgie générale B CHU Tlemcen**

Présenté par :

**-Medjahdi Rima Zohra
-Lebekia Hayet**

Soutenu le
13/07/2023

Jury

Président :

Pr. D.Bouazza

Professeur en Chirurgie générale

Membres :

Dr. I.Benhaddouche Boukli hacene

Maitre assistante en Hydro-bromatologie médicale

Dr. S.Seladji

Maitre assistante en Microbiologie

Encadrant :

Dr. B.Fandi

Maitre de conférences classe B en Chirurgie générale

Co-Encadrant

Dr. A.Bousselham

Maitre de conférences classe B en Microbiologie

Année universitaire : 2022-2023

Remerciements

On remercie tout d'abord **le Dieu tout puissant** de nous avoir donné le courage ; la force et la patience d'achever ce modeste travail.

On tient à exprimer notre profonde gratitude a notre **cher encadrant le docteur B.Fandi** ; maitre de conférences en chirurgie générale a la faculté de médecine de l'université Aboubekr Belkaid Tlemcen pour sa simplicité, sa modestie, le grand savoir qu'il nous a transmis ainsi que son énorme soutien, qu'il n'a cessé de nous prodiguer tout au long de cette année.

Nous remercions également

Docteur A.Bousselham ; maitre de conférences en microbiologie a la faculté de médecine de Tlemcen ; de nous avoir donné l'accès au laboratoire de microbiologie, ainsi que pour son aide et ses précieux conseils.

Pr.Bouazza ; pour avoir eu l'amabilité d'accepter de présider notre jury de thèse.

Dr I.Benhaddouche Boukli hacene et Dr S.Seladji pour avoir aimablement accepté de faire partie de notre jury de thèse.

Dr D.Benghabrit ; pour sa patience, son aide, sa modestie et sa grande passion à aider les étudiants.

Toute l'équipe du service de microbiologie ainsi que l'équipe du service de chirurgie générale B CHU Tlemcen en particulier **Nesrine et Anis** pour leur disponibilité.

Docteur S.Benamara ; chef de département de pharmacie ; ainsi que tous les enseignants qui ont partagé leur savoir et connaissances avec nous tout au long de ces années.

Le personnel du laboratoire vétérinaire régional de Tlemcen sans lequel ce travail n'aurait pas pu voir le jour.

On remercie également **Dr S.Megnafi** pour son aide et ses conseils ainsi que toute l'équipe du service de parasitologie CHU Tlemcen.

Enfin ; nous adressons nos plus chaleureux remerciements a notre promotion ; nos proches et amies qui ont été présents durant notre parcours universitaire.

Merci a toutes et a tous.

Dédicace

A Ma chère maman Salima

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes cotés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles .je t'aime plus fort que dieu vous protège.

A Mon cher papa Mustapha

Je dédie cet ouvrage à la mémoire de mon défunt père qui ma toujours poussée et motivé.Tu m'as été enlevé bien trop tôt, et pas un jour ne passe où tu ne me manques pas. Tu es toujours dans mes pensées et mon cœur que dieu aie ton âme.

A Mon cher mari Nassim

À mon cher mari, pour la patience et le soutien dont il a fait preuve pendant toute la durée de ce travail et à qui je voudrais exprimer mes affections et mes gratitude. Merci infiniment.

A Mes chères sœurs Ibtissem et Fatima zohra

Pour leur dévouement, leur compréhension et leur grande tendresse, qui m'ont encouragé tout le long de mes études, leurs conseils et leur amour, m'ont permis d'arriver jusqu'ici, Merci d'avoir toujours soutenu

A Mon petit neveu Mustapha Wassim

Mon petit bout de sucre que je l'aime infiniment et je le souhaite une vie pleine de la réussite et de succès.

Une dédicace spéciale à **mon cher frère ADNANE** qui ma supporté durant toutes mon cursus qui ma donné du courage que dieu vous protège

A Mes grands parents

Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour Dont ils ne cessent de me combler.

A Ma belle famille

A mon beau père Ahmed, ma belle-mère Zohra, beau-frère Sofiane et mes belles sœurs Leila et Amel et ses petits-enfants merci de m'avoir supporté durant ses derniers mois

A Ma binôme

A ma binôme, ma copine, ma jumelle, ma source d'inspiration, Un grand merci à ma chère amie dans ce mémoire de recherche je souhaite que amitié que nous a réunie persiste pour toujours et que nous arrivons à réaliser nos rêves je vous aime infiniment.

Toute ma famille **bassaid , lebekia , arbaoui**, à ma chère chaima ma puceà mes amies nada , Fatima Zohra , Sakina, Amel,imene, camilia, imene.

Hayet

Dédicace

Je dédie ce travail a :

Ma maman Malika

Qui a tout fait pour moi ; qui m'a soutenu et encouragé durant toutes mes années d'études ; je ne pourrais jamais te rendre la pareille .Je te suis reconnaissante a vie Maman.

Mon père Noureddine

Pour le gout a l'effort qu'il a suscité en moi de par sa rigueur, Merci Papa.

Mes très chers frères Sofyane et Mehdi

Qui m'ont toujours épauler ; que dieu vous garde pour moi.

Mes tantes Rachida ;Khadidja et Merieme

Qui m'ont chaleureusement supporté et encouragé durant mon cursus.

Mon **oncle Abdelkrim** ; merci d'être cette personne si simple et bienveillante.

Mes cousins **Salma ;Faycal ;Zohir Marwa ; Sabrina** ainsi que mes deux petits anges **Imran** et **Anfel** .

Toutes **la famille Medjahdi et Larbi** ainsi que tous ceux qui m'ont donné du courage et de l'amour.

Ma binôme Hayet

Ma meilleure amie et la sœur avec qui j'ai passé les meilleurs années de mon cursus ; merci d'avoir partagé ces moments avec moi et de m'avoir fait confiance, Je t'aime.

Mes amies :Chaimaa,Imene,Amira,Radjaa,Imene,Batoul,Douaa et Faiza merci d'avoir illuminé mes années d'études.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin a la réalisation de ce travail Merci à vous.

Rima

Table des matières :

List des tableaux.....	
Liste des figures.....	
Liste des abreviations.....	
1 Introduction :.....	1
2 Généralités sur le miel :	3
2.1 Définition du miel :.....	3
2.2 Histoire du miel:	3
2.3 Rappel sur l'abeille :.....	4
2.3.1 La tête ou prosome	5
2.3.2 Le thorax ou mesosome :	5
2.3.3 L'abdomen ou métasome ou gastre :.....	5
❖ La reine	6
2.4 L'élaboration du miel :	6
2.5 Classification du miel :.....	7
2.5.1 Miel de nectar de fleurs	7
2.5.2 Miel de miellat.....	8
2.6 Composition du miel :	9
2.6.1 Eau:.....	9
2.6.2 Hydrates de carbones.....	9
2.6.3 Les autres composants :	9
2.7 Les propriétés du miel :	10
2.7.1 Propriétés organoleptiques :.....	10
2.7.2 Propriétés physico-chimiques:	11
2.8 La conservation du miel :	12
2.9 Usage du miel en médecine:.....	12
2.10 Les contaminants d miel :	14
2.10.1 Définition d'un contaminant :	14
2.10.2 Danger microbiologique :.....	14
2.10.3 Danger chimique :	15
2.11 Le vieillissement du miel :.....	18
2.11.1 La cristallisation :.....	18
2.11.2 La fermentation :.....	18
2.12 Les conditions de conservation du miel :.....	20
2.12.1 L'hygiène :.....	20
2.12.2 L'humidité :.....	21

2.12.3	La chaleur :	21
2.12.4	La filtration :	21
2.12.5	La pasteurisation :	21
3	Le monde bactérien :	23
3.1	Définition d'une bactérie :	23
3.2	Structure d'une bactérie :	23
3.2.1	Éléments obligatoires :	23
3.2.2	Les éléments facultatifs :	26
3.3	Classification des bactéries :	28
3.4	Les conditions favorables à la croissance bactérienne :	31
3.4.1	Présence du dioxygène (O ₂) :	31
3.4.2	Effet de la température :	31
3.4.3	Effet du Ph :	31
3.4.4	Effet de l'eau libre Aw :	32
3.4.5	L'effet de la pression osmotique :	32
3.5	Les défenses bactériennes : Antibiorésistance :	32
3.5.1	Définition de l'Antibiorésistance :	33
3.5.2	Les modes de résistances aux antibiotiques :	33
3.5.3	Les causes d'Antibioresistance :	33
3.5.4	Les principaux mécanismes d'Antibiorésistance :	34
3.6	Antibiogramme :	34
3.6.1	Définition :	34
3.6.2	Principe de l'antibiogramme :	34
3.6.3	L'intérêt de réaliser un antibiogramme :	35
3.7	Le mécanisme antibactérien du miel :	35
3.7.1	Osmolarité :	36
3.7.2	Effet du pH :	36
3.7.3	Peroxyde d'hydrogène H ₂ O ₂ :	36
3.7.4	Autres facteurs antibactériens :	36
3.8	Infections liées aux soins :	37
3.8.1	Définition :	37
3.8.2	Origines des infections nosocomiales:	37
3.8.3	Les mécanismes de transmission des infections liées aux soins :	37
3.8.4	Les causes d'infections liées aux soins :	38
3.8.5	Les microorganismes impliqués dans une infection liée aux soins :	38
4	Problématique et objectifs :	42
4.1	Problématique :	42

4.2	Objectifs :	42
5	Matériels et méthodes :	42
5.1	Type, lieu et période de l'étude :	42
5.2	Population de l'étude :	42
5.3	Nombre de malades :	43
5.4	Critères de jugement :	43
5.5	Ethique :	43
5.6	Déroulement de l'étude :	43
5.6.1	Le choix de l'échantillon de miel :	43
5.6.2	Analyse du miel :	44
6	Résultats :	62
6.1	Analyse physicochimique du miel :	62
6.2	Analyse bactériologique :	62
6.2.1	Analyse bactériologique du miel :	62
6.2.2	Analyse des prélèvements : Identification des souches.....	62
6.3	Etude de la sensibilité aux antibiotiques :	71
6.4	Résultats de l'étude d l'effet antibactérien du miel seul.....	85
6.4.1	Effet antibactérien du miel sur Enterococcus faecalis :	85
6.4.2	Effet antibactérien du miel sur les entérobactéries :	86
6.4.3	Effet antibactérien du miel sur Staphylococcus aureus :	87
6.5	Etude de l'effet synergique de l'association du miel avec un antibiotique résistant :	88
6.5.1	Effet de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 01 :	88
6.5.2	Effet de l'association Miel+ATB pour le prelevement 02 :	89
6.5.3	Effet de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 03 :	90
6.5.4	Effet de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 04 :	91
6.5.5	Effet de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 05 :	92
7	Discussion :	93
7.1	Analyse physicochimique du miel :	93
7.1.1	Paramètres organoleptiques :	93
7.1.2	Paramètres physico-chimiques :	94
7.2	Analyse bactériologique du miel :	95
7.3	Etude de la sensibilité aux antibiotiques :	96
7.4	Etude de l'effet antibactérien du miel seul :	97
7.5	Etude de l'effet synergique de l'association du miel avec un antibiotique résistant :	100
	Conclusion.....	102

Références bibliographiques.....	103
Annexes.....	117
Résumé.....	125

Liste des tableaux

Tableau 1:Les autres composants du miel.(28).....	9
Tableau 2:Temps mis par les miels pour atteindre 40mg/Kg d'HMF.	20
Tableau 3:Informations sur l'échantillon de miel.	44
Tableau 4:Résultat du culot du TSI test.	57
Tableau 5:Résultat de la pente du TSI test.	58
Tableau 6:Paramètres physicochimiques de notre échantillon de miel.....	62
Tableau 7:Résultats des tests macroscopiques; microscopiques et biochimiques.	70
Tableau 8:Résultats de l'antibiogramme pour entérobactérie.	71
Tableau 9:Résultats de l'antibiogramme pour BNF.	73
Tableau 10:Résultats de l'antibiogramme pour Staphylococcus aureus.....	74
Tableau 11:Résultats de l'antibiogramme pour Enterococcus faecalis.	75
Tableau 12:Résultats de l'antibiogramme pour entérobactérie.	77
Tableau 13:Résultats de l'antibiogramme pour Acinetobacter baumannii.....	79
Tableau 14:Résultats de l'antibiogramme pour entérobactérie.	80
Tableau 15:Résultats de l'antibiogramme pour Enterococcus faecalis.	82
Tableau 16:Résultats de l'antibiogramme pour entérobactérie.	83
Tableau 17:Résultats de l'antibiogramme pour Enterococcus faecalis.	84
Tableau 18:Résultat de l'aromatogramme pour E.faecalis.	86
Tableau 19:Résultat de l'aromatogramme pour Entérobactéries.....	87
Tableau 20:Résultat de l'aromatogramme pour S.aureus.	87
Tableau 21:Résultats de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 01.	89
Tableau 22:Résultat de l'association Miel +ATB du prélèvement 02.....	89
Tableau 23:Résultat de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 03.....	90
Tableau 24:Résultats de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 04.	91
Tableau 25:Résultats de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 05.	92
Tableau 26:Comparaison des paramètres organoleptiques.	93
Tableau 27:Comparaison des paramètres physicochimiques.....	94

Liste des figures

Figure 1:Peinture d'un Homme récoltant du miel.(4).....	3
Figure 2:Anatomie de l'abeille.(12).....	5
Figure 3: Les individus de la ruche.(15)	6
Figure 4:Abeille suçant du miel grâce aux pièces buccales.(23)	8
Figure 5:Abeille butinant le miellat d'un puceron.(26)	8
Figure 6: Les différentes couleurs du miel.(32)	10
Figure 7:Image de Clostridium botulinum.(54)	14
Figure 8:Mode d'action de la toxine botulique.(55)	15
Figure 9:Image du Varroa destructor.(63).....	17
Figure 10:Miel fermenté.(67)	19
Figure 11:Schéma d'une cellule bactérienne typique.(74)	23
Figure 12:Structure du peptidoglycane.(77).....	24
Figure 13:Schéma simplifié de la membrane cytoplasmique.(80)	25
Figure 14:Pili a la surface d'Escherichia coli.(87).....	27
Figure 15:Deux bactéries E. coli réalisant un transfert de matériel génétique par un pili sexuel.(88)	27
Figure 16:Structure d'une spore bactérienne.(90)	28
Figure 17:Classification des spores.(90)	28
Figure 18:Morphologie microscopique des bactéries.(91).....	29
Figure 19:Différence entre un gram positif et un gram négatif.(92).....	29
Figure 20:Tableau classant les bactéries en fonction du gram et des besoins respiratoires.(91)	30
Figure 21:Antibiogramme par méthode des disques.(104)	35
Figure 22:Les principales causes d'infections nosocomiales.(115).....	38
Figure 23:Laboratoire vétérinaire régionale de Tlemcen.(122)	44
Figure 24:Localisation du laboratoire vétérinaire régional.(123)	45
Figure 25:Conductimètre de paillasse modèle COND50.(126)	46
Figure 26:pH-mètre de paillasse, pH50.(127)	46
Figure 27:Refractomètre d'Abbe.(128)	47
Figure 28:Ecouvillons contenant des prélèvements de pus.....	49
Figure 29:Laboratoire central CHU Tlemcen.(132).....	49
Figure 30:Etuve/Incubateur de laboratoire.....	50
Figure 31:Etuve de séchage.....	50
Figure 32:Gélose au sang frais.	51
Figure 33:Gélose MacConkey.....	51
Figure 34:Gélose au sang cuit.	51
Figure 35:Ensemencement sur GSF et GSC.	52
Figure 36:Test positif a la Catalase.	54
Figure 37: B: Coagulase négative/ C:Coagulase positive.(134)	55
Figure 38:Tableau permettant la reconnaissance de certains MO grâce à l'esculine.	56
Figure 39:Test a l'esculine.....	56
Figure 40:Test Mannitol-mobilité-Nitrate/Gélose.	57
Figure 41:Applicateurs des disques d'antibiotiques.	59
Figure 42:Disposition des disques sur gélose MH.	61
Figure 43:Colonies jaunes(CJ).	63
Figure 44:Petites colonies(PC)/Grosses colonies(GC).	63

Figure 45:Colonies du second prélèvement.	64
Figure 46:Grosses colonies (GC) du prélèvement 03.	64
Figure 47:Colonies LAC-.....	65
Figure 48:Fines colonies(FC).....	65
Figure 49:Colonies LAC+.....	66
Figure 50:Fines colonies(FC).....	66
Figure 51:Grosses colonies (GC).	67
Figure 52:Taux de résistance de l'entérobactérie.	72
Figure 53:Taux de résistance du BNF.....	74
Figure 54:Taux de résistance de Staphylococcus aureus.	75
Figure 55:Taux de résistance d'Enterococcus faecalis.	76
Figure 56:Taux de résistance de l'entérobactérie.	78
Figure 57:Taux de résistance d'Acinetobacter baumannii.....	80
Figure 58:Taux de résistance de l'entérobactérie.	81
Figure 59:Taux de résistance d'Enterococcus faecalis.	82
Figure 60:Taux de résistance de l'entérobactérie.	84
Figure 61:Taux de résistance de l'entérobactérie.	85
Figure 62:Résultats de l'aromatogramme pour Enterococcus faecalis.....	85
Figure 63:Résultats de l'aromatogramme pour Entérobactéries.....	86
Figure 64:Résultat de l'aromatogramme pour Staphylococcus aureus.....	87
Figure 65:Résultats de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 01.	88
Figure 66:Résultat de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 02.	89
Figure 67:Résultat de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 03.	90
Figure 68:Résultats de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 04.	91
Figure 69:Résultats de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 05.	92

Liste des abréviations

- AESA : Autorité européenne de sécurité des aliments
- AKN : Amikacine
- AMC : Amoxicilline
- ATB : Antibiotique
- Aw : activité de l'eau
- BMR : Bactérie multiresistante
- C° : degré Celsius
- CAZ: Ceftazidime
- CG : Colonie grise
- CJ : Colonie jaune
- CIP : Ciprofloxacine
- Cm : Centimètre
- CMI : concentration minimale inhibitrice
- COL : Colistine
- CTX : Cefotaxime
- E-coli : Escherichia coli
- EPC : Entérobactérie productrice de carbapénémase
- ERV : Entérocoque résistant à la Vancomycine
- ERY : Érythromycine
- ExPEC : Escherichia coli pathogènes extra-intestinaux
- FC : Fine colonie
- FEP : Cefepime
- FOS : Fosfomycine
- FOX : Cefoxitine
- GC : Grosse colonie
- GMN : Gentamycine
- GOX : Glycose oxydase

- GSC : Gélose au sang cuit
- GSF : Gélose au sang frais
- H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène
- HLS : Streptomycine haut niveau
- HLG : Gentamycine haut niveau
- HMF : Hydroxymethylfurfural
- I : intermédiaire
- IPM : Imipenème
- InPEC : Escherichia coli pathogènes intestinaux
- Kg : kilogramme
- LAC+ : Lactose positif
- LAC- : lactose négatif
- LVX : Levofloxacin
- Meq : Milliéquivalent
- MGO : Methylglyoxalate
- MH : Mueller-Hinton
- MH au sang : Mueller-Hinton au sang
- Ms : Millisiemens
- NaCl : Chlorure de sodium
- NAL : Acide Nalidixique
- NAP: nucleoid –associated proteins
- PC: Petite colonie
- PEN: Pénicilline
- PEN G: Pénicilline G
- Plp 2 A: protéine de liaison à la pénicilline
- PTN : Pristinamycine
- R : résistant
- SARM : Staphylococcus aureus résistant a la methicilline

- S : sensible
- SXT: Cotrimoxazole
- TEC: Teicoplanine
- TIC: Ticarcilline
- TSI : Triple sugar iron
- VAN : Vancomycine

1 Introduction :

Bismi Allāhi Ar-Rahmāni Ar-Rahīmi :

ثُمَّ كُلِّي مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْأَلِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ مُخْتَلِفٌ
أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿٦٩﴾

An-Nahl-69

Dieu tout puissant a honoré le miel et l'a mentionné dans son saint coran grâce a ces vertus médicinales, thérapeutiques et curatives, la sunna par la suite vient confirmer cette faculté de guérison par certains hadiths : "*Deux guérisons existent et sont mentionnés dans le **Coran** : le Saint Coran et le Miel*"

Le miel ou or liquide est la substance sucrée, de couleur ambrée produite par les abeilles mellifiques à partir du nectar des fleurs ou des sécrétions provenant de parties vivantes de plantes, ou se trouvant sur elles, qu'elles butinent, transforment, combinent avec des matières spécifiques et emmagasinent dans les rayons de la ruche.(1)

Depuis des générations le miel fait partie intégrante de la vie humaine, science et religion l'ont vénéré et ont témoigné de son efficacité, c'est un produit efficient dans la cicatrisation des plaies ; qui offre une nouvelle jeunesse au système immunitaire et vu l'innombrables résistances auxquelles la médecine actuelle est confrontée a l'issu de l'utilisation des antibiotiques courants qui ne ciblent que la croissance bactérienne le miel peut s'avérer nettement plus efficace puisqu'il repose sur sa capacité a combattre les infections a des niveaux multiples. Le miel est donc une thérapie à la fois traditionnelle et innovante.

Cependant la potentiel thérapeutique du miel est largement sous exploité ou bien soumis a des connaissances et des notions mythiques souvent non vérifiées ou carrément fausses, ainsi son mécanisme d'action et plusieurs de ses propriétés restent obscures et sans protocole scientifique d'exploitation, dans ce contexte on s'est intéressé aux vertus de cette substance noble en étudiant les propriétés d'un miel récolté dans notre région « Plateaux de Lalla Setti ».

On a essayé par notre travail d'évaluer l'effet antibactérien du miel multi floral sur la flore nosocomiale dans un service de chirurgie générale.

Ce travail se présentera en deux parties :

-Une première partie, dans laquelle on exposera une synthèse bibliographique sur le miel et son effet antibactérien.

-Une deuxième partie, ou on présentera l'étude que nous avons menée au niveau de service de la chirurgie « B » du CHU Tlemcen.

On terminera par une analyse et interprétation des résultats pour exposer l'effet antimicrobien du miel polyfloral en chirurgie.

Chapitre 01 :

Synthèse bibliographique

2 Généralités sur le miel :

2.1 Définition du miel :

Selon la commission du codex alimentarius « Le miel est la substance naturelle sucrée produite par les abeilles *Apis mellifera* à partir du nectar de plantes ou à partir de sécrétions provenant de parties vivantes de plantes ou à partir d'excrétions d'insectes butineurs laissées sur les parties vivantes de plantes, que les abeilles butinent, transforment en les combinant avec des substances spécifiques qu'elles sécrètent elles-mêmes, déposent, déshydratent, emmagasinent et laissent affiner et mûrir dans les rayons de la ruche. » (2)

2.2 Histoire du miel:

Les premiers contacts Homme-abeille remontent à la préhistoire et plus précisément à la période du Néolithique ; on parle d'une peinture rupestre de 7000 ans avant J-C cette œuvre décrivait une silhouette humaine récoltant du miel, un panier à la main.(3)



Figure 1:Peinture d'un Homme récoltant du miel.(4)

Depuis, le miel ne cessa d'envouter les civilisations en effet les Sumériens et Babyloniens l'utilisaient lors des cérémonies religieuses. Les Egyptiens quant à eux le mélangeaient à de la propolis afin d'embaumer leurs morts et empêcher leur pétrification. (5)

Le papyrus égyptien du XVIe siècle ou « papyrus Ebers » regorge de préparations à base de miel qui guérissent blessures et maladies diverses. Pour eux le miel occupait un rôle supérieur puisqu'il provient des larmes du dieu Râ qui est un dieu solaire de l'Égypte ancienne. (3)

En Grèce antique, le miel servait à honorer les dieux, « Héra » déesse de la jeunesse en offrait aux autres dieux afin de garder jeunesse éternelle. D'autre part ; Hippocrate « père de la médecine » connaissait la valeur du miel et ses vertus hors du commun ; il savait que mélanger à du chou le miel traitait la colique, servait à la cicatrisation des plaies et donnait d'excellents résultats contre les hémorroïdes et les ulcères. (6)

Dans la Rome antique, le miel était largement utilisé pour ses propriétés médicinales, Dioscoride recommandait son utilisation avec du sel gemme pour soigner les plaies et les

douleurs d'oreilles, Galien quant à lui s'en servait contre l'inflammation. Les romains se joignent également aux grecques et offrent du miel en guise de cadeau aux dieux. (3)

Ils croyaient que les morts appréciaient le miel, ils en déposaient donc dans les tombes pour qu'il puisse les protéger dans l'autre monde.

Au moyen âge le miel représentait une immense ressource puisqu'il s'agissait de l'unique édulcorant dont la population disposait. (7)

Chez les chrétiens, il existe un pays où ruissellent lait et miel, il s'agit de 'La terre promise'(8)

En Islam des fleuves de miel coulent au paradis : « Voici la description du Paradis qui a été promis aux pieux: il y aura là des ruisseaux d'une eau jamais malodorante, et des ruisseaux d'un lait au goût inaltérable, et des ruisseaux d'un vin délicieux à boire, ainsi que des ruisseaux d'un miel purifié. Et il y a là, pour eux, des fruits de toutes sortes, ainsi qu'un pardon de la part de leur Seigneur. » [Coran 47, 15].

Aujourd'hui le miel est présent dans tous les foyers, apprécié pour ces qualités médicinales, culinaires et cosmétiques, il continuera toujours à impressionner ses amateurs .Le miel n'est pas seulement une histoire du passé mais aussi la révélation du futur.

2.3 Rappel sur l'abeille :

Le mot « abeille » pour le profane correspond à l'abeille domestique qui habite les ruches .Le zoologiste quant à lui pense que ce terme a un sens bien différent du précédent puisqu'il s'agit de l'adaptation française du mot latin « Apoidea ». Cette superfamille des Apoidea regroupe plus d'une vingtaine de milliers d'espèces dont l'alimentation est basée sur le pollen et le nectar. (9)

Au XIX^{ème} siècle l'abeille était perçue comme un animal vertébré ; l'idée était que la colonie représentait un seul et même organisme unifié : Les ouvrières seraient le corps, les organes de base et de digestion ; la reine correspondrait à l'organe reproducteur féminin et les faux bourdons seraient l'appareil reproducteur masculin. Il s'agit d'une comparaison radicale instaurée par l'apiculteur Johann Mehring (1815-1878). (10)

Actuellement les abeilles font partie de l'embranchement des arthropodes, la classe des insectes, l'ordre des hyménoptères, et famille des apidés en effet selon le petit Robert : « L'abeille est un petit animal invertébré articulé, à six pattes le plus souvent ailé, respirant par des trachées et subissant des métamorphoses » (11)

Les abeilles présentent une anatomie commune à l'ensemble des insectes dans un ordre bien précis : Tête, abdomen, thorax.

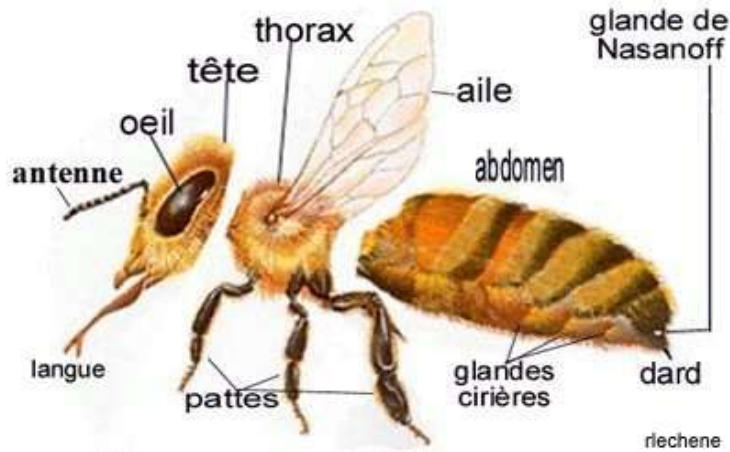


Figure 2: Anatomie de l'abeille.(12)

2.3.1 La tête ou prosome : Joue un rôle alimentaire et sensoriel à la fois .ce segment recueil :

Des yeux : qui sont soit composés, au nombre de deux, de grandes taille et qui servent a la vision a l'extérieur de la ruche soit simples au nombre de trois et qui assurent la vision au sein de la ruche.

Des antennes : ils sont deux et assurent la communication entre abeilles, ils représentent la partie sensorielle du posome.

Un appareil buccal : formé de deux mandibules servant a récolter le propolis, triturer la cire et a travailler le pollen ; d'une lèvre supérieure et d'une lèvre inférieure dont le rôle est d'aspirer le nectar. (11)

2.3.2 Le thorax ou mesosome : velu, il sert a la locomotion et la récolte du pollen, il regroupe 03 segments :

- **Le prothorax :** comporte les pattes antérieures ou première paire de pattes.
- **Le mésothorax :** comporte les pattes médianes ou deuxième paire de pattes ainsi que les ailes antérieures.
- **Le métathorax :** comporte les pattes postérieures et la deuxième paire d'ailes dites les ailes postérieures.

A ces trois segments vient s'ajouter le propodéum qui relie le thorax a l'abdomen. (13)

2.3.3 L'abdomen ou métasome ou gastre : regroupe un certain nombre d'anneaux, ces derniers renferment les glandes de l'abeille on retrouve : les glandes cilières qui laissent couler de la cire fluide ; la glande de Nasanoff qui diffuse une odeur particulière interceptée par les autres abeilles et les glandes a venin qui sont deux et qui assurent a l'abeille une certaine protection grâce au dard présent aux extrémités. (11)

Au sein d'une colonie d'abeilles on rencontre :

- ❖ **La reine** : l'unique femelle féconde au sein de la colonie ; elle ne quitte la ruche que rarement et est extrêmement protégée .Son abdomen est bien plus développé que celui d'une ouvrière et possède un dard qu'elle n'utilise presque jamais, elle se nourrit à la gelée royale et est la mère de tous les individus qui naissent dans la colonie. (14)
- ❖ **Le faux bourdon** : il s'agit du male de l'abeille ; il est d'une grande taille ; très velu et dépourvu d'aiguillon .Son rôle ultime est de féconder la reine lors du vole nuptial ; rôle qui lui coutera la vie. (11)
- ❖ **L'ouvrière** : les ouvrières représentent la quasi-totalité de la colonie ; ce sont des femelles aux ovaires sont stériles mais qui bénéficient d'organes assez développés servant à la récolte du pollen ; du nectar ou encore de la propolis. Leurs tâches varient en fonction de l'âge en effet plus une ouvrière est âgée plus elle développe des organes spécifiques au travail auquel elle est destinée .Leur durée de vie change en fonction des saisons (une abeille d'hiver vit plus longtemps qu'une abeille de printemps) et sont toutes des demies sœurs (ont la même mère mais pas le même père). (14)



Figure 3: Les individus de la ruche.(15)

2.4 L'élaboration du miel :

L'élaboration du miel est un voyage fascinant qui commence par la récolte du nectar secrété par les fleurs dans le but de les attirer vers ces plantes et assurer la pollinisation de ces dernières. (16)

Les abeilles butinent ces fleurs dans un périmètre proche de leur ruche, elles ne s'éloignent que dans un cadre de besoin et se prémunissent d'une réserve de miel leur permettant de puiser de l'énergie nécessaire pour voler(11). Lors de son passage de fleur en fleur la butineuse recueille du nectar par aspiration grâce à sa trompe puis l'emmagasine dans le jabot qui est le prolongement de l'appareil buccal(11), c'est à ce niveau du tube digestif que commence la transformation du saccharose du nectar en glucose ; fructose et autres sucres simples.

Arrivée à la ruche la butineuse régurgite sa récolte et la transmet à d'autres ouvrières qui ne quittent guère leur habitat ; ces dernières communiquent le nectar entre elles par une cascade de régurgitation au cours de laquelle il se vide de son eau mais reçoit des sucs gastriques et

des sécrétions salivaires notamment : de l'invertase, de l'alpha amylase et la glucose oxydase.(17)

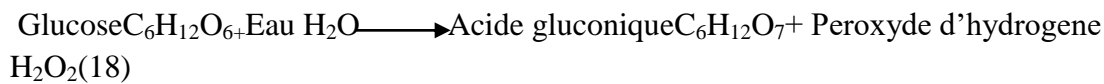
Invertase



Alpha amylase



Glucose oxydase



Les deux tiers de la solution sucrée ainsi obtenue sont disposés au sein d'une cellule de stockage ou alvéole et subissent d'une part l'action de la chaleur diffusée dans l'intégralité de la ruche et d'autre part celle des abeilles ventileuses qui par des battements d'ailes créent un courant d'air permettant la ventilation et l'élimination de l'excès d'eau.(19)(19)

Il ne faudra que quelques jours pour que la teneur en eau passe de 50% à moins de 20% ; le tiers de miel restant sera donc ajouté et on parlera de miel mur , l'alvéole est alors operculée par un bouchon de cire et les abeilles disposeront d'une réserve de miel assez riche en sucres et insensible à la fermentation. (17)

Il est à noter que le miellat dont l'abeille récolte comme alternative au nectar subit les mêmes étapes décrites précédemment avec un double traitement : un premier passage dans l'appareil digestif du puceron pour ensuite passer dans celui de l'abeille. (17)

2.5 Classification du miel :

Selon (Sanz et al. 2005) le miel provient des plantes par le biais des abeilles à partir du nectar recueilli dans la fleur, ou du miellat recueilli sur la plante, ainsi selon leur origine botanique les miels peuvent être classés en : (20)

2.5.1 Miel de nectar de fleurs : Le nectar qui est généralement la principale source de miel, est le liquide sucré sécrété par les glandes nectarifères, présentes sur de nombreuses plantes. Les nectaires qui abritent ces glandes sont le plus souvent situés dans les fleurs, mais peuvent aussi se trouver à la base de certaines feuilles(21). Ce dernier ne contient qu'une très faible quantité de pollen, que l'on rencontre dans le miel. Le pollen se présente dans les anthères de toutes les plantes où les abeilles se recueillent. Le miel "moderne" ne contient qu'une infime quantité de pollen. Le pollen peut être identifié à l'aide d'un microscope ; famille ; genre ou espèce de la plante d'origine.(22)



Figure 4: Abeille suçant du miel grâce aux pièces buccales.(23)

2.5.1.1 Miels mono floraux : Le miel élaboré à base d'une seule espèce de fleur est un miel mono floral (appelé aussi uni-floral), dans cette classe on trouve le miel de kapok, de banane ou de café, le miel d'acacia, d'oranger et de lavande. Ces miels possèdent toujours les mêmes caractéristiques physicochimiques et organoleptiques (aspect, couleur, gout) et sont bien valorisés dans le commerce. Il est également possible de déterminer leur provenance des fleurs par la reconnaissance des grains de pollen prédominants. (24)

2.5.1.2 Miel poly floraux : Ils rassemblent le pollen du nectar de nombreuses plantes, ces miels sont dits "Toutes fleurs". Les caractéristiques de ces miels sont très variables et dépendent de l'espèce d'abeille, de la floraison et des conditions climatiques. (24)

2.5.2 Miel de miellat : C'est un liquide épais et visqueux constitué par les excréments liquides des homoptères (psylles, cochenilles et surtout pucerons). Ces insectes piqueurs percutent les tissus végétaux avec leurs pièces buccales pour capter les éléments azotés de la sève, et rejettent par leur anus, des gouttelettes sucrées riches en acides aminés : le miellat. Le miel de miellat est plutôt sombre et moins humide que celui du nectar(25). Ce miel présente une cristallisation qui est rapide, il est très souvent trouble, aigre et se conserve moins longtemps.(22)



Figure 5: Abeille butinant le miellat d'un puceron.(26)

2.6 Composition du miel :

Le miel est un produit naturel qui regorge de substances le rendant non seulement parfait pour notre équilibre biologique mais aussi impossible à recréer en industrie.

En résumé le miel dispose :

- d'une teneur en eau inférieure à 20%
- d'une teneur en sucres d'environ 41.0% pour le fructose (Lévuose), 35.0% pour le glucose (Dextrose) et 1.9% pour le saccharose.
- d'une teneur en minéraux d'environ 0.2%.(11)

2.6.1 Eau: étant liée au degré de maturité la teneur en eau d'un miel pur est en moyenne 17.2% ; cette teneur peut changer en fonction des miels mais ne dépassera jamais les 20% car au delà de cette limite le miel fermentera. (25)

2.6.2 Hydrates de carbones : constituent les $\frac{3}{4}$ du poids du miel, il existe environ une quinzaine mais les principaux sucres rencontrés dans un échantillon sont le glucose et le fructose qui sont des sucres simples issus de l'inversion du saccharose du nectar par une enzyme que l'on appelle invertase. Le saccharose est également présent au sein de cette composition puisqu'une infime partie échappe à la conversion. (27)

2.6.3 Les autres composants :

Tableau 1:Les autres composants du miel.(28)

Composants	Remarques
Enzymes (diastases)	-Invertase : conversion du saccharose en glucose et fructose. - α/β Amylase : conversion de l'amidon en glucose. -Ils sont thermolabiles et sensibles à une température supérieure ou égale à 40°C.
Protéines	-Très faible proportion : on peut trouver proline, leucine isoleucine et d'autres acides aminés.
Acides	-Principalement l'acide gluconique++.
Minéraux	-0.2 à 1% certains font partie intégrante de la composition de chaque miel, d'autres sont variables :Na ,K ,Ca... -Présence d'un certain nombre d'oligoéléments (une trentaine environ).
Lipides	-sous forme d'acides gras et de triglycérides il s'agit d'une imperfection de filtration de la cire.

Vitamines	-Vitamines du groupe B : B1 (thiamine) jusqu'a B9 (acide folique).
-----------	--

Il est à noter qu'un miel au cours de sa conservation renfermera du pollen, de la propolis, de la cire ainsi que du venin d'abeille dont la quantité change en fonction de la durée de stockage. (22)

2.7 Les propriétés du miel :

2.7.1 Propriétés organoleptiques :

2.7.1.1 Odeur :

Dans les différents miels, les odeurs varient considérablement mais S'évaporent rapidement. Elles sont végétales, florales ou fruitées, puissantes ou non, Fines, lourdes, vulgaires. Une odeur de fumée ou de fermentation est un défaut(29).

2.7.1.2 La couleur :

La coloration est une caractéristique physique essentielle de miel car elle est en rapport avec leur origine florale ainsi qu'avec sa composition(30). La couleur du miel présente une coloration d'une très grande variabilité qui peut aller d'une teinte presque incolore ou blanche au brun foncé. Plus le miel n'est clair, moins il comporte des minéraux et vice versa. Le chauffage, le vieillissement ainsi que la lumière entraînent une intensification de la coloration du miel(31). Elle constitue un critère de classification notamment d'un point de vue commercial.



Figure 6: Les différentes couleurs du miel.(32)

2.7.1.3 La saveur :

La saveur plus ou moins sucrée et aromatique, d'odeur variable, le goût et l'arôme varient et dépendent de l'origine végétale où les abeilles ont récolté le nectar. Le miel foncé a généralement un goût plus prononcé et une forte teneur en minéraux tandis que le miel clair a une saveur plus délicate. (33)

2.7.2 Propriétés physico-chimiques:

2.7.2.1 Densité :

La densité est définie comme étant le rapport entre la masse d'un corps et celle d'un même volume d'eau, elle se détermine au pèse sirop ou au densimètre. La densité d'un miel homogène varie approximativement de 1,39 à 1,44 à 20 °C(34), et donc le miel est un produit relativement dense. En effet, le poids spécifique du miel peut varier selon son origine florale et sa teneur en eau. Plus un miel est riche en eau moins il est dense.(35)

2.7.2.2 La viscosité :

La viscosité (du latin viscum, gui, glu) peut être définie comme l'ensemble des phénomènes de résistance au moment d'un fluide pour un écoulement avec ou sans turbulence, dans le cas des miels, la viscosité conditionnée essentiellement par trois facteurs, selon Huchet et AL

(1996); sa teneur en eau, sa composition chimiques et sa température (voir tableau N°1 annexe). Plus la température est basse plus la viscosité est très élevée(34). Selon (Louveaux,1968)(36).les protéines et les substances colloïdales augmentent la viscosité du miel ainsi les miels foncés ont une viscosité plus élevée que les miels clairs.

2.7.2.3 Le pH :

Ibrahim et al (2012) mentionnent que le miel est acide cependant son acidité due à la présence d'acide organique qui contribuent à sa délicatesse et à sa stabilité(37). Le pH du miel varie entre 3,5 et 6 et leur acidité naturelle influence sur la fragilité du certain miel, en effet plus le miel est acide plus il est fragile et plus le pH supérieur du 4 plus le miel se conserve bien.(35)

2.7.2.4 La solubilité :

Le miel se dissout dans l'eau et l'alcool dilue mais il est insoluble dans l'alcool fort, l'éther, le chloroforme et le benzène.(36)

2.7.2.5 L'indice de réfraction :

Il est mesuré par le refractomètre et il est en relation avec la teneur de l'eau et la température. L'indice de réfraction du miel est plus élevé lorsque la teneur en eau est faible (34)comme le représente le tableau 3 annexe.

2.7.2.6 Conductivité électrique :

La conductivité électrique est le principal paramètre qui permet de différencier entre les miels de miellat et les miels des fleurs, tandis que les miels des miellats ayant une conductibilité supérieure à celle des miels du nectar(37). Cette mesure dépend de la teneur en minéraux ; plus il y a de la matière minérale, plus la conductivité est importante ; Le miel de miellat contient beaucoup de matière minérale par rapport à celui du nectar ce qui rend la conductibilité du miel de nectar inférieur de 0,8 ms.cm-1 et la conductibilité du miel de miellat supérieur de 0,8ms.cm-1.(38)

2.7.2.7 Hygroscopicité :

Le miel est très hygroscopique, il peut absorber l'humidité de l'air. Un miel normal contenant 18% d'eau, si on le laisse au bout de trois mois dans une atmosphère humide peut contenir 55% d'eau, alors son poids augmente de 84%. (39)

2.7.2.8 La cristallisation :

Le miel est une solution sucrée sursaturée, il est instable. La vitesse de cristallisation du miel dépend de sa composition en sucres surtout le glucose, la teneur en eau, la température de conservation de ce fait l'aptitude de cristallisation du miel est fonction du rapport (glucose /eau).la cristallisation est nulle ou très lente si l'indice est inférieur de 1,6 par contre elle est complète lorsque l'indice est supérieur de 2. (40)

2.8 La conservation du miel :

La conservation des aliments implique une série de méthodes de traitement dont le but est de préserver les caractéristiques gustatives, nutritionnelles, de texture et de couleur des denrées alimentaires, ainsi que leur comestibilité, et d'éviter d'éventuelles intoxications alimentaires.

La conservation est une méthode utilisée pour préserver un état existant ou pour empêcher une altération qui peut être causée par des facteurs chimiques (oxydation), physiques (température, lumière) ou biologiques (micro-organismes).la vitesse d'altération Dépend des caractéristiques intrinsèques liées à l'aliment et des conditions extrinsèques qui sont liées à l'environnement.(41)

En règle générale, la conservation du miel se fera à température constante, dans un pot entreposé dans un endroit sombre et à l'abri de la lumière. Grâce à sa haute teneur en sucre, il se conserve très longtemps. Il est préférable de le consommer dans moins de deux ans. Un miel cristallisé ne supporte pas l'excès de température (plus de 25°C). Il faudra donc le conserver dans un endroit où la température ne dépasse pas 20°C. (42)

2.9 Usage du miel en médecine:

De part son utilisation culinaire et cosmétique le miel dispose de vertus thérapeutiques hors du commun, il a le privilège d'être un 'remède naturel ' surgissant tout droit de la nature, confectionné par l'abeille et conservé au sein d'une ruche .Parmi ses propriétés on note :

Sa faculté à cicatriser les plaies , en effet le miel présente un pH acide faible compris entre 2 et 5 ,une teneur en eau qui est assez basse et une concentration d'environ 80% en monosaccharides donnant une bonne hydratation et donc un pouvoir osmolaire , ces propos lui permettent d'empêcher que le pansement n'adhère à la plaie et favorisent le bourgeonnement cellulaire. De l'eau oxygénée est également produite dans le miel suite à l'oxydation de l'eau et du glucose par une enzyme : La glycoxydase (GOX), il s'agit de la voie peroxydique qui permettra le nettoyage des plaies ainsi que leur granulation .Parmi les manifestations de cette activité cicatrisante on a les ulcères inflammatoires ou le pansement au miel doit être placé avant fermeture chirurgicale afin de préparer le lit de la plaie ; les ulcères

du pieds du diabétique ou le miel réduit la surface de la plaie et évite le recours aux techniques chirurgicales complexes ; et les escarres ou en postopératoire par exemple le pansement au miel est utilisé pour le traitement des petites déhiscences. (43)

Sa propriété antibactérienne ou le miel présente une certaine activité bactéricide et bactériostatique sur plusieurs souches incluant celles qui résistent a certains antibiotiques telles que : Staphylococcus aureus qui résiste a la methycilline ou les entérocoques qui résistent a la vancomycine. Cette activité est principalement due a quatre facteurs : l'osmolatité conférée par les sucres permettant la déshydratation des germes(44); le pH acide qui décroît la vitesse de croissance de plusieurs bactéries(45) ; le peroxyde d'hydrogène ou inhibine qui augmente l'acidité du miel et possède des valeurs antiseptiques (46)et le système non peroxyde.

Sa propriété anti-inflammatoire car il a été prouvé que lors de l'usage du miel, l'inflammation s'atténue et l'œdème, les exsudats et la douleur disparaissent. (47)

Sa propriété anticancéreuse ou il a été montré qu'il lutte contre le cancer du sein ; de la prostate(38) ; du foie ainsi que les cancers colorectaux (48)et ceci en agissant sur le développement des cellules cancéreuses.

Le miel présente également une propriété laxative et permet aux personnes constipées de mieux se sentir puisqu'il agit sur la flore intestinale et empêche la fermentation. (11)

Le miel est aussi un aliment de fécondité car il renforce la virilité masculine ainsi que la fécondité des femmes, c'est un élément emménagogue qui stimule le flux sanguin au niveau de la zone pelvienne ou l'utérus en cas d'aménorrhée. (49)

Le miel est un excellent sédatif et apaisant, il favorise le sommeil et combat l'insomnie, il est aussi euphorisant ; régule l'activité du cerveau et aide a la lutte contre le stress, c'est donc un aliment qui renforce la santé mentale. (11)

Le miel a également la réputation d'être un antidote car selon le médecin Ibn

Biklârish : «Lorsqu'on l'administre en pâte avec de l'huile essentielle de rose, il est bon contre les piqûres ou morsures de bêtes nuisibles et pour ceux qui prennent de l'opium ou qui ont mangé des champignons vénéneux. », il repousse donc l'effet refroidissant du poison par sa chaleur. (50)

2.10 Les contaminants d miel :

2.10.1 Définition d'un contaminant :

Selon l'AESA (Autorité européenne de sécurité des aliments) les contaminants alimentaires sont des substances chimiques qui n'ont pas été ajoutées intentionnellement a des aliments destinés a l'alimentation humaine ou animale. Ces substances peuvent être présents a la suite de plusieurs étapes de leur production ; de leur traitement ; ou de leur transport. Ils peuvent également être le résultat de la pollution de l'environnement.

Les contaminants peuvent poser un risque pour la santé humaine ou animale.(51)

2.10.2 Danger microbiologique :

Le miel possède certes des propriétés antimicrobiennes hors du commun mais il ne peut échapper a l'action de certaines levures et bactéries dont Clostridium botulinum ; en effet ce sont les abeilles qui portent les spores de Clostridium dans leur dans leur tube digestif ayant pour source le pollen et le nectar.(52)

Cette bactérie Gram-positif ; anaérobie et ubiquitaire ; est facile a isoler a partir des aliments, des poussières et des sols, ses spores résistent a la chaleur et peuvent supporter une température de 100°C pendant plus de 5 heures.(53)

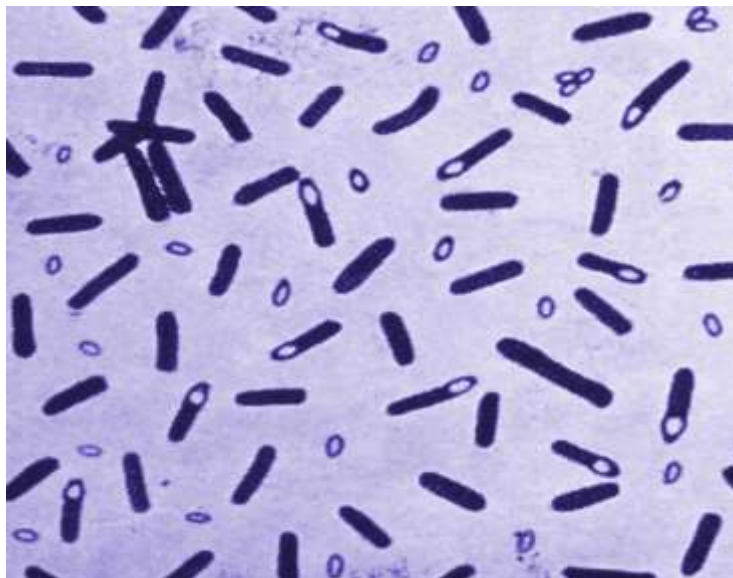


Figure 7:Image de Clostridium botulinum.(54)

Les spores de Clostridium sont alors accidentellement ingérées ; se développent au niveau de l'intestin laissant s'échapper une toxine : La toxine botulique.

Cette dernière après avoir réussi à surpasser la barrière intestinale ; se fixe irréversiblement sur les jonctions neuromusculaires entraînant ainsi une inhibition de la libération de l'acétylcholine au sein de la plaque motrice avec comme résultat : une paralysie avec hypotonie.

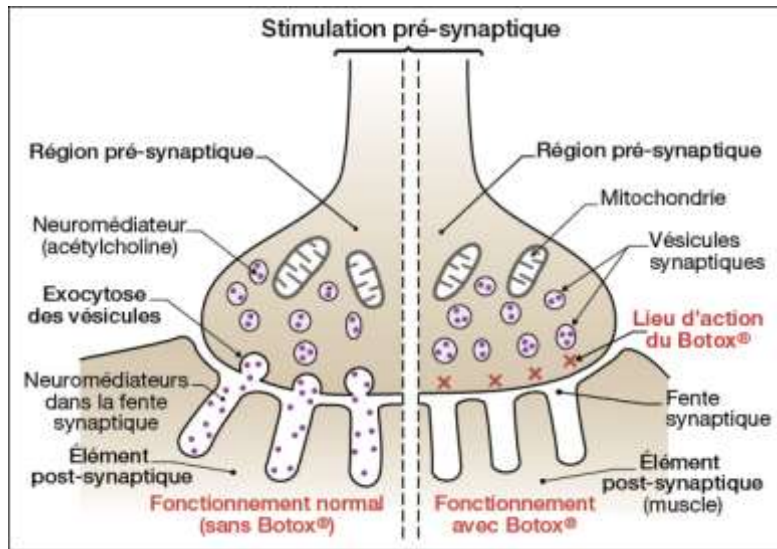


Figure 8:Mode d'action de la toxine botulique.(55)

Les enfants de moins d'un an étaient les cibles les plus vulnérables en raison de la simplicité de la composition de leur flore intestinale ; ils développent alors une maladie connue sous le nom de botulisme infantile.

Il est à noter que la dose infectante pour un jeune enfant nourrisson est estimée à 10 jusqu'à 100 spores.(56)

2.10.3 Danger chimique :

2.10.3.1 Métaux lourds :

le plomb et le cadmium sont les deux métaux les plus incriminés en matière de présence toxique dans l'environnement ; leur teneur dans le miel varie essentiellement en fonction des zones géographiques ; des saisons de récolte ainsi que de l'origine florale.(57)

2.10.3.2 Plomb :

Ce plomb provient principalement des anciennes fonderies de zinc ; des peintures à base de plomb ayant subi une détérioration ou encore des déchets industriels stockés.

Le plomb peut être retrouvé dans le miel par le biais du nectar contaminé ou encore à partir du contact avec l'air puisque le miel présente une certaine hygroscopicité.

L'union européenne propose une valeur de 1mg/Kg comme limite maximale spécifique pour les éléments toxiques du miel.(58)

2.10.3.3 Cadmium :

Le cadmium est un sous produit de la métallurgie du zinc et du cuivre ; il présente une source de pollution agricole du fait de sa présence dans les engrais, atmosphérique suite aux retombées provenant de la combustion des produits pétroliers mais aussi aquatique venant des usines et leurs rejets.

Le cadmium ; métal bioaccumulable pouvant contaminer le miel principalement dans le cas où les ruchers se situent dans des périmètres proches des fonderies de cuivre et de zinc. (58)

L'union européenne propose une valeur de 0.1mg/Kg comme limite maximale spécifique pour les éléments toxiques spécifiques du miel.(59)

D'autres métaux sont également retrouvés mais avec un degré moindre :

L'arsenic ; minéral métalloïde dont la mobilité est faible mais qui peut être retrouvé dans les sols, et par conséquent dans le miel ; il présente une toxicité importante en particulier sous sa forme organique.

Le Nickel est un métal fréquemment retrouvé dans l'environnement ; sa présence dans le miel est justifiée par la pollution atmosphérique ou via les plantes contaminées lors de la récolte du nectar, la contamination peut également se faire suite au contact avec des objets métalliques tels que les contenants en métal.

Le Cuivre et le Zinc ; oligo-éléments dont le miel constitue une source alimentaire ; leur présence dans ce dernier est recommandée mais nécessite un contrôle car un excès de ces deux métaux peut bien se révéler toxique.(58)

2.10.3.4 Les pesticides :

” Les pesticides sont des produits chimiques employés contre les parasites animaux et végétaux des cultures”

Les abeilles s'intoxiquent directement par les pesticides soit par ingestion de produits contaminés comme le nectar ou le pollen, par contact lors du butinage des fleurs ayant subies l'action des pesticides ou par inhalation ce qui dépendra de la concentration de ces produits dans l'air.(60)

2.10.3.5 Les antibiotiques :

Quand un animal est traité par un antibiotique ce dernier est dégradé dans les tissus, la vitesse de cette dégradation est variable en fonction de l'organe qu'on traite, et après un certain temps d'attente l'animal ou le produit issu de l'animal peuvent enfin être consommés.

Pour les abeilles le processus est différent puisqu'on ne traite pas l'animal en question mais on reparti le produit au sein des rayons de la ruche ; par conséquent l'ensemble de l'environnement entourant cette dernière sera infesté de résidus d'antibiotiques ; le temps d'attente dans ce cas sera difficile a prédire.

Ces antibiotiques peuvent contaminer le miel de deux manières :

- Verticale dans le cas ou l'apiculteur répond le médicament vétérinaire directement dans la ruche. Il faut savoir que cette pratique présente un risque de contamination des ruchers voisins.
- Horizontale dans le cas ou les produits utilisés en agriculture se dégradent en antibiotiques ; ou encore lorsque les abeilles au cours du butinage recueillent certains résidus.(61)

2.10.3.6 Les acaricides :

Les acaricides sont des substances phytopharmaceutiques utilisés pour la lutte contre les acariens.

Il faut savoir que l'acarien le plus redouté par les passionnés d'apiculture est le varroa, parasite se reproduisant au sein des alvéoles de la ruche et privant les abeilles de leurs nutriments, compromettant ainsi la survie de ces dernières.(62)

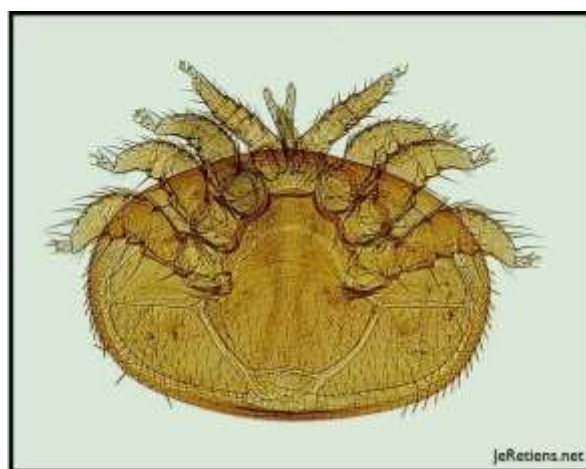


Figure 9:Image du Varroa destructor.(63)

L'utilisation des acaricides par les apiculteurs est limitée à une durée de 6 à 7 semaines, hors certains de ces apiculteurs préfèrent les laisser tout l'hiver ce qui a pour conséquence une contamination assez importante des produits apicoles, les résidus d'acaricides peuvent donc demeurer dans la cire d'abeilles pour une durée pouvant aller jusqu'à 5 ans.(64)

2.11 Le vieillissement du miel :

Au cours de préservation ; le miel comme toute denrée alimentaire est sujet à des altérations divers ; ces altérations entraînent sans aucun doute une perte progressive de ses propriétés essentielles.

Nombreux sont les facteurs responsables de ce vieillissement ; on retrouve :

2.11.1 La cristallisation :

La cristallisation est un phénomène responsable de la modification de l'état du miel ; en effet lors de sa conservation le miel figure sous un état trouble déplaisant pour le consommateur ; ceci est dû à la cristallisation du glucose sous forme de glucose monohydraté ; et dépendra donc de la composition en sucres et de la température de l'endroit de stockage.

La cristallisation du miel entraînera également un problème de qualité de conservation car la partie du miel qui ne cristallisera pas sera plus sensible à l'effet de l'humidité et entraînera par conséquent une croissance des levures.(65)

2.11.2 La fermentation :

Une teneur élevée en eau (plus de 18%) dans un miel aura pour conséquence une fermentation de ce dernier ; cette fermentation est dite alcoolique et est due à des levures homophiles qui transforment les sucres en alcool et en gaz carbonique.

Il faut noter que cette fermentation est influencée par la température et atteindra son summum entre 30°C et 40°C.

La fermentation va donc endommager le miel qui présentera une acidité supérieure à la normale et qui sera impropre à la consommation.(66)



Figure 10:Miel fermenté.(67)

❖ **Conséquences du vieillissement du miel :**

D'autres modifications apparaissent lors du vieillissement du miel :

- ✚ l'hydroxymethylfurfural ou HMF qui cycle de furane porteur d'une fonction aldéhyde et d'une fonction alcool dérivé de la déshydratation du glucose ou du fructose ; et dont l'augmentation témoigne du vieillissement du miel ; en effet il s'agit d'un excellent indicateur de pureté, car un miel pur venant d'être récolté n'en contient qu'une infime concentration d'environ 3mg/Kg.

Il faut savoir que le taux légal européen est de 40mg/Kg, valeur qu'il ne faut pas dépasser si on veut que notre miel soit apte à la consommation.(68)

Tableau 2: Temps mis par les miels pour atteindre 40mg/Kg d'HMF.

Température de stockage en C°	Durée pour atteindre 40mg/Kg d'HMF
4	20 à 80 ans
20	2 à 4 ans
30	6 mois à un an
40	Un à deux mois
50	Cinq à dix jours
60	Un à deux jours
70	Six à vingt heures

- ✚ Diminution de la concentration du glucose.
- ✚ Diminution voir même absence de l'activité antibactérienne.
- ✚ Augmentation de l'acidité du miel.
- ✚ Augmentation de l'intensité de la couleur du miel.(25)

2.12 Les conditions de conservation du miel :

Pour qu'il puisse garder sa qualité ; e miel doit être conservé dans de bonnes conditions ; ces conditions éviteront l'altération de ses propriétés gustatives et nutritives ; et garantiront sa préservation pendant une longue période :

2.12.1 L'hygiène :

Espace de travail ; outils et équipements doivent être d'une propreté irréprochable avant toute manipulation ; et ceci dès la récolte, un nettoyage a l'eau chaude et aux détergents suivi d'un bon séchage diminueront la dissémination d'impuretés et de microorganismes.

Le miel doit être conservé dans un endroit respectant les règles d'hygiène et d'asepsie et le personnel manipulateur se doit de se laver les mains d'une façon régulière.(69)

2.12.2 L'humidité :

Lorsque la teneur en eau dépasse 20% notre miel commence progressivement à perdre sa qualité et a s'altérer.

Par conséquent ; il doit être conservé dans un endroit sombre ; sec ; frais a une température d'environ 25°C ; afin de contrôler le taux d'humidité et d'empêcher sa hausse(69).

2.12.3 La chaleur :

Une source de chaleur quelconque impliquera l'apparition d'HMF élément majeur dans le suivi du vieillissement du miel.

Pour éviter donc l'apparition de ce produit, le miel récolté ou déjà conditionné se doit d'être conservé à l'ombre. (69)

D'autres précautions sont également envisageables :

2.12.4 La filtration :

Le but de cette filtration est de débarrasser le miel de toute substance indésirable telle que : cire ; pollen ; matières organiques ou encore poussières susceptibles d'altérer la qualité de ce miel ou d'en perturber le goût.

Cette filtration est possible par le biais de tamis ou passoires particulières grossières puis fines et disposant de mailles extrêmement fines capables de freiner le passage d'impuretés.

Il faut savoir que le marché international décrète un taux de matières insolubles dans l'eau de :

-Un maximum de 0.1g/100g pour des miels autres que ceux pressés.

-Un maximum de 0.5g/100g pour les miels pressés.(70)

2.12.5 La pasteurisation :

La pasteurisation d'un miel permet de prévenir sa fermentation et assure l'élimination des microorganismes susceptibles de s'y développer ainsi que la fonte des microcristaux de glucose.

La pasteurisation est possible grâce à des pasteurisateurs à plaques ; ou le miel est chauffé à une température de 78°C pendant une durée de 5 à 6 min.

Au cours de ce processus ; l'eau chaude qui coule entre les plaques à contre courant du miel apporte les calories ; puis un refroidissement est réalisé de la même façon dans l'autre partie de ces plaques ; et ceci à l'aide d'eau tiède.

La pasteurisation concerne les miels dont la teneur en eau dépasse 20% et ceux dont la quantité de glucose est entre 28 et 35%. (71)

3 Le monde bactérien :

3.1 Définition d'une bactérie :

Bactérie : Latin scientifique bacterium ; du grec bakterion ; petit bâton. (72)

''Bactérie'' est un terme générique qui désigne des microorganismes vivants microscopiques (qui ne sont visibles qu'avec un microscope) présents dans tous les milieux.(73)

Etre unicellulaire, a structure très simple, dépourvu de noyau et d'organites ; au matériel génétique diffus ; généralement sans chlorophylle et se reproduisant par scissiparité.(72)

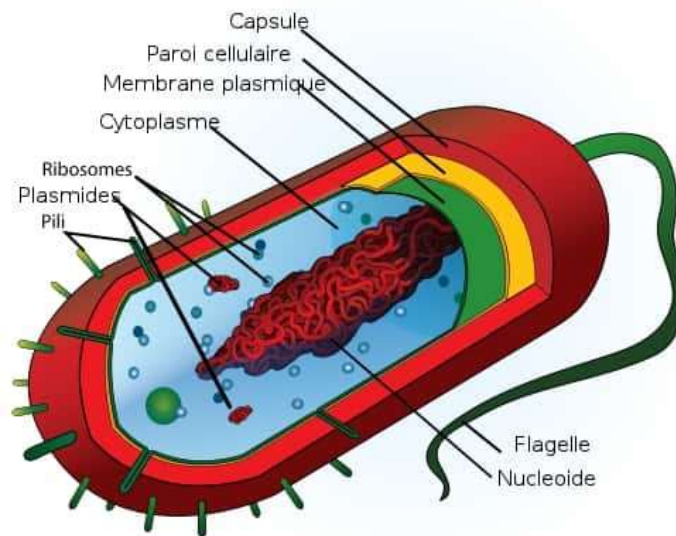


Figure 11:Schéma d'une cellule bactérienne typique.(74)

3.2 Structure d'une bactérie :

3.2.1 Eléments obligatoires :

3.2.1.1 Paroi :

Il s'agit d'une couche externe rigide qui maintient la forme des cellules .Elle est présente chez l'ensemble des bactéries à l'exception des « Mycoplasma » et joue le rôle de barrière de perméabilité qui sélectionne l'entrée et sortie des molécules.

Elle est variable d'une bactérie a une autre en fonction de l'épaisseur, la structure ou encore la composition.(75)

- **Peptidoglycane : « Mureine »**

Il s'agit d'une macromolécule spécifique de la paroi des bactéries, située à l'extrémité de la membrane plasmique et dont l'absence est fatale car elle mène à la rupture de la membrane et donc a la mort de bactérie.(75)

Le peptidoglycane est un heteropolymere constitué de deux parties :

- ❖ Une partie osidique : avec une alternance entre acide N-acetylmuramique et N-acetylglucosamine ; des liaisons β (1-4) les relie.
- ❖ Une partie peptidique : reliée a la N-acetylmuramique et constituée par la L-alanine ; le D-glutamate ; la lysine et le D-alanine en position 1 ; 2 ; 3 et 4 respectivement.(76)

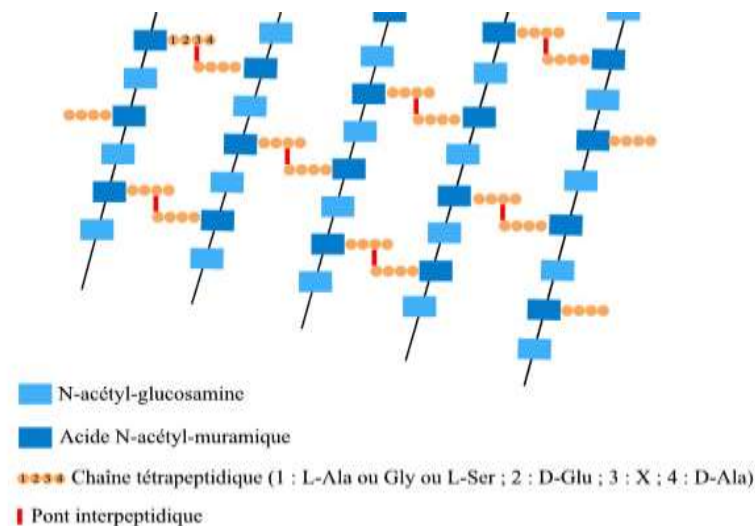


Figure 12:Structure du peptidoglycane.(77)

3.2.1.2 Membrane cytoplasmique :

Une double couche de phospholipides essentiellement des "phospholipides" dans laquelle on trouve des protéines. Ces structures présentent une disposition particulière de sorte que les parties externes de cette membrane soient hydrophiles alors que la partie interne est hydrophobe.(78)

Les lipides n'assurent généralement qu'un rôle de perméabilité sélective. Les protéines quant à elles jouent un rôle dans les échanges ; la production d'énergie ; la formation du peptidoglycane et dans la respiration.

Il est à noter que la membrane cytoplasmique est dépourvue de stérols.(79)

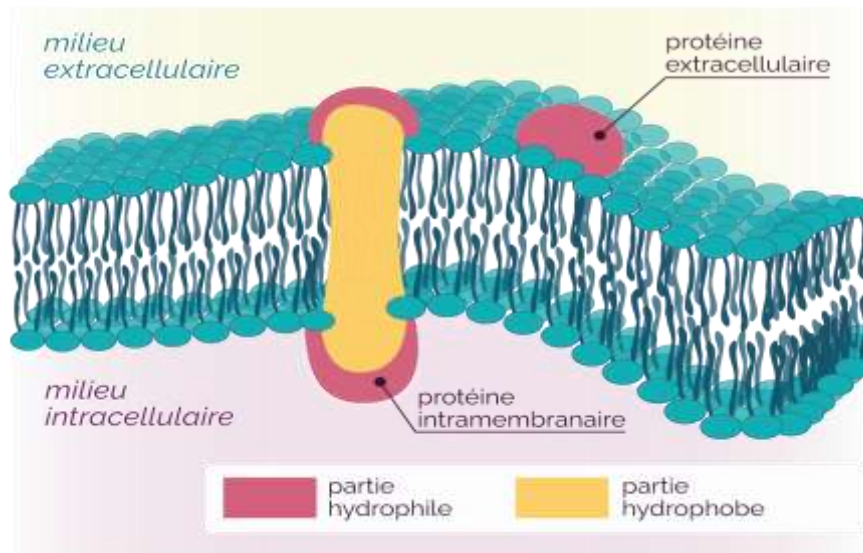


Figure 13:Schéma simplifié de la membrane cytoplasmique.(80)

3.2.1.3 Cytoplasme :

Il s'agit d'un fluide aqueux dans le quel baignent des ribosomes, des protéines cytoplasmiques, des ions et des éléments nutritifs et des granulations de réserve.

Il est dépourvu d'organelles et d'équivalent du réticulum endoplasmique qu'on retrouve chez les eucaryotes.

C'est la membrane cytoplasmique qui délimite le cytoplasme des bactéries.(81)

3.2.1.4 Chromosome :

Le chromosome est le support génétique des bactéries, il est situé au sein d'une région irrégulière appelée nucleoïde. Il s'agit d'un acide désoxyribonucléique double brin circulaire très long dépassant la taille de la cellule et qui doit être compacté afin de diminuer sa taille.

Ce compactage se fait à l'aide d'un certain nombre de protéines qu'on rencontre dans le nucleoïde : Les NAP « nucleoid –associated proteins ».(82)

Il faut savoir que certaines bactéries comme *Vibrio cholerae* présentent deux ou plusieurs chromosomes alors que d'autres n'en possèdent qu'un seul chromosome linéaire.(83)

3.2.1.5 Ribosomes :

Constitués d'ARN et de protéines ; les ribosomes sont des corpuscules faits de deux sous unités et dont le diamètre est d'environ 0.025 μm .(78)

Nettement plus petits que ceux des cellules eucaryotes ; les ribosomes bactériens sont le site de synthèse des protéines avec essentiellement deux sites : un site amino-acyl et un site peptidyl.(79)

3.2.2 Les éléments facultatifs :

3.2.2.1 La capsule :

La capsule est l'enveloppe externe se trouvant autour de la paroi. Elle est essentiellement de polysaccharides, c'est un facteur de virulence possédant un caractère pathogène et participant à la protection de la bactérie contre la phagocytose. (76)

3.2.2.2 Glycocalyx :

Il s'agit d'un ensemble de fibres constituant un feutrage entourant la bactérie. Il est de nature polysaccharidique et n'est visible qu'à l'aide d'un microscope optique. Son rôle ultime est d'aider la bactérie à l'adhérence et l'attachement aux cellules et aux corps étrangers. (84)

Le glycocalyx est également appelé Slime.

3.2.2.3 Flagelle :

Organe locomoteur dont le travail consiste à assurer la motilité des bactéries en milieu liquide, il assure également l'adhésion bactérienne à la surface des tissus végétaux et animaux.

Le flagelle est fait de trois éléments : Un corps basal qui sert à transformer l'énergie chimique en énergie physique permettant la rotation ; Un filament constitué de flagelline qui est une protéine faite de plusieurs sous unités, ce filament creux se termine par une coiffe permettant son élongation, et Un crochet qui permet une connexion entre le corps basal et le filament. (84)

3.2.2.4 Pili :

Il s'agit d'une structure filamenteuse prédominante chez les bactéries à gram négatif et rarement rencontrée chez les bactéries à gram positif.

Les pili sont formés par la polymérisation d'une protéine nommée : La piline leur permettant ainsi d'offrir à la bactérie un rôle d'adhésion sur les différentes surfaces. (85)

Il existe deux types de pili :

➤ Les pili communs :

Aussi appelé fimbriae, ces pili sont disposés d'une façon régulière à la surface des bactéries ; ils sont courts d'une longueur de 2 à 3 µm et sont retrouvés avec un nombre assez imposant. (86)

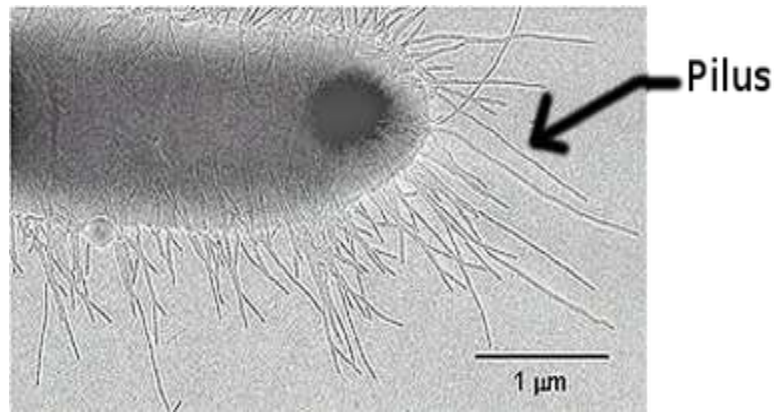


Figure 14:Pili a la surface d'Escherichia coli.(87)

Ils servent à l'adhésion et a l'agglutination des bactéries.

➤ **Les pili sexuels :**

Contrairement au fimbriae le pili sexuel est plus long, n'est pas très fréquent et n'est observé que chez les bactéries donatrices c'est-à-dire les bactéries males.

Au cours de la conjugaison le pili sexuel permet de relier les bactéries entre elles ; il peut également être un support permettant aux bactéries de se fixer.(86)

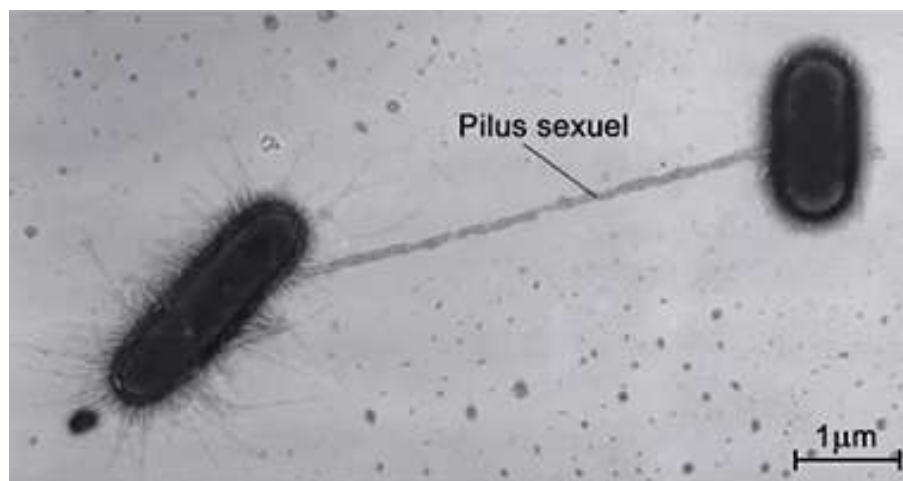


Figure 15:Deux bactéries E. coli réalisant un transfert de matériel génétique par un pili sexuel.(88)

3.2.2.5 Spore bactérienne :

La spore ou endospore est un élément facultatif crée par la bactérie lorsque les conditions locales deviennent défavorables et empêchent ainsi sa croissance ; il s'agit donc d'une forme de résistance et de défense donnant aux bactéries un avantage de survie.(89)

Une spore est ainsi dotée d'une membrane cytoplasmique avec une paroi et un cortex autour ; ce cortex regorge d'un composant caractéristique des spores bactériennes ; il s'agit de l'acide dipicolinique, on retrouve par la suite la ou les tuniques faites de protéines ainsi qu'un exosporium qui est la couche la plus externe.

Les spores bactériennes possèdent également un cytoplasme dans lequel baignent l'ARN, l'ADN, des enzymes et de l'eau.(89)

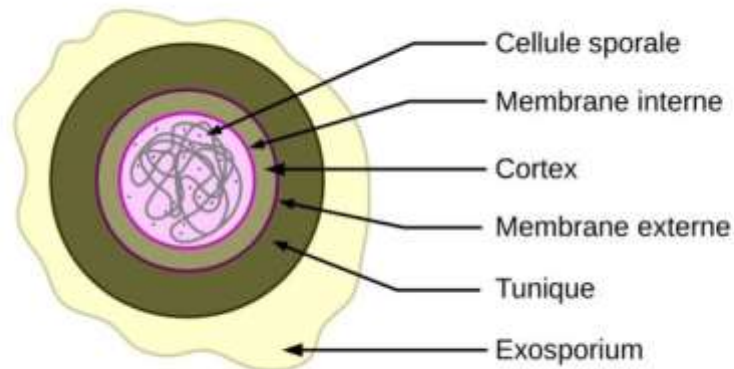


Figure 16:Structure d'une spore bactérienne.(90)

Il faut savoir que les endospores sont classées en fonction de leur forme en spores ovalaires ou sphériques ; en fonction de leur position en spores centrales, subterminales ou terminales ou encore en fonction de leur déformation en spores déformantes ou non déformantes.(90)








Forme	Position	Déformation
 Ovale  Sphérique	 Centrale  Subterminale  Terminale	 Non déformante  Déformante

Figure 17:Classification des spores.(90)

3.3 Classification des bactéries :

La classification des bactéries peut se faire selon plusieurs critères :

-Morphologie microscopique : coque ; bacille ; isolés ; en amas ou en chaînette.

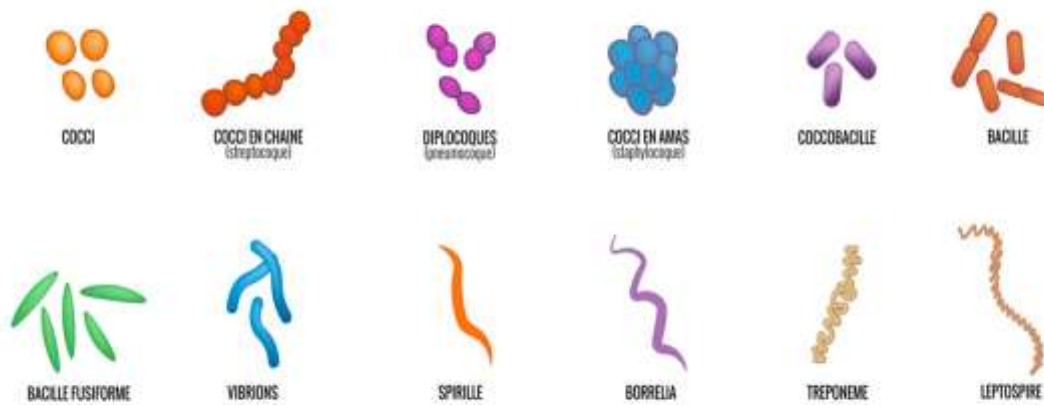


Figure 18: Morphologie microscopique des bactéries. (91)

-Morphologie macroscopique : forme ; taille et couleur des colonies.

-Coloration de Gram : Gram positif ou négatif.

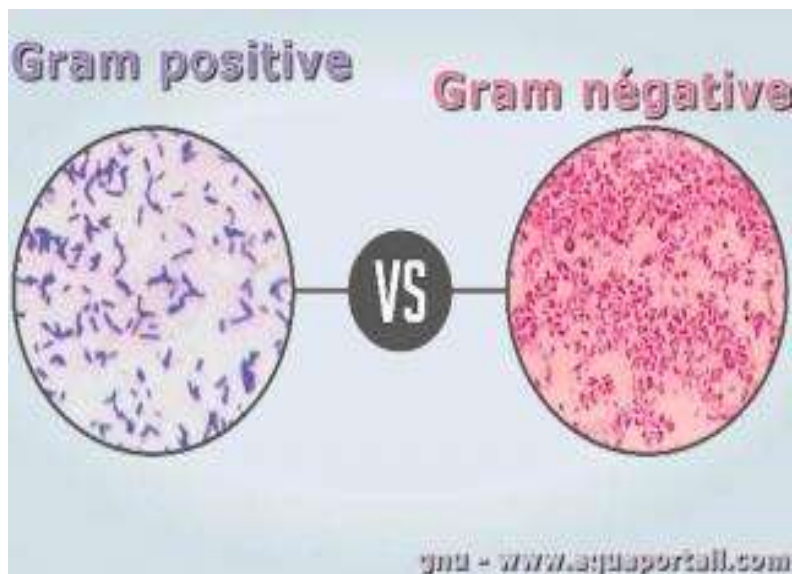


Figure 19: Différence entre un gram positif et un gram négatif. (92)

-Besoins respiratoires : aérobie ; anaérobie strict ; aeroanaerobie facultatif ou micro aérophile.

	AÉROBIE	ANAÉROBIE
Cocci Gram + (CG+)	>> Staphylococcus (en amas) – <i>S. aureus</i> – S. à coagulas négative (<i>epidermidis</i> , <i>saprophyticus</i>) >> Streptococcus (en chaîne) – <i>S. pneumoniae</i> = pneumocoque – <i>S. pyogène</i> (groupe A) – <i>S. agalactiae</i> (groupe B) – S. non groupable >> Enterococcus – <i>E. faecalis</i> – <i>E. faecium</i>	– <i>Peptostreptococcus. spp</i>
Cocci Gram – (CG-)	>> Neisseria – <i>N. meningitidis</i> = méningocoque – <i>N. gonorrhoeae</i> = gonocoque >> Autres – <i>Branhamella catarrhalis</i>	– <i>Veillonella sp</i>
Bacille Gram + (BG+)	– <i>Listeria monocytogenes</i> – <i>Corynebacterium diphteriae</i> = diphtérie – <i>Bacillus cereus</i>	>> Clostridium – <i>C. difficile</i> – <i>C. tetani</i> = tétanos – <i>C. botuli</i> = botulisme – <i>C. perfringens</i>
Bacille Gram – (BG- ou BGN)	>> Entérobactéries – <i>Escherichia coli</i> * – <i>Salmonella</i> * – <i>Shigella</i> * – <i>Proteus mirabilis</i> * – Klebsiella – Yersinia >> Autres – <i>Pseudomonas</i> – <i>Legionella</i> – Brucella, Pasteurella, Bordetella – Campylobacter et Helicobacter – Gardnerella vaginalis – Groupe HACEK	– bacteroïde – prevotella – fusobacterium

Figure 20: Tableau classant les bactéries en fonction du gram et des besoins respiratoires.(91)

-La mobilité.

-La capacité à sporuler.

-Les besoins nutritionnelles : ou la bactérie nécessite certaines substances particulières.

D'autres classifications sont également utilisées sur la base de certains critères : antigéniques (en biotypes ou biovars) ; enzymatiques (en zymotypes ou en zymovars) ; sensibilité aux antibiotiques (en antibiotypes) ; sensibilité aux bactériophages (en isotypes ou en isovars) ; ou encore une classification moléculaire (par identification de l'ADN par ribotypie qui est une technique moléculaire d'identification et de caractérisation bactérienne).(93)

3.4 Les conditions favorables à la croissance bactérienne :

3.4.1 Présence du dioxygène (O₂) :

3.4.1.1 Les bactéries aérobies strictes :

Ces bactéries tiennent leur énergie exclusivement à partir de la respiration ; elles ne croissent qu'en présence de l'air, au cours de cette opération l'oxygène moléculaire subit une réduction en eau.(94)

3.4.1.2 Les bactéries anaérobies strictes :

L'oxygène étant toxique pour elles ; ces bactéries tiennent leur énergie à partir de la fermentation ; la culture des bactéries anaérobies doit se faire sous atmosphère réductrice.(94)

3.4.1.3 Les bactéries aéro-anaérobies facultatives :

Présentent la particularité de se développer aussi bien en présence qu'en absence d'oxygène ; elles puisent leur énergie à partir de l'oxydation et de la fermentation. Ce mode de vie est retrouvé chez la plus part des bactéries qu'on rencontre en pathologie médicale.(94)

3.4.1.4 Les bactéries micro-aérophiles :

Elles se développent quand la pression partielle en oxygène est inférieure à celle de l'air.(94)

3.4.2 Effet de la température :

La peut également influencer la croissance des micro-organismes, on distingue :

3.4.2.1 Les bactéries mésophiles :

Sont des bactéries dont la température moyenne est comprise entre 20°C et 40°C.(94)

3.4.2.2 Les bactéries psychrotrophes :

Les bactéries psychrophiles sont des bactéries dont l'optimum de croissance est entre 20°C et 25°C ; elles peuvent également croître à une température de 0°C.(94)

3.4.2.3 Les bactéries psychrophiles:

Dont l'optimum de croissance est autour des 10°C et se développent également à 0°C.(94)

3.4.2.4 Les bactéries thermophiles :

Dont la température de croissance varie entre 45°C et 70°C.(94)

3.4.2.5 Les bactéries hyper thermophiles :

Leurs températures de croissance dépassent les 80°C.(94)

3.4.3 Effet du Ph :

La plus part des bactéries préfèrent se multiplier à des pH neutres ou légèrement alcalins, on retrouve :

3.4.3.1 Les bactéries neutrophiles :

Sont des microorganismes qui peuvent croître à un pH compris entre 5.5 et 8.5 et dont l'optimum est d'environ 7. Dans cette catégorie on rencontre la majorité des bactéries importantes en domaine médical : E-coli avec un pH compris entre 4.4 et 9.0.(95)

3.4.3.2 Les bactéries alcalophiles :

Qui peuvent se développer en milieux alcalins, comme c'est le cas de Vibrio :
 $8.5 < \text{pH} < 9.5$.(95)

3.4.3.3 Les bactéries acidophiles :

Qui se développent en milieux acides comme c'est le cas des Lactobacillus ou le pH est de 6.(95)

3.4.4 Effet de l'eau libre A_w :

L'eau qu'on rencontre dans une substance ou dans l'atmosphère impacte le développement bactérien, en effet, l'activité de l'eau est inversement proportionnelle à la pression osmotique d'un composé quelconque.(96)

L'activité de l'eau est donc influencée par la présence des sels ou des sucres dissous dans l'eau.

3.4.4.1 Les sels : (96)

- ❖ **Les bactéries halophiles :** sont des bactéries dont la croissance requiert du NaCl ; La concentration de ce dernier varie entre 1 et 6 % pour les bactéries faiblement halophiles et de 15 à 30 % pour les bactéries halophiles extrêmes.
- ❖ **Les bactéries halotolérantes :** sont des bactéries qui tolèrent le sel à certaines concentrations modérées ; ce sel n'est pas indispensable pour leur croissance.

3.4.4.2 Les sucres : (96)

- ❖ **Les bactéries osmophiles :** sont des bactéries qui requièrent du sucre pour leur croissance.
- ❖ **Les bactéries osmotolérantes :** Le sucre n'est pas nécessaire pour leur croissance mais peuvent se développer en sa présence.
- ❖ **Les bactéries xérophiles :** sont capables de se développer en absence totale d'eau.

3.4.5 L'effet de la pression osmotique :

Grace à leur paroi ; les bactéries ne sont pas très sensibles aux variations de la pression osmotique :

3.4.5.1 Les bactéries non halophiles :

Il s'agit des bactéries qui se développent à une concentration de NaCl inférieure à 0.2M comme les entérobactéries et les pseudomonas.(96)

3.4.5.2 Les bactéries halophiles :

Ne se développent que dans les milieux où la concentration de NaCl dépasse les 10% comme : Staphylococcus aureus.(96)

3.5 Les défenses bactériennes : Antibiorésistance :

En plus des capsules, membrane externe, spores et flagelles ; la bactérie dispose d'un moyen de défense supplémentaire la protégeant des dangers l'entourant, ce mode est appelé : l'Antibiorésistance.

3.5.1 Définition de l'Antibiorésistance :

L'Antibiorésistance ; désigne la capacité d'une bactérie à résister à l'action d'un antibiotique.

Certaines de ces bactéries présentent une résistance naturelle à quelques antibiotiques, d'autres étaient sensibles à un seul antibiotique mais développent une multi-résistance par la suite il s'agit de la résistance acquise.(97)

3.5.2 Les modes de résistances aux antibiotiques :

3.5.2.1 Résistance naturelle :

Egalement appelée 'Résistance intrinsèque' ; la résistance naturelle est liée à des prédispositions génétiques propres à l'espèce bactérienne et commune à toutes les bactéries de cette espèce. Cette résistance est connue et par conséquent l'antibiotique auquel la bactérie résistera est déjà identifié, ce genre de résistance permettra par la suite de déterminer le spectre clinique d'un antibiotique.

Parmi les bactéries qui présentent une résistance naturelle on note : Les mycobactéries qui sont naturellement résistantes aux antibiotiques qui ne peuvent traverser leur paroi riche en lipides.(98)

3.5.2.2 Résistance acquise :

La résistance acquise est un phénomène où une ou plusieurs souches bactériennes naturellement sensibles à un antibiotique y deviennent résistantes.(99)

Ce type de résistance résulte de l'obtention ou l'acquisition d'un facteur génétique rendant la bactérie apte à assimiler une concentration d'antibiotique plus importante que celle normalement inhibitrice des souches de la même espèce.(100)

3.5.3 Les causes d'Antibiorésistance :

Une utilisation excessive, incorrecte et répétée des antibiotiques permet aux bactéries de se développer ; améliorer leur structure ainsi que leurs moyens de défenses.

En effet plus un antibiotique est efficace, plus on l'utilise et plus la bactérie à laquelle il est destiné s'adapte et trouve un moyen de contrer son action par une certaine mutation.

La résistance à un antibiotique se fait :

- Par une mutation chromosomique spontanée ou poussée par l'exposition répétée à un ou plusieurs antibiotiques car la résistance est encrée au niveau des gènes, ces caractères seront par la suite transmis aux générations de bactéries qui suivent, et peut même atteindre d'autres espèces bactériennes.
- Par le biais des brins d'ADN (plasmides) d'une bactérie résistante à une autre, ces résistances plasmidiques sont beaucoup plus fréquentes et donnent naissance à la multi-résistance.(101)

3.5.4 Les principaux mécanismes d'Antibiorésistance :

- Inactivation de l'antibiotique : par le biais d'une enzyme, c'est le cas le plus fréquent avec comme exemple les β -lactamases qui sont des enzymes responsables de l'hydrolyse du noyau β -lactame des β -lactamines les rendant ainsi inactifs.
- Diminution de la quantité d'antibiotique : on diminue la quantité d'antibiotique censée atteindre la cible en baissant la perméabilité membranaire ou en expulsant l'antibiotique en dehors de la bactérie par le biais de protéines qui jouent le rôle de pompes, il s'agit des systèmes d'efflux.
- Modification de la cible : c'est le cas de *Staphylococcus aureus* qui a développé une nouvelle PLP : la PLP 2A dont l'affinité pour les β -lactamines est faible.(102)

3.6 Antibiogramme :

3.6.1 Définition :

L'antibiogramme est un outil d'aide à la décision thérapeutique. C'est un test biologique de laboratoire qui permet de mesurer la résistance bactérienne in vitro.

En pratique il permet de classer les bactéries, ce qui guide le médecin dans le choix de l'antibiotique.(103)

3.6.2 Principe de l'antibiogramme :

La réalisation d'un antibiogramme nécessite tout d'abord un prélèvement bactériologique, la démarche qui suit repose sur un test d'inhibition de la croissance bactérienne par le biais d'une série d'antibiotiques.

La lecture se fera suite à une incubation de 18h à 24h.

Les deux méthodes généralement appliquées sont :

- **La méthode des disques :**

Une gélose soigneusement choisie : il s'agit généralement de la gélose de Mueller-Hinton préalablement ensemencée avec la culture bactérienne ; est additionnée de disques en papier buvard imprégnés d'antibiotiques sous différentes concentrations.

Le diamètre de la zone d'inhibition apparaissant autour des disques est mesuré, et permettra par la suite de classer les microorganismes en trois catégories : Résistante (R) ; Intermédiaire(I) ou Sensible (S).(103)

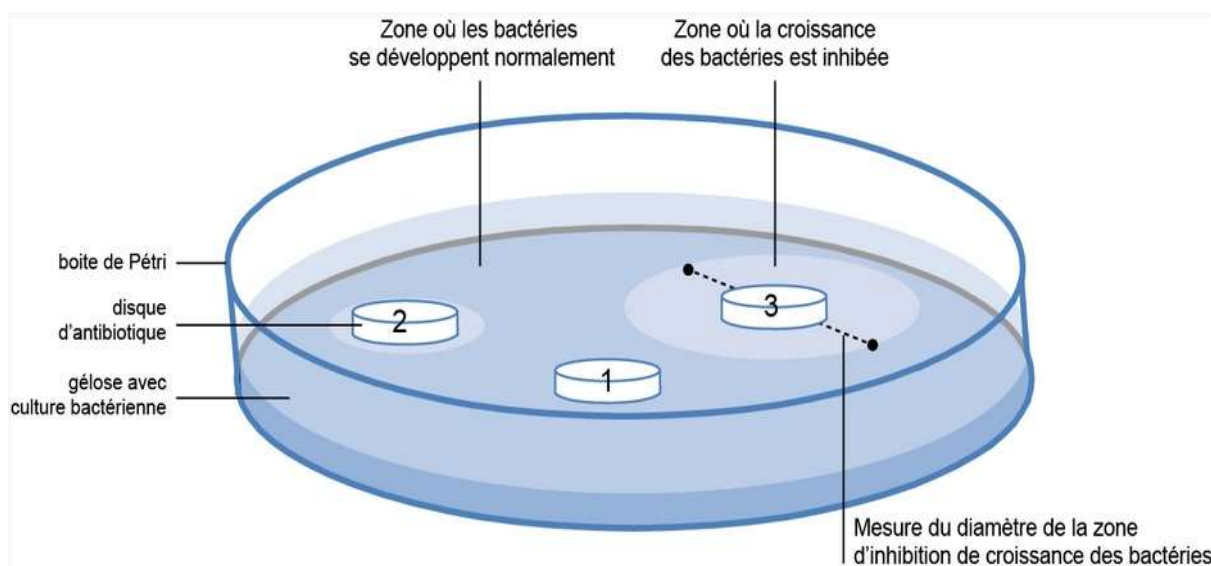


Figure 21:Antibiogramme par méthode des disques.(104)

○ **La méthode des galeries :**

Autrement appelée microdilution, cette méthode repose sur le principe de la dilution en milieu liquide.

Elle consiste à mettre en contact l'inoculum bactérien avec des concentrations croissantes d'antibiotiques ; en effet, après distribution de l'inoculum sur les cupules de la galerie contenant préalablement l'antibiotique et incubation pendant 18h, la CMI qui est la concentration minimale inhibitrice est repérée par la cupule où se trouve la concentration la plus faible d'antibiotique n'entraînant aucune croissance bactérienne.

Il existe des automates d'identification qui reposent sur cette méthode en milieu liquide, ces automates regroupent des puits réactionnels contenant des antibiotiques à différentes dilutions.(103)

3.6.3 L'intérêt de réaliser un antibiogramme :

Un antibiogramme sert à sélectionner l'antibiotique le plus efficace contre un germe responsable d'une infection donnée, il permet de distinguer entre :

- Un antibiotique testé qui ne sera d'aucune efficacité pour le patient car la bactérie a manifesté une résistance lors de son utilisation.
- Un antibiotique qui figurera dans la prescription du médecin pour un patient donné car la bactérie a été sensible à son utilisation.

Il faut savoir que lors d'une antibiothérapie, le patient se doit de respecter la dose et la durée du traitement, car toute interruption de ce dernier favorisera l'apparition de bactéries résistantes aux antibiotiques.(105)

3.7 Le mécanisme antibactérien du miel :

En 1892, pour la première fois VAN KETEL démontre les différents aspects des propriétés antibactériennes du miel alors que ALLEN a prouvé qu'il existe plusieurs types du miel avec

ou sans activités antibactériennes et a mis l'hypothèse que l'activité antibactérienne du miel dépend de type de fleurs, la source du nectar et les fleurs à partir desquelles les abeilles butinent le nectar.(106)

Selon (bedawy et al, 2004)(107), l'activité antibactériennes du miel diminue avec le temps et que selon la sensibilité au miel les diverses espèces de bactérie se diffèrent.(108)

Il existe deux catégories d'agents antimicrobiens nommés « inhibines ». L'une d'entre eux est sensible à la lumière et à la chaleur, qui trouve son origine dans le peroxyde d'hydrogène qui est produite par le glucose oxydase du miel au contraire de l'activité antimicrobienne non-peroxyde qui est insensible à la lumière et à la chaleur et qui reste indemne durant une longue période.(108)

En effet, plusieurs paramètres sont avancés selon, à savoir :

3.7.1 Osmolarité :

La forte teneur en sucre 84% qui étant le mélange entre le fructose et le glucose dans le miel provoque l'effet osmotique qui agit comme une solution hypertonique et l'eau contenue représente environ 15à21% du poids. Cependant la forte interaction entre les molécules de sucres et l'eau laisse très peu de molécules d'eau disponible pour les micro-organismes et qui provoque une déshydratation qui absorbe l'eau vitale de ces derniers et par ailleurs l'effet osmotique joue un rôle essentiel dans l'action antibactériennes du miel (109).

3.7.2 Effet du pH :

Le pH du miel varie entre 3,2 et 5,5 il est relativement acide. Cette acidité due à la teneur en acide gluconique et en gluconolactone.

Plus le pH du miel est bas plus il ralentit la croissance de plusieurs espèces pathogène.

D'autres études ont prouvé la persistance de l'effet antibactérien lorsque le miel a été neutralisé.(110)

3.7.3 Peroxyde d'hydrogène H₂O₂ :

Peroxyde d'hydrogène nommée aussi l'eau oxygénée provoque un effet antibactérien dépend de leur contenu en peroxyde d'hydrogène endogène .il est considéré comme la principale inhibitive du miel.

C'est le glucose oxydase que l'abeille secrète par ses glandes hypophrygiennes lors de la transformation du nectar en miel qui permet la réaction suivante :



Cette réaction enzymatique indique que l'oxydation de l'eau et du glucose permet de produire le peroxyde d'hydrogène et l'acide gluconique.(109)

3.7.4 Autres facteurs antibactériens :

Il existe plusieurs facteurs antibactériens dans des miels à l'Etat naturel notamment les flavonoïdes et l'acide phénoliques.

Certains miels sont pourvus d'une activité qualifiée de non-peroxyde c'est-à-dire qu'ils préservent un fort pouvoir antimicrobien même en cas de neutralisation de leurs activités peroxydasique (catalase, chauffage...)

Ce sont les miels de Nouvelle-Zélande et d'Australie provenant d'arbustes *Leptospermum* spp.(111)

3.8 Infections liées aux soins :

3.8.1 Définition :

Selon l'OMS les infections liées aux soins ou infections nosocomiales sont des infections acquises pendant un séjour à l'hôpital et qui n'étaient ni présentes ni en incubation au moment de l'admission du patient «Lorsque la situation précise à l'admission n'est pas connue, un délai d'au moins 48 heures après admission est communément accepté pour distinguer une infection d'acquisition nosocomiale d'une infection communautaire»

Pour les infections du site opératoire, on considère habituellement comme associées aux soins les infections survenant dans les 30 jours suivant l'intervention.(112)

3.8.2 Origines des infections nosocomiales:

Il existe deux possibilités de contamination par une infection liée aux soins :

- **La voie endogène :**

C'est le cas le plus fréquent où le patient s'infecte lui-même en effet suite à une défaillance des modes de défenses cutano-muqueuses ; des sites et des zones qui sont habituellement stériles sont colonisées par les propres germes du patient, ce dernier peut être fragile ou ayant subi un acte invasif.(113)

- **La voie exogène :**

Dans ce cas la contamination est due à des microorganismes extérieurs venant d'autres patients, du matériel ou encore du personnel soignant ; cette contamination peut s'accroître par l'intensité des procédures invasives. (113)

3.8.3 Les mécanismes de transmission des infections liées aux soins :

3.8.3.1 Auto-infection :

Ce sont les germes du patient lui-même qui sont responsables de l'infection, ce patient joue un rôle important dans la formation d'hétéro-infection car il constitue un réservoir à germes.

3.8.3.2 Hétéro-infection :

Dans ce cas l'infection d'un patient se fait par les microorganismes d'un autre patient.(114)

3.8.3.3 Xéno-infection :

Cette infection est causée par l'arrivée de nouveaux malades dans le milieu hospitalier ; ces derniers sont porteurs d'une maladie infectieuse.(114)

Dans de rares cas la maladie est transmise par des visiteurs du personnel.

3.8.3.4 Exo-infection :

Cette infection est due au non respect et aux erreurs dans les techniques d'asepsie.(114)

3.8.4 Les causes d'infections liées aux soins :

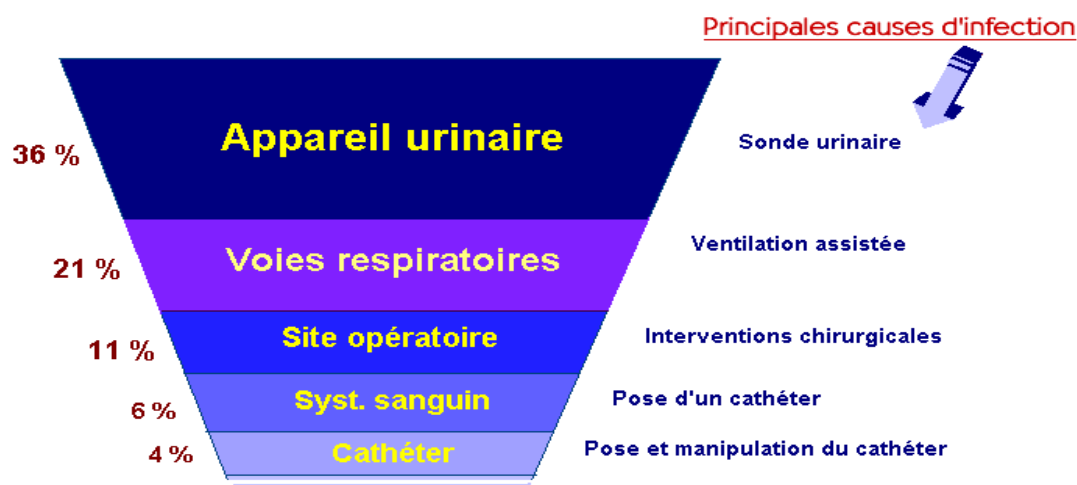


Figure 22:Les principales causes d'infections liées aux soins.(115)

3.8.5 Les microorganismes impliqués dans une infection liée aux soins :

3.8.5.1 Les bactéries :

La plus part des infections liées aux soins sont d'origine bactérienne ; les microorganismes les plus impliqués étant : Escherichia coli ; Staphylococcus aureus et Pseudomonas aeruginosa.

Escherichia coli :

Appartenant a la famille des Enterobacteriaceae ; Escherichia coli est un bacille a gram négatif, aeroanaerobie facultatif mésophile avec un optimum de température d'environ 37°C, il s'agit d'un germe a oxydase négatif se déplaçant a l'aide d'une ciliature peritriche.

Escherichia coli est une bactérie communément rencontrée au niveau du tractus gastro-intestinal chez l'homme, en effet elle représente environ 0.1% jusqu'à 5% de a population bactérienne totale.

Cette espèce est également responsable de plusieurs infections d'installations intestinales ; en effet les Escherichia coli sont classés en deux groupes : Les E-coli pathogènes intestinaux (InPEC) qui causent notamment des gastro-entérites et les E-coli pathogènes extra-intestinaux (ExPEC) responsables ainsi de pneumonies nosocomiales ; d'infections urinaires ou encore de sepsis.

Il faut savoir qu'Escherichia coli représente l'une des premières espèces qui colonisent l'intestin du nouveau né.(116)

D'autres entérobactéries sont également incriminées dans les infections nosocomiales on retrouve :

- *Klebsiella pneumoniae* qui est un bacille à gram négatif ; aéroanaérobie facultatif et immobile ; retrouvée dans la nature ainsi que dans les voies respiratoires supérieures provoquant ainsi des bactériémies et des septicémies.
Il faut noter que *Klebsiella pneumoniae* est incriminée dans 10% des infections nosocomiales.
- *Salmonella* qui est une entérobactérie à oxydase négative, est la cause de salmonelloses : infections caractérisées par une fièvre brutale ; des nausées et des vomissements, elle est également impliquée dans les toxi-infections alimentaires collectives.
- *Shigella*, bactérie n'appartenant pas à la flore commensale humaine et qui est responsable d'ulcérations intestinales, elle n'est rencontrée que chez les humains atteints d'une certaine pathologie.(117)

Staphylococcus aureus :

Il s'agit de cocci à gram positif, possédant une coagulase caractéristique et aéroanaérobie facultative, elle présente une capacité à se développer sur des milieux minimums et est à la fois mésophile, neutrophile et halophile.

Staphylococcus aureus est une espèce opportuniste incriminée dans diverses infections allant de celles qui sont bénignes comme certaines infections cutanées jusqu'à l'endocardite ou la septicémie ; elle colonise la surface de la peau, s'infiltré également au niveau des couches épidermiques ; et est retrouvée dans le nez dans près de 30% de la population mondiale.

Staphylococcus aureus est résistante à la méthicilline ; des souches multi-résistantes ne cessent d'apparaître et engendrent des infections liées aux soins d'intensité variables.(118)

***Pseudomonas aeruginosa*:**

Bacilles à gram négatif ; aérobie strict et qui se déplacent en ligne droite à l'aide d'un flagelle polaire unique. Ces bâtonnets présentent des extrémités arrondies et sont généralement isolés en petites amas.

Pseudomonas aeruginosa est une bactérie opportuniste à oxydase positive et à catalase positive, il existe certaines espèces qui assurent la réduction du nitrate en anaérobose permettant ainsi la synthèse d'une nitrate réductase.

Grâce à sa plasticité génétique et à ses nombreux facteurs de virulence ce germe se développe dans divers environnements et sur la quasi-totalité du corps humain causant ainsi d'innombrables infections nosocomiales telles que les pneumonies aiguës ou les infections chroniques de l'arbre bronchique au niveau du tractus respiratoire ; l'otite externe au niveau de l'oreille ; kératite ou enophtalmie au niveau de l'œil ; l'endocardite au niveau du cœur ou encore une méningite ou abcès cérébral au niveau du système nerveux central.

Pseudomonas aeruginosa est le germe le plus incriminé dans les infections liées aux soins chez l'immunodéprimé ou encore dans le cas de la mucoviscidose.(119)

Acinetobacter baumannii :

Venant du grec 'acineto' signifiant immobile, *Acinetobacter baumannii* est un bacille coccoïde à gram négatif de 0.9 à 1.6µm de diamètre dépourvu de flagelle.

Il s'agit d'un germe à catalase positive et oxydase négative se cultivant sur des milieux non sélectifs.

Acinetobacter baumannii est retrouvé au sein de la flore buccale et fécale et est responsable d'infections liées aux soins résistantes aux antibiotiques en particulier les pneumopathies chez les personnes ventilées ; les infections de la peau et des tissus mous ; les méningites nosocomiales post chirurgicales ; les infections urinaires chez les individus sondés ainsi qu'aux endocardites apparaissant suite à l'usage de valves prothétiques.(120)

Il existe également des infections causées par des bactéries multirésistantes (MRB), telles que le *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline (SARM), les entérocoques résistants à la vancomycine (ERV) ; les entérobactéries multirésistantes et les entérobactéries productrices de carbapénèmases (EPC)), comme pour les autres types d'infections nosocomiales, le risque de contracter ces BMR en ambulatoire est considéré comme faible(114)

3.8.5.2 Virus :

Une infection liée aux soins peut également être due à certains virus :

- Hépatites B et C par dialyse ; injections ou encore endoscopie.
- Rotavirus et entérovirus suite à une transmission féco-orale ou un contact main-bouche.
- Le VIH ; le cytomégalovirus ; les virus grippaux ; herpès et varicelle-zona.

Une infection liée aux soins d'origine virale est une infection transmise par des patients ; du personnel soignant ou encore des visiteurs ; elle n'était présente ni en incubation ni à l'admission du patient.(120)

3.8.5.3 Parasites et champignons :

Chez les patients sous antibiothérapie prolongée ou sujet à une immunodépression sévère ; des infections liées aux soins suite à certains parasites ou champignons opportunistes (telles que *Candida albicans* ; *Aspergillus* spp ; *Cryptosporidium* ou *Cryptococcus neoformans*) s'installent très rapidement.

Ces germes sont la principale cause d'infection généralisée chez tout patient souffrant d'immunodépression.

Il faut noter qu'une contamination de l'environnement par des agents aéroportés disséminés dans les poussières et les sols doit également être prise en compte en particulier lors de la construction des hôpitaux.(121).

Chapitre 02 :

Etude pratique

4 Problématique et objectifs :

4.1 Problématique :

Le miel a toujours été utilisé en pratique médicale comme agent antibactérien surtout sur les plaies infectées ; mais cette utilisation reste sans protocole ne tenant compte ni de l'origine du miel ni de sa composition ni de ses propriétés :

Pour cela on a pensé à réaliser un travail dans le but de :

-Vérifier l'effet antibactérien du miel.

-Savoir le type et la concentration nécessaires pour qu'un miel présente une activité antibactérienne.

4.2 Objectifs :

- **Objectif principal :**

-Tester l'effet antibactérien du miel sur les bactéries nosocomiales isolées du service de chirurgie générale "B" du CHU Tlemcen.

- **Objectif secondaire :**

-Analyse physicochimique de notre échantillon de miel.

-Identification de la flore nosocomiale du service de chirurgie générale "B" du CHU Tlemcen et tester sa résistance aux antibiotiques usuels.

5 Matériels et méthodes :

Pour répondre a nos objectifs ; nous sommes passées par les étapes suivantes :

-Analyse physicochimique et bactériologique de notre échantillon de miel.

-Analyse bactériologique des prélèvements réalisés sur des patients hospitalisés au niveau du service de chirurgie générale "B" CHU Tlemcen.

-Antibiogramme par les antibiotiques usuels dans un but comparatif.

-Etude de l'activité antibactérienne du miel.

5.1 Type, lieu et période de l'étude :

Il s'agit d'une étude descriptive analytique à recrutement prospectif menée dans le service de chirurgie générale B ; le service de microbiologie du CHU Tlemcen et dans le laboratoire vétérinaire régional de Tlemcen sur une période de 3 mois (Du mois de février au mois de mai 2023).

5.2 Population de l'étude :

Les patients ayant une plaie infectée suite a une chirurgie abdominale effectué dans le service de chirurgie "B" dans la période de l'étude.

❖ Sont inclus :

-les plaies chirurgicales abdominales infectées depuis le premier jour d'intervention jusqu'à un mois postopératoire.

- Les cicatrices présentant les caractères suivants :

-Plaie rouge et douloureuse.

-Présence de pus et écoulement séro-hématique.

-Œdème.

❖ Sont exclus :

-Les prélèvements négatifs.

5.3 Nombre de malades :

Neuf patients étaient prélevés au niveau du service de chirurgie générale B dont cinq positifs et quatre négatifs.

5.4 Critères de jugement :

-Pour l'analyse physicochimique du miel : Comparaison avec les valeurs de références.

-Pour l'analyse bactériologique du miel et des prélèvements : Présence ou absence de poussées bactériennes.

-Pour l'activité antibactérienne du miel : Diamètre d'inhibition de la croissance bactérienne.

5.5 Ethique :

-Aucun prélèvement n'a été réalisé sans accord du patient ; tous les patients étaient consentants et avaient le droit d'accepter ou de refuser.

-Pas de perturbation du déroulement classique de la prise en charge des plaies infectées, notre prélèvement a été réalisé indépendamment de celui du service.

5.6 Déroulement de l'étude :

5.6.1 Le choix de l'échantillon de miel :

L'échantillon de miel provient de la région de Lalla setti wilaya de Tlemcen connue pour la diversité de sa flore ; il s'agit donc d'un miel polyfloral récolté en 2022 par la méthode traditionnelle de centrifugation et soigneusement conservé dans un pot hermétiquement fermé à température ambiante et à l'abri de la lumière.

Tableau 3:Informations sur l'échantillon de miel.

Origine géographique	Plateau de Lalla Setti
Date de récolte	Juillet 2022
Origine florale	Miel polyfloral

5.6.2 Analyse du miel :**5.6.2.1 Analyse physicochimique :**

L'analyse physicochimique de notre échantillon de miel a été réalisée au niveau du laboratoire vétérinaire régional de Tlemcen.

-Date de l'analyse : 23/11/2022

**Figure 23:Laboratoire vétérinaire régionale de Tlemcen.(122)**



Figure 24: Localisation du laboratoire vétérinaire régional.(123)

5.6.2.1.1 Paramètres organoleptiques :

Les paramètres recherchés : Couleur ; saveur et odeur de l'échantillon de miel.(Voir Annexe1)

5.6.2.1.2 Paramètres physico-chimiques :

- **Détermination de la solubilité :**

Dans un tube à essai ; une faible quantité de miel est mélangée dans un certain volume d'eau distillée. L'observation de l'état du miel à l'œil nu permettra de déduire la solubilité de l'échantillon de miel.

- **Détermination de la densité :**

La densité (d) étant le rapport entre la masse d'un corps et celle d'un même volume d'eau(124) ; elle est déterminée de la façon suivante :

$$d = m . V$$

Avec : **m** : Masse d'un millilitre de miel.

V : 1ml d'eau distillée.

- **Détermination de la conductivité électrique :**

La conductivité électrique, est paramètre témoignant de la diversité de l'origine florale du miel ; elle est déterminée au moyen d'un conductimètre et exprimée en mS/cm.(125)



Figure 25: Conductimètre de paillasse modèle COND50.(126)

D'une dissolution de 10g de miel dans 50ml d'eau distillée suivie d'une homogénéisation ; résulte une solution dans laquelle l'électrode du conductimètre sera introduite afin de déterminer la conductivité électrique du miel

- **Détermination du pH :**

Le pH du miel est déterminé à l'aide d'un pH mètre.



Figure 26:pH-mètre de paillasse, pH50.(127)

10g de miel sont dissoutes dans de l'eau distillée contenue dans un bécher ; l'électrode propre du pH mètre est ensuite introduite au sein de la solution de miel suivie d'une agitation.

La valeur du pH correspondant a notre échantillon s'affichera sur l'écran de l'appareil.

- **Détermination de l'indice de réfraction :**

La valeur de l'indice de réfraction est donnée au moyen d'un refractomètre à 20°C.



Figure 27:Refractomètre d'Abbe.(128)

Après étalement du miel sur le prisme du refractomètre ; la valeur de l'indice de réfraction est déterminée 2 minutes après fermeture de cet appareil.

La mesure de l'indice de réfraction s'effectue à partir de l'oculaire au niveau de la ligne de partage horizontale séparant une zone claire d'une zone sombre.

- **Détermination de la teneur en eau :**

Après détermination de l'indice de réfraction au refractomètre et à 20°C ; la teneur en eau est déduite à partir de la table de Chataway. (Annexe 02)

- **Détermination de l'indice de Brix :**

A l'aide d'un refractomètre la lecture de l'indice de Brix qui correspond à une concentration en sucres de un gramme pour cent grammes de solution(129) est faite à travers l'oculaire au niveau de la ligne de partage horizontale qui sépare une zone claire d'une zone sombre.

- **Détermination de l'acidité ternaire :**

L'acidité ternaire d'un miel est obtenue après titrage par une solution d'hydroxyde de sodium NaOH 0.1N d'une solution préparée à partir de 1g de miel et 9ml d'eau distillée additionnée de quelques gouttes de l'indicateur coloré phénolphthaléine 1%.

- **Détermination de la teneur en cendres :**

Les cendres représentent l'ensemble des produits fixes de l'incinération du miel conduite de façon à obtenir la totalité des cations.(130)

Pour déterminer la teneur en cendres du miel on passe par tout un protocole ou des creusets vides ayant subi un chauffage à 650°C suivi d'une dessiccation jusqu'à atteindre un

refroidissement total. Ces creusets vides sont pesés puis remplis par 5g de miel additionné d'acide sulfurique.

Les creusets contenant le miel sont passés au bain marie pendant 30 minutes puis chauffés au four à 650°C durant 18h ; des cendres blanches apparaîtront par la suite.

Les creusets contenant les cendres sont pesés après refroidissement au dessiccateur.

La teneur en cendres est donnée selon la présente loi :

$$\text{Cendres}\% = \frac{(R + T) - T}{E} \cdot 100$$

Avec : **R+T** : Creuset contenant les cendres

T : creuset vide

E : quantité de miel utilisée

5.6.2.2 Analyse microbiologique :

5.6.2.2.1 Analyse microbiologique du miel :

Cette étape est réalisée dans le but de s'assurer que notre échantillon de miel est exempt de toute contamination susceptible de fausser nos résultats.

❖ Technique :

La technique consiste à prendre une certaine quantité de miel et de la dissoudre dans de l'eau physiologique suivie d'une simple agitation, avec une pipette pasteur stérile on ensemence le miel avec la méthode des quatre quadrants dans les milieux contenant des géloses : au sang frais (GSF) et au sang cuit(GSC).

Incubation à l'étuve pendant 24h.

Au même moment et à partir de la même solution de miel et eau physiologique et après l'ajout du bouillon nutritif et incubation à 37°C pendant 24h ; on réensemence le miel dans les mêmes milieux précédents (GSF ; GSC).

Faire une lecture après 24h.

5.6.2.2.2 Prélèvements :

Cinq prélèvements de pus ont été réalisés sur des plaies post-opératoires infectées des patients hospitalisés au niveau du service de chirurgie générale B CHU Tlemcen.

❖ Technique de prélèvement : Technique de Levine

Il s'agit d'une méthode très utilisée où le praticien fait passer son écouvillon avec un mouvement de rotation sur une zone de 1cm² de la plaie. Une pression suffisante sera par la suite appliquée jusqu'à l'apparition d'un léger saignement.(131)



Figure 28: Ecouvillons contenant des prélèvements de pus. (Notre étude)

5.6.2.2.3 Transport :

Le transport des écouvillons au laboratoire de microbiologie est immédiat à une température ambiante.

Chaque écouvillon est bien évidemment étiqueté avec : -Nom du patient

-Prénom du patient

-Date du prélèvement

Des numéros ont été par la suite attribués à chaque prélèvement afin de faciliter la manipulation.

5.6.2.2.4 Analyse bactériologique des prélèvements :

a) Lieu d'analyse :

Laboratoire central au service de microbiologie CHU Tlemcen.



Figure 29: Laboratoire central CHU Tlemcen.(132)

b) Matériels :**• Equipement :****Figure 30:Etuve/Incubateur de laboratoire.(Notre étude)****Figure 31:Etuve de séchage.(Notre étude)**

- Réactifs :**
 - Violet de Gentiane
 - Lugol
 - Alcool 90°
 - Fushine
 - H₂O₂
 - Bouillon nutritif
 - Staphaurex

- **Milieux de culture :**

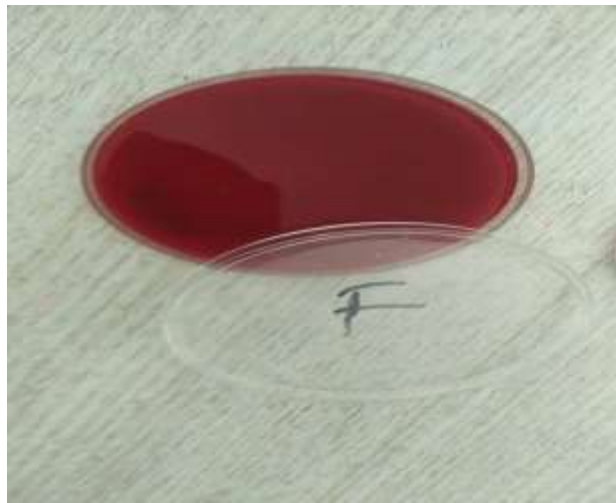


Figure 32:Gélose au sang frais.(Notre etude)



Figure 33:Gélose MacConkey.(Notre etude)

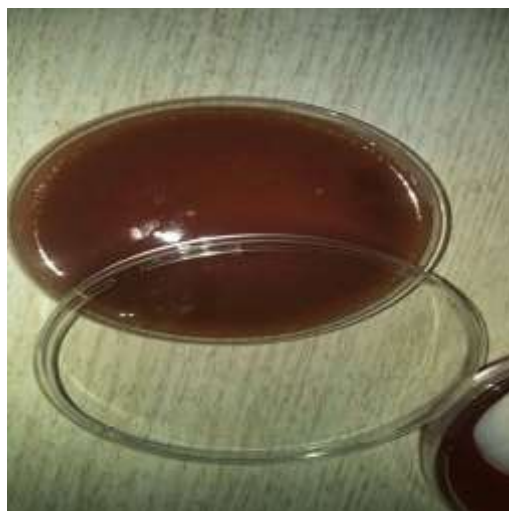


Figure 34:Gélose au sang cuit.(Notre etude)

- **Les antibiotiques testés en disque :** (annexe 03)

c) **Protocole d'analyse :**

Pour chacun des 5 prélèvements les mêmes étapes d'identification ont été réalisées :

➤ **Ensemencement et isolement des bactéries sur géloses :**

- Géloses utilisées : -Gélose au sang frais (GSF)
-Gélose au sang cuit (GSC)
-Gélose MacConkey

❖ **Technique : Technique des quatre quadrants (133)**

-Sécher les boîtes de pétri gélosées.

-Dessiner les quadrants sur les boîtes puis déposer l'inoculum au niveau du premier quadrant à l'aide de l'écouvillon et tracer des stries serrées.

-A partir du premier quadrant ; reprendre avec des stries toujours très serrées tout en passant au second quadrant à l'aide d'une pipette pasteur stérile.

-Passer ensuite au troisième et au quatrième quadrant tout en desserrant les stries et en stérilisant la pipette a chaque fois.

-Incuber a l'étuve à 37°C pendant 24h.



Figure 35:Ensemencement sur GSF et GSC.(Notre etude).

➤ **Identification des colonies :**

▪ **Coloration de Gram :**

Le but de cette coloration est de séparer les bactéries en deux groupes : Bactéries Gram positif et bactéries Gram négatif.

❖ Principe :

Le violet de gentiane est le colorant permettant cette séparation ou les bactéries Gram positif gardent leur coloration violette après décoloration par l'alcool grâce à leur paroi épaisse alors que les bactéries Gram négatif se décolorent facilement sous l'action de l'alcool en raison de leur paroi fine et perméable.

❖ Les étapes :

*Un frottis doit d'abord être préparé :

Une goutte d'eau physiologique est déposée sur une lame en verre ; une colonie bactérienne bien distincte est ajoutée en utilisant une pipette pasteur ; tout en effectuant des mouvements de rotation. La lame est déposée par la suite a coté d'une source de chaleur pour permettre ainsi la fixation.

*Réalisation de la coloration :

-Coloration : pendant une minute par le violet de Gentiane.

-Rinçage a l'eau de robinet.

-Addition du mordant : Lugol pour la fixation pendant une minute.

-Rinçage du Lugol par l'eau du robinet.

-Décoloration par l'alcool pendant 30 secondes.

-Rinçage abondant a l'eau.

-Contre coloration par la Fushine pendant une minute.

La lecture de la lame se fait au microscope optique ; objectif $\times 100$ après addition d'une goutte d'huile a immersion.

La coloration de Gram permet également de connaitre la morphologie des bactéries.

▪ Tests biochimiques :**❖ Test a la catalase :****✚ Principe :**

La catalase est une enzyme capable d'accélérer la décomposition du peroxyde d'hydrogène H_2O_2 en eau et oxygène selon la réaction suivante :

**✚ Technique de catalase en tube :**

Dans un tube contenant quelques gouttes de H_2O_2 ; une colonie bien distincte et isolée est ajoutée a l'aide d'une pipette pasteur stérile.

+ Résultat :

Le dégagement de bulles d'oxygène témoigne de la présence d'une catalase chez la bactérie.

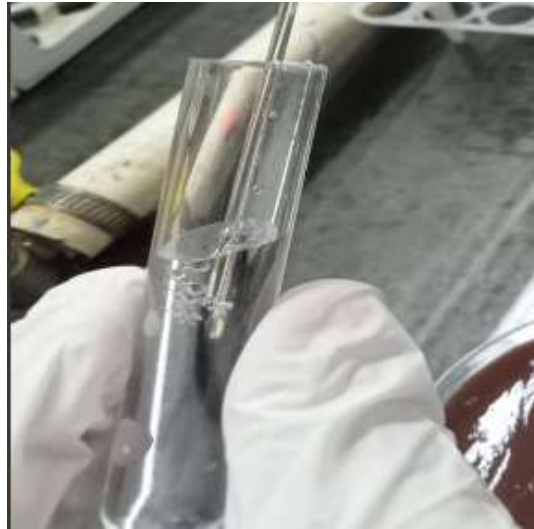


Figure 36: Test positif à la Catalase. (Notre étude)

❖ Test de la coagulase :**+ Principe :**

Ce test va permettre la différenciation entre *Staphylococcus aureus* et les autres *Staphylocoques* à coagulase négative ; le facteur d'agglutination et la protéine A présents chez *Staphylococcus aureus* peuvent être détectés par le biais de particules de latex recouvertes de plasma. Une agglutination sera par la suite observée.

+ Technique :

Sur une plaque contenant au préalable une goutte du réactif Staphaurex (réactif disposant de particules de latex) ; une colonie issue d'une culture de 24h est déposée par le biais d'une pipette pasteur stérile.

+ Résultat :

L'apparition d'une agglutination témoigne de la présence de *Staphylococcus aureus*.

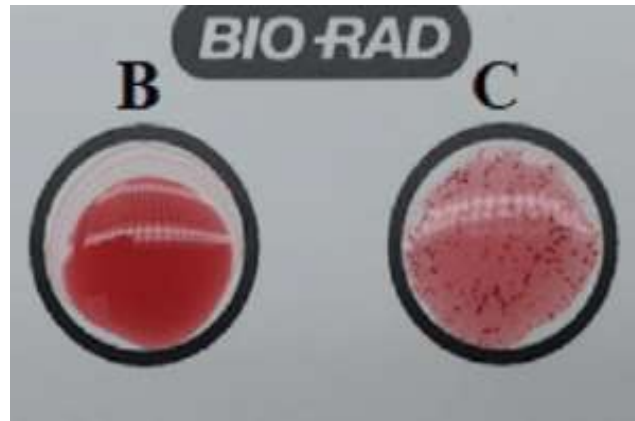


Figure 37: B: Coagulase négative/ C:Coagulase positive.(134)

❖ **Esculine/Gélose :**

✚ **Principe :**

Ce test repose sur la capacité des bactéries à dissoudre la liaison glucosidique en hydrolysant l'esculine.

Du glucose et de l'éscolitine sont libérés avec noircissement du milieu suite à la réaction de l'esculine avec les sels de fer.

✚ **Technique :**

La culture bactérienne en question est ensemencée dans le milieu par pique centrale à l'aide d'une pipette pasteur stérile.

Incubation à 37°C pendant 24h.

✚ **Résultat :**

Le virage de la couleur du milieu au noir indique une réaction positive.

MICRO-ORGANISMES	Culture des micro-organismes en 24 H à 37 °C
<i>Enterococcus faecalis</i> var <i>zymogenes</i> ATCC 29212	Croissance + Esculine +
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 13883	Croissance + Esculine +
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	Croissance + Esculine -
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	Croissance + Esculine -

Figure 38: Tableau permettant la reconnaissance de certains MO grâce à l'esculine.



Figure 39: Test à l'esculine. (Notre étude)

❖ **Mannitol-mobilité-Nitrate/Gélose :**

✚ **Principe :**

Certaines entérobactéries présentent la capacité de fermenter le mannitol et réduire les nitrates en nitrites avec virage de la couleur du milieu en jaune.

✚ **Technique :**

Par piqure centrale ; une pipette pasteur stérile chargée de culture bactérienne est enfoncée au fond du milieu.

Incubation à 37°C pendant 24h.

+ Résultat :

Virage de la couleur au jaune indique une fermentation et acidification du milieu ; le test aux entérobactéries est donc positif.



Figure 40:Test Mannitol-mobilité-Nitrate/Gélose.(Notre étude)

❖ TSI/Gélose :

+ Principe :

Ce test repose sur la capacité des bactéries à fermenter les sucres : Glucose ; lactose et saccharose ainsi qu'à réduire les sulfates en sulfures.

+ Technique :

A l'aide d'une pipette pasteur bien stérile prendre une colonie pure et bien isolée et l'ensemencer par des stries au niveau de la pente du milieu puis passer au culot par une pique.

Incuber pendant 24h à 37°C.

+ Résultat :

○ Culot :

Tableau 4:Résultat du culot du TSI test.

Lecture	Interprétation
Jaune	Glucose positif
Rouge/inchangé	Glucose négatif
Noir	Apparition de sulfures d'hydrogène
Bulles	Apparition de gaz à partir du glucose

- **Pente :**

Tableau 5:Résultat de la pente du TSI test.

Lecture	Interprétation
Jaune	Lactose/Saccharose positif
Rouge/Inchangé	Lactose/Saccharose négatif

5.6.2.2.5 Etude de la sensibilité aux antibiotiques :

Cette étape a été réalisée sur des géloses Mueller-Hinton / Mueller-Hinton au sang en fonction des exigences des bactéries correspondantes :

La méthode adoptée est celle de la diffusion des disques d'antibiotiques ; méthode classique couramment utilisée.

A. Préparation de l'inoculum :

Avant d'entamer l'antibiogramme il est nécessaire de préparer l'inoculum en partant d'une culture pure bien isolée de 24h ; dans un écouvillon contenant quelques millilitres d'eau physiologique de façon à obtenir une suspension bactérienne d'une opacité de 0.5MC Ferland.

B. Ensemencement de la gélose de l'antibiogramme :

Sur géloses Mueller-Hinton ou Mueller-Hinton au sang ; les géloses sont les suivantes :

- Sécher les boîtes de pétri gélosées.
- Prendre l'écouvillon préalablement préparé contenant la suspension bactérienne et l'essorer contre la paroi interne du tube.
- Frotter délicatement l'écouvillon sur l'ensemble de la boîte de gélose MH ou MH au sang allant du haut vers le bas.
- Reprendre la même manœuvre deux fois d'affilé en basculant la boîte à chaque fois de 60°.
- Passer l'écouvillon sur la périphérie de la gélose.

C. Application des disques d'antibiotiques :

Les disques chargés d'antibiotiques sont déposés à l'aide d'applicateurs qui regroupent des p d'antibiotiques spécifiques de chaque groupe de bactérie.

Chaque boîte comprend un maximum de six disques d'antibiotiques.

L'incubation des boîtes se fait à l'étuve à 37°C pendant 24h.

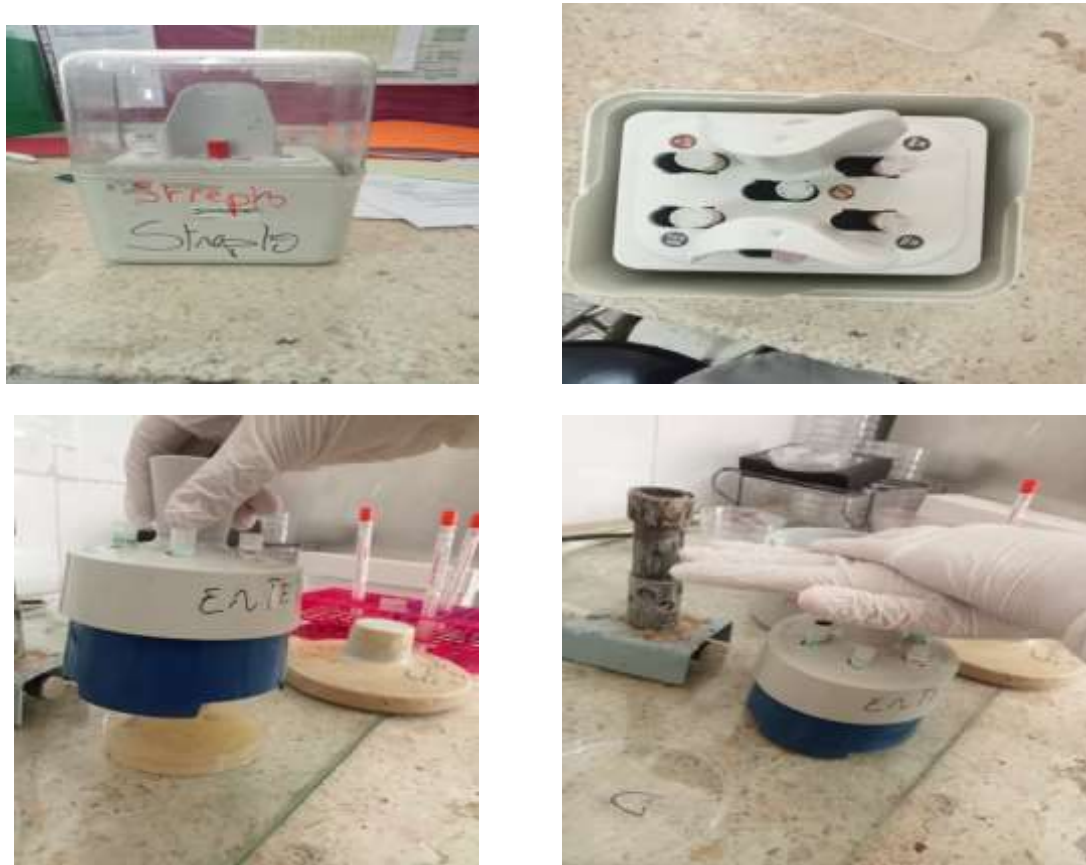


Figure 41:Applicateurs des disques d'antibiotiques.(Notre etude)

D. Lecture de l'antibiogramme :

Les diamètres d'inhibition apparaissant autour des disques d'antibiotiques sont mesurés puis comparés aux valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibitions correspondantes à chaque bactérie.(Annexe 04 ;05 ;06 ;07 ;08)

5.6.2.2.6 Etude de l'effet antibactérien du miel seul :

La méthode de diffusion en gélose connue sous le nom de méthode des aromatogrammes est celle qui permettra l'évaluation de l'activité antibactérienne de notre échantillon de miel.

Les souches sur les quelles le miel est appliqué sont :

- Staphylococcus aureus
- Entérobactéries
- Enterococcus faecalis

Gélose utilisée : Mueller-Hinton

❖ Technique :

- sécher les géloses MH afin de les décharger du surplus d'eau.

- Ensemencer ces géloses a l'aide d'écouvillons préalablement préparés contenant la suspension bactérienne.
 - prendre des disques de papier buvard de 6mm préalablement stérilisés à l'étuve et les imprégner de miel pur a 100% jusqu'à saturation.
 - A l'aide d'une pince stérile appliquer les disques de miel sur les géloses.
 - Incuber a l'étuve à 37°C pendant 24h.
 - Mesurer par la suite les diamètres d'inhibition a l'aide d'une règle.
- Pour évaluer l'activité antibactérienne de notre échantillon de miel les diamètres des zones d'inhibition apparaissant suite à l'application de miel pur sont mesurés. On considère alors que :(135)

- Un diamètre inférieur a 8mm : Résistance de la souche
- Un diamètre compris entre 8mm et 14mm : la souche bactérienne est sensible.
- Un diamètre compris entre 15mm et 19mm : la souche est très sensible.
- Un diamètre supérieur ou égal a 20mm : la souche est extrêmement sensible.

5.6.2.2.7 Etude de l'effet synergique de l'association du miel avec un antibiotique résistant :

L'idée était de choisir un des antibiotiques déjà testé sur nos souches et de combiner son effet à celui du miel afin de tester leur synergie.

- ✓ **Staphylococcus aureus:**
- ✓ **Entérobactéries :**
 - Souche 01 : Ceftazidime (CAZ)
 - Souche03 : Gentamycine (GMN)
 - Souche 04 : Ceftazidime (CAZ)
 - Souche05 : Ceftazidime (CAZ)
- ✓ **Bacille non fermentant :** Cefoxitine (FOX)
- ✓ **Enterococcus faecalis :** Imipenème (IPM)
 - Souche02 : Érythromycine (ERY)
 - Souche04 : Erythromycine (ERY)
 - Souche05 : Erythromycine (ERY)
- ✓ **Acinetobacter baumannii :** Imipenème (IPM)

○ **Gélose utilisée :** Mueller-Hinton

❖ **Technique :**

- sécher les géloses MH afin d'éliminer le surplus d'eau.

- Ensemencer ces géloses a l'aide d'écouvillons préalablement préparés contenant la suspension bactérienne.
- Choisir le disque d'antibiotique voulu et l'imprégner de miel jusqu'à saturation.
- A l'aide d'une pince stérile appliquer le disque antibiotique + miel sur la gélose.
- Rajouter un autre disque du même antibiotique afin de bien percevoir les différences.
- Incuber a l'étuve à 37°C pendant 24h.
- Mesurer par la suite les diamètres d'inhibition a l'aide d'une règle

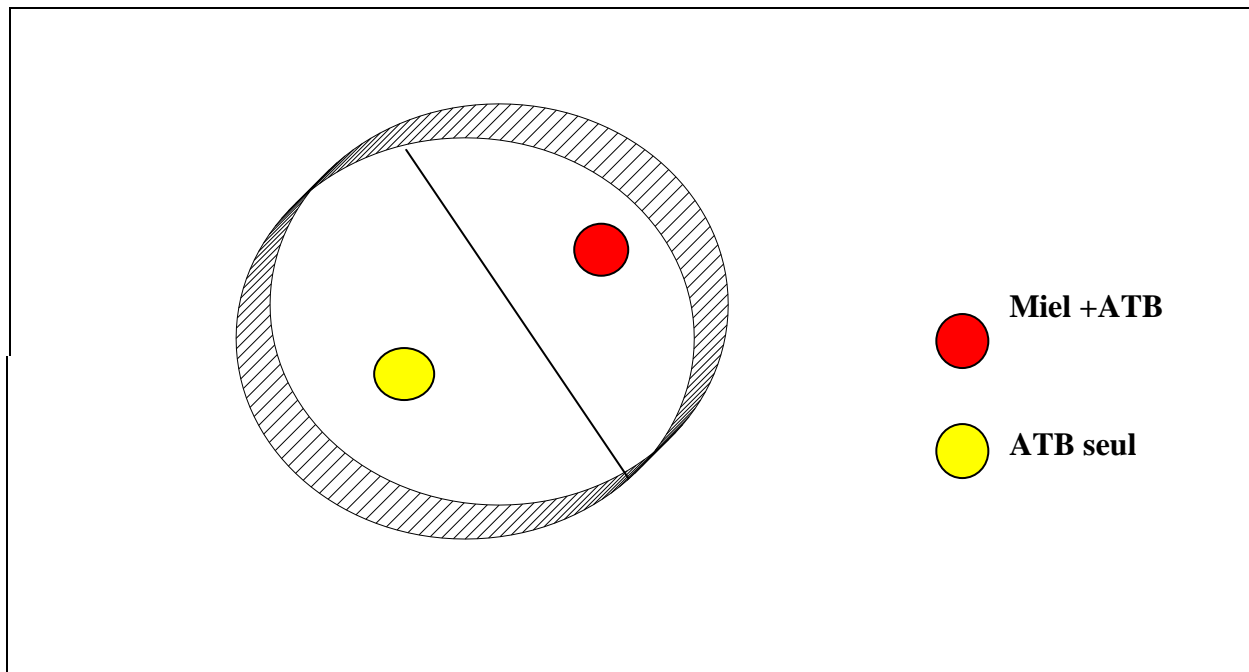


Figure 42:Disposition des disques sur gélose MH.

6 Résultats :

6.1 Analyse physicochimique du miel :

Tableau 6: Paramètres physicochimiques de notre échantillon de miel.

Paramètres	Résultats
Solubilité	Soluble
Densité	1.67
Conductivité électrique	2 μ S/cm
Indice de réfraction	1.49438
pH	4.65
Indice de Brix	80.9
Acidité ternaire	3%
Teneur en eau	16.8g/100g
Teneur en cendres	0.38%

6.2 Analyse bactériologique :

6.2.1 Analyse bactériologique du miel :

Après 24h d'incubation, aucune culture bactérienne n'a été observée ; notre échantillon de miel ne présente donc aucune contamination.

6.2.2 Analyse des prélèvements : Identification des souches

Parmi les neuf patient recrutés cinq ont présenté un résultat positif ou des colonies bactériennes ont poussé, les quartes autres prélèvements n'ont présenté aucune poussée bactérienne et ça même après enrichissement de 24h.

6.2.2.1 Aspect macroscopique :

❖ Prélèvement numéro 01 :

L'incubation a permis d'observer la poussé de trois types de colonies qu'on appellera : CJ ; GC et PC.

-les colonies apparus présentent un aspect brillant ; elles régulières et bombées avec une pigmentation jaunâtre (CJ).

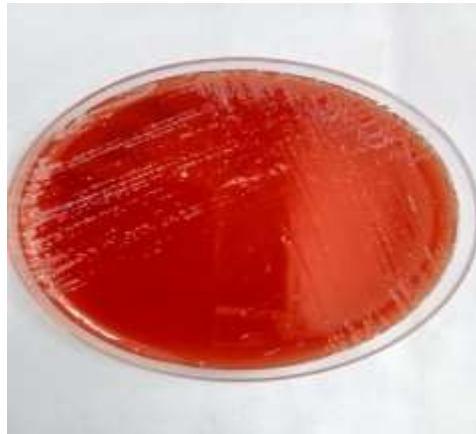


Figure 43:Colonies jaunes(CJ).(Notre etude)

-Après une incubation a 37°C ; la lecture des boites montre la présence de colonies lisses et régulières d'environ deux millimètres de largeur(GC).

-Des colonies lisses ; bombées et de taille moyenne apparaissent après 24h d'incubation(PC).

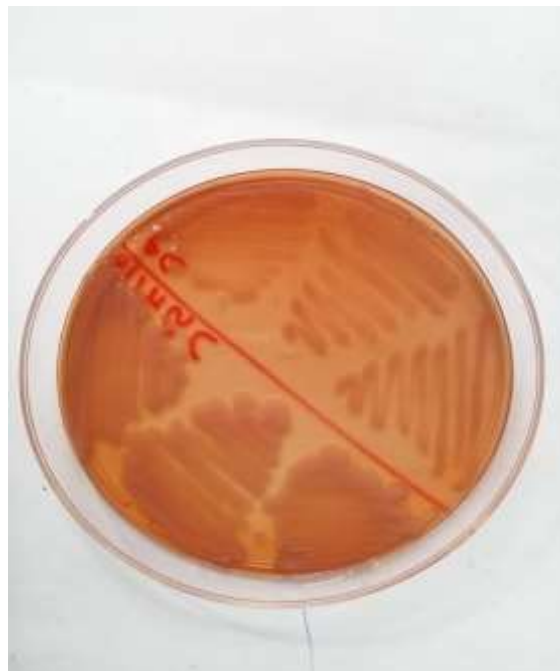


Figure 44:Petites colonies(PC)/Grosses colonies(GC).(Notre etude)

❖ **Prélèvement numéro 02 :**

Un seul type de colonies est observé, ces dernières sont opaques avec une largeur allant jusqu'à 01 mm sans pigmentation jaunâtre.



Figure 45:Colonies du second prélèvement.(Notre etude)

❖ **Prélèvement numéro 03 :**

Tout comme pour les GC du premier prélèvement ; cette culture a présenté des colonies lisses ; régulières et d'une largeur allant jusqu'à 2mm.



Figure 46:Grosses colonies (GC) du prélèvement 03.(Notre etude)

❖ **Prélèvement numéro 04 :**

Pour ce prélèvement ; la culture et l'incubation ont permis la poussé de trois types de colonies qu'on appellera : LAC+, LAC- et FC.

-Des colonies sous formes brillantes et bombées apparaissent après 24h sur MacConkey.



Figure 47:Colonies LAC-.(Notre etude)

-Des colonies semblables a celles observées sur le deuxième prélèvement apparaissent sur gélose au sang frais (GSF) elles sont : opaques et larges d'environ 1 mm.



Figure 48:Fines colonies(FC)..(Notre etude)

- Des colonies qu'on appellera LAC+ appariassent sur MacConkey elles présentent un aspect lisse ; régulier et peu large.



Figure 49:Colonies LAC+.(Notre etude)

❖ **Prélèvement numéro 05 :**

Deux types de colonies sont distingués :

-Après incubation des colonies opaques et larges d'environ 0.5 à 1 mm sont observées.



Figure 50:Fines colonies(FC).(Notre etude)

-D'autres colonies lisses et régulières ont également poussées sur MacConkey.



Figure 51: Grosses colonies (GC). (Notre étude)

6.2.2.2 Aspect microscopique :

❖ Prélèvement numéro 01 :

-Après la réalisation d'une coloration de gram sur les CJ ; les germes apparaissent sous la forme de cocci gram positif présentant une disposition en amas : grappe de raisin.

-L'examen microscopique des PC ; démontre la présence de bacilles gram négatif.

-Après observation des GC sous microscope optique au grossissement $\times 40$ puis $\times 100$; on observe la présence de bacilles gram négatif

❖ Prélèvement numéro 02 :

-L'examen direct des colonies apparus CG démontre la présence de cocci gram positif en forme de chainettes.

❖ Prélèvement numéro 03 :

-La coloration de gram réalisé sur les seuls germes observés pour ce prélèvement démontre la présence de bacilles gram négatif.

❖ Prélèvement numéro 04 :

La réalisation d'une coloration de gram pour les trois colonies apparus a démontrée :

- Des bacilles à gram négatif pour les colonies LAC+.
- Des bacilles cocoïdes a gram négatif pour les colonies LAC-.
- Des cocci à gram positif en forme de chainettes.

❖ Prélèvement numéro 05 :

La coloration de gram pour les deux colonies rencontrées montre :

- Des bacilles à gram négatif a partir des germes isolés sur MacConkey.
- Des cocci a gram positif en chainettes pur les FC apparus sur GSC.

6.2.2.3 Résultats des tests biochimiques :**❖ Prélèvement numéro 01 :**

Les tests biochimiques ont été réalisés en fonction des aspects macro et microscopiques des colonies obtenues pour chaque prélèvement :

-Résultats du test à la catalase :

Réalisé sur les CJ apparus sur GSC : observation de bulles d'oxygène validant la présence d'une catalase ; il s'agit donc d'un Staphylocoque.

-Résultats du test de la coagulase :

Observation d'une agglutination sur la plaque du Staphaurex ; la coagulase est donc positive pour les CJ ; il s'agit donc d'un Staphylococcus aureus.

-Résultats du Mannitol-mobilité-Nitrate/Gélose :

- Réalisé sur les GC ou on observe un changement de couleur au jaune ; le milieu est acidifié, il s'agit d'Entérobactéries.
- Réalisé sur les PC ; aucun changement de couleur n'est observé ; pas d'acidification du milieu ; il s'agit donc de bacilles non fermentants

❖ Prélèvement numéro 02 :**-Résultats du test à la catalase : Réalisé sur :**

- Les CG : aucun dégagement de bulles d'oxygène n'a été observé ; le test a la catalase est dans ce cas négatif.

-Résultats de l'esculine/Gélose : Observation d'un virage de la couleur du milieu au noir ; il s'agit donc d'un entérocoque pour les CG.

❖ Prélèvement numéro 03 :**-Résultats du Mannitol-mobilité-Nitrate/Gélose :**

Après réalisation de ce test la couleur du milieu vire au jaune ; ce dernier est donc acidifié et la réaction est positive en faveur d'entérobactéries.

❖ Prélèvement numéro 04 :**-Résultats du test à l'esculine :**

Réalisé sur les FC ; la couleur du milieu vire au noir ; on conclue alors qu'il s'agit d'un entérocoque.

-Résultats du Mannitol-mobilité-Nitrate/Gélose :

Les résultats de ce test réalisé sur les colonies LAC+ donnent un virage de la couleur du milieu au jaune témoignant ainsi de la présence d'entérobactéries.

-Résultats TSI :

Aucun changement de couleur n'est observé après réalisation du test sur les colonies LAC- ; aucune fermentation n'a eu lieu.

❖ Prélèvement numéro 05 :**-Résultats du Mannitol-mobilité-Nitrate/Gélose :**

Le test est positif pour les colonies apparus sur MacConkey, il ya virage de la couleur au jaune ; on conclue qu'il s'agit d'entérobactéries.

-Résultats du test à l'esculine :

Observation d'un changement de la couleur du milieu au noir pour les FC rencontrées sur GSC ; ce résultat est donc en faveur d'un entérocoque.

Après avoir combiné les résultats des observations macro et microscopiques ainsi que ceux des tests biochimiques ; les résultats sont les suivants:

Tableau 7: Résultats des tests macroscopiques; microscopiques et biochimiques.

Prélèvement	Aspect macroscopique	Résultats du Gram	Tests biochimiques	Bactéries
Prélèvement numéro 01	Brillantes ; régulières Bombées ; colorées en jaune	Cocci a gram positif : grappe de raisin	-Catalase (+) -Coagulase (+)	Staphylococcus aureus
	Lisses, bombées de taille moyenne	Bacilles à Gram négatif	-Mannitol-mobilité-Nitrate/Gélose (-)	Bacilles non fermentants
	Lisses, régulières de 2mm de largeur	Bacilles à Gram négatif	-Mannitol-mobilité-Nitrate/Gélose (+)	Entérobactéries
Prélèvement numéro 02	Opaques non pigmentées en jaune	Cocci a Gram positif en chainettes	-Catalase (-) -Esculine/Gélose (+)	Enterococcus faecalis
Prélèvement numéro 03	Lisses ; régulières de 2mm de largeur	Bacilles à Gram négatif	-Mannitol-mobilité-Nitrate/Gélose (+)	Entérobactéries
Prélèvement numéro 04	Opaques non pigmentées en jaune	Cocci a Gram positif en chainettes	-Esculine/Gélose (+)	Enterococcus faecalis
	Lisses ; régulières de 2mm de largeur	Bacilles à Gram négatif	-Mannitol-mobilité-Nitrate/Gélose (+)	Entérobactéries
	Bombées et brillantes	Bacilles cocoïdes a Gram négatif	-TSI (-)	Acinetobacter baumannii
Prélèvement numéro 05	Lisses ; régulières de 2 mm de largeur	Bacilles à Gram négatif	-Mannitol/mobilité-Nitrate/Gélose	Entérobactéries
	Opaques non pigmentées en jaune	Cocci a Gram positif en chainettes	-Esculine/Gélose (+)	Enterococcus faecalis

Pour conclure l'ensemble des germes rencontrés au niveau du service sont :

- 1-Staphylococcus aureus.
- 2-Entérobactéries.
- 3-Bacilles non fermentants.
- 4-Enterococcus foecalis.
- 5-Acinetobacter baumannii.

6.3 Etude de la sensibilité aux antibiotiques :

Pour chaque prélèvement on a réalisé un antibiogramme différent en fonction des bactéries retrouvées :

❖ Prélèvement numéro 01 :

Trois germes sont présents dans ce prélèvement :

1. Entérobactérie:

- Milieu utilisé : Mueller-Hinton
- Lecture : après incubation à 37 °c pendant 24 H
- Résultat :

Tableau 8:Résultats de l'antibiogramme pour entérobactérie.

Antibiotique	Diamètre mesuré	Valeurs critiques	Sensibilité
B-Lactamines			
IPM	15 mm	≤19	R
CAZ	/	<6	R
FOX	/	<6	R
CTX	/	<6	R
TIC	/	<6	R
Quinolones/Fluroquinolones			
CIP	/	<6	R
NAL	/	<6	R

Aminosides			
AKN	15 mm	15-16	I
GMN	16 mm	≥15	S
Autres			
SXT	/	<6	R
COL	12mm		S

Pour cette souche isolée du patient numéro 01 ; le taux de sensibilité est de 44,44% aux aminosides : GMN et a la Colistine ; elle présente une résistance intermédiaire de 9,09% uniquement a l'Amikacine et une résistance totale de 72,72% a toutes les β -Lactamines testées ; aux Fluroquinolones : CIP et NAL ainsi qu'au Cotrimoxazole.

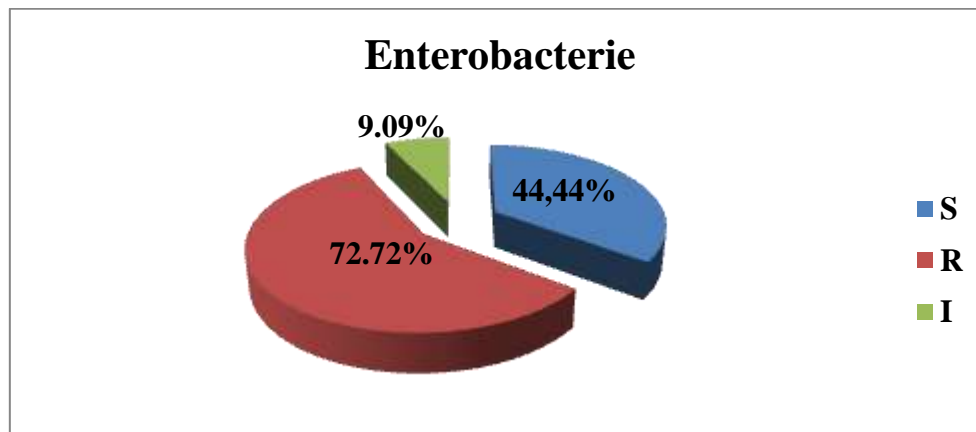


Figure 52: Taux de résistance de l'entérobactérie.

2. Bacille non fermentant :

- Milieu utilisé : Mueller-Hinton
- Lecture : après incubation à 37 °c pendant 24
- Résultat :

Tableau 9: Résultats de l'antibiogramme pour BNF.

Antibiotique	Diamètre mesuré	Valeurs critiques	Sensibilité
Aminosides			
AKN	11 mm	≤14	R
GMN	/	<6	R
B-Lactamines			
IPM	/	<6	R
FEP	/	<6	R
AMC	/		R
TIC	/	<6	R
CAZ	/	<6	R
FOX	/	<6	R
CTX	/	<6	R
Quinolones/Fluroquinolones			
NAL	/	<6	R
CIP	/	<6	R
Autres			
COL	13 mm	≥11	S

Ce bacille non fermentant retrouvé également chez le premier patient présente une sensibilité de 91.60% aux antibiotiques testés à savoir : la totalité des β-Lactamines, l'acide Nalidixique et la Ciprofloxacine comme Fluroquinolones ainsi qu'à l'Amikacine et la Gentamycine. Seul la Colistine s'est vu efficace contre cette souche avec une sensibilité de 8,33%.

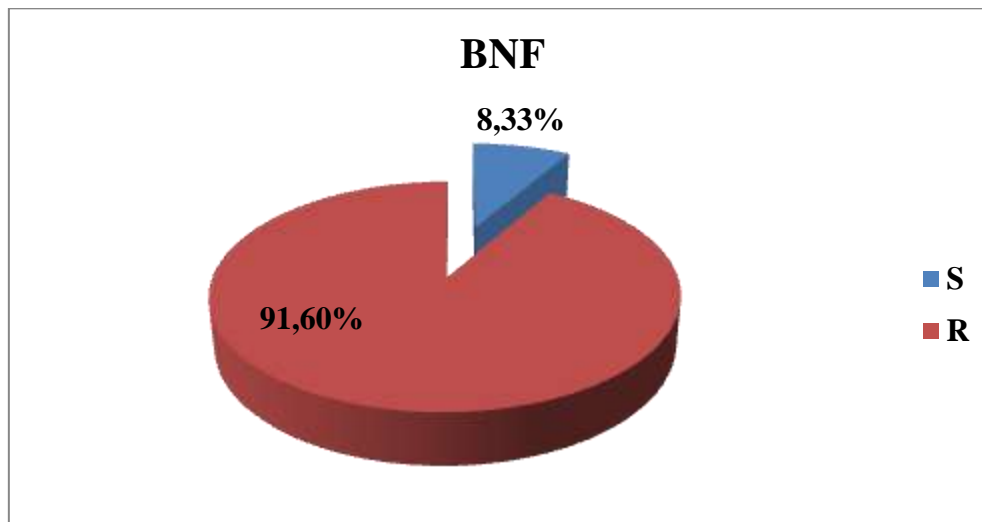


Figure 53: Taux de résistance du BNF.

3. Staphylococcus aureus :

- Milieu utilisé : Mueller-Hinton
- Lecture : après incubation à 37 °c pendant 24 H
- Résultat :

Tableau 10: Résultats de l'antibiogramme pour Staphylococcus aureus.

Antibiotique	Diamètre mesuré	Valeurs critiques	Sensibilité
Macrolides			
PTN	28 mm	≥ 19	S
FOX	/	< 6	R
ERY	24 mm	≥ 24	S
Glycopeptides			
VAN	17 mm		S
Autres			
FOS	43 mm	≥ 23	S
SXT	22 mm	≥ 16	S

La souche de Staphylococcus aureus retrouvée chez le patient 01 présente une sensibilité de 71.42% aux antibiotiques testés à savoir : Erythromycine et Pristinamycine comme macrolides ; Fosfomycine et Cotrimoxazole ainsi que la Vancomycine.

Elle est également résistante aux β -Lactamines testés : PEN et FOX avec un pourcentage de 28.57%.

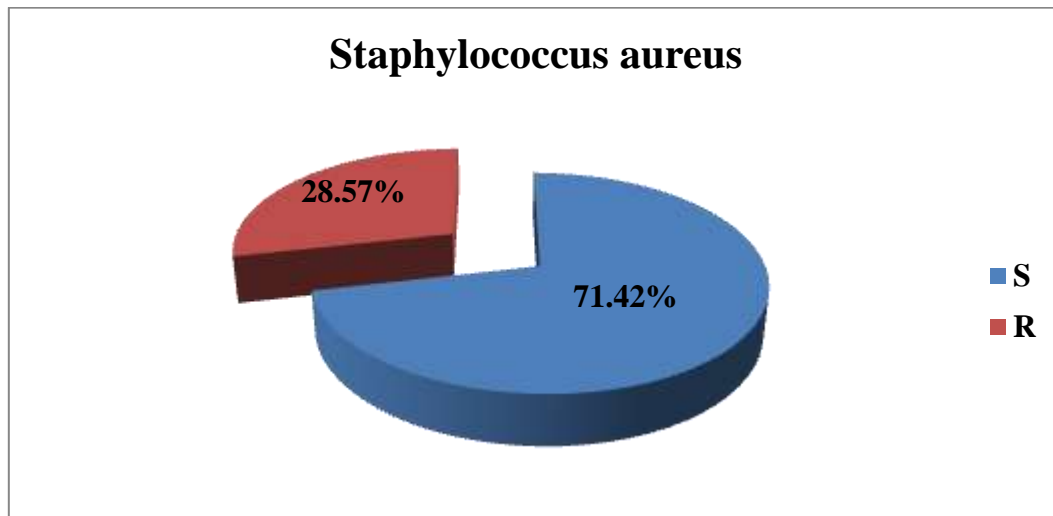


Figure 54: Taux de résistance de Staphylococcus aureus.

✚ Prélèvement numéro 02 :

Un seul germe est présent dans ce prélèvement

1. Enterococcus faecalis :

- L'antibiogramme se fait sur une gélose MH au sang et la lecture se réalise après incubation à 37°C pendant 24 H.
- Résultat :

Tableau 11: Résultats de l'antibiogramme pour Enterococcus faecalis.

Antibiotique	Diamètre mesuré	Valeurs critiques	Sensibilité
Glycopeptides			
VAN	18 mm	≥ 17	S
TEC	16 mm	≥ 14	S
Macrolides			
ERY	12 mm	≤ 13	R
β-Lactamines			
FOX	/	< 6	R
Quinolones/Fluroquinolones			
CIP	14 mm	≤ 14	R

Aminosides			
HLS	18 mm	≥ 10	S
HLG	20 mm	≥ 10	S

Cette souche identifiée chez le patient numéro 02 est sensible a 57.14% des antibiotiques testés : VAN ; TEC ; HLS et HLG, elle est également résistante a 42.85% du reste des antibiotiques testés à savoir : ERY ; FOX et CIP.

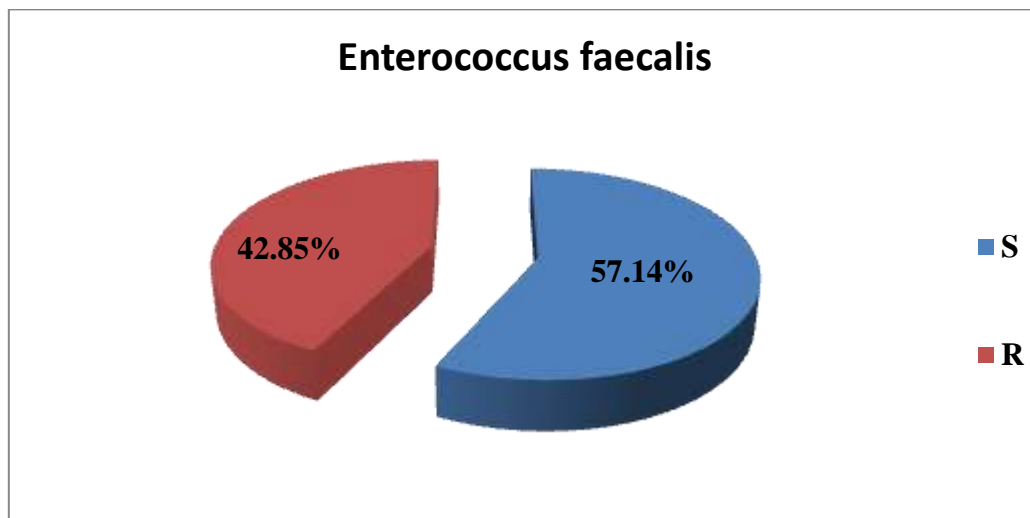


Figure 55: Taux de résistance d'Enterococcus faecalis.

✚ Prélèvement numéro 03 :

Après identification un seul germe est retrouvé :

1. Entérobactéries :

- Milieu utilisé : Mueller-Hinton
- Lecture : après incubation à 37 °c pendant 24 H
- Résultat :

Tableau 12: Résultats de l'antibiogramme pour entérobactérie.

Antibiotique	Diamètre mesuré	Valeurs critiques	Sensibilité
B-Lactamines			
TIC	26 mm	/	S
FOX	14 mm	≤14	R
CTX	34 mm	≥26	S
CAZ	27 mm	≥21	S
IPM	22 mm	20-22	I
Aminosides			
GMN	/	<6	R
AKN	24 mm	≥17	S
Quinolones/Fluroquinolones			
NAL	/	<6	R
Autres			
FOS	/	<6	R
SXT	/	<6	R

Le troisième patient a également manifesté une entérobactérie qui a présenté une sensibilité de 40% à la TIC ; CTX et CAZ dans le cadre des β-Lactamines ; ainsi qu'à l'Amikacine .Elle présente une résistance intermédiaire à l'IPM avec un pourcentage de 10% et présente également une résistance de 50% aux reste des antibiotiques tels que la FOX ; GMN et NAL.

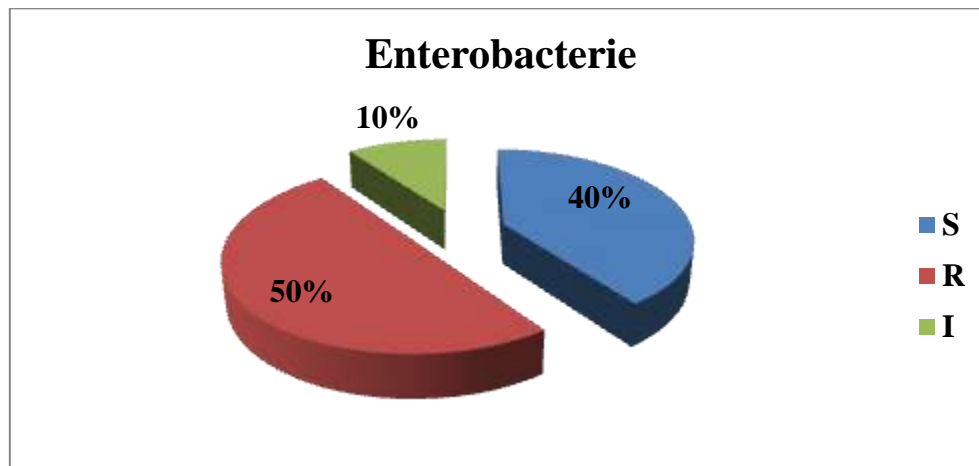


Figure 56:Taux de résistance de l'entérobactérie.

✚ Prélèvement numéro 04 :

Trois types de bactéries sont identifiés :

1. Acinetobacter baumannii :

- Milieu utilisé : Mueller-Hinton
- Lecture : après incubation à 37°C pendant 24 H
- Résultat :

Tableau 13: Résultats de l'antibiogramme pour Acinetobacter baumannii.

Antibiotique	Diamètre mesuré	Valeurs critiques	Sensibilité
B-Lactamines			
TIC	/	<6mm	R
FOX	/	<6mm	R
CTX	/	<6mm	R
CAZ	/	<6mm	R
IPM	/	<6mm	R
FEP	/	<6mm	R
Aminosides			
GMN	10mm	≤12mm	R
AKN	17mm	≥17mm	S
Quinolones/Fluroquinolones			
CIP	/	<6mm	R
NAL	/	<6mm	R
Autres			
SXT	/	<6mm	R

Cette souche d'Acinetobacter baumannii est sensible avec un taux de 9.09 à l'Amikacine ; elle présente une résistance de 90,9% aux: β-Lactamines ; Fluroquinolones (CIP et NAL) ; Cotrimoxazole et Gentamycine.

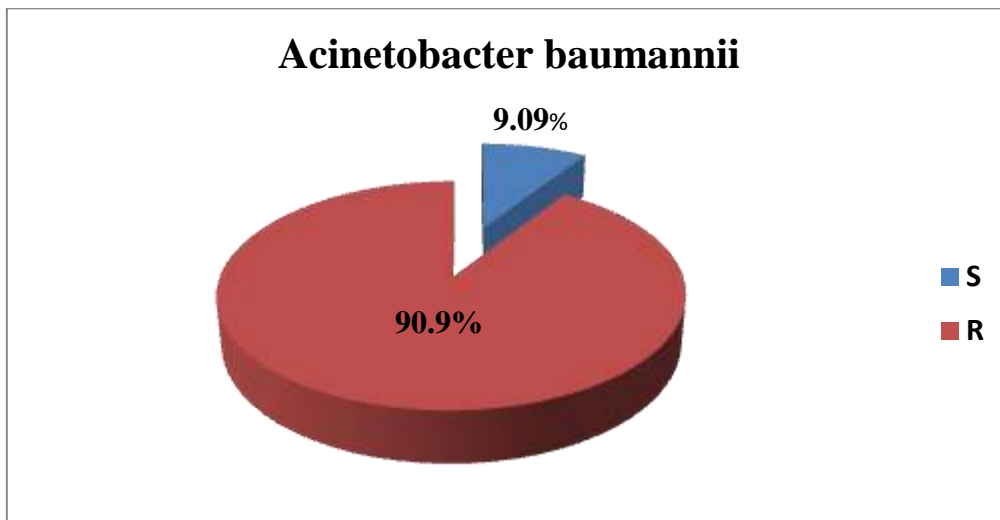


Figure 57: Taux de résistance d'Acinetobacter baumannii.

2. entérobactérie :

- Milieu utilisé : Mueller-Hinton
- Lecture : après incubation à 37 °c pendant 24 H
- Résultat :

Tableau 14: Résultats de l'antibiogramme pour entérobactérie.

Antibiotique	Diamètre mesuré	Valeurs critiques	Sensibilité
B-Lactamines			
TIC	/	<6	R
FOX	15 mm	15-17	I
CTX	/	<6	R
CAZ	/	<6	R
IPM	34mm	≥23	S
FEP	/	<6	R
Aminosides			
GMN	/	<6	R
AKN	25 mm	≥17	S
Quinolones/Fluroquinolones			
CIP	11 mm	≤21	R
NAL	/	<6	R

Autres			
SXT	/	<6	R

Cette souche d'entérobactérie qui est révélée chez le patient numéro 04 présente une sensibilité de 18,18% à l'IPM et à l'Amikacine ; elle présente une résistance intermédiaire à la FOX avec un taux de 9,1% et est résistante au reste des β -Lactamines : TIC, CTX, CAZ et FEP ; à la Gentamycine ; aux Fluroquinolones : CIP et NAL ainsi qu'au Cotrimoxazole avec un pourcentage de 72,72%.

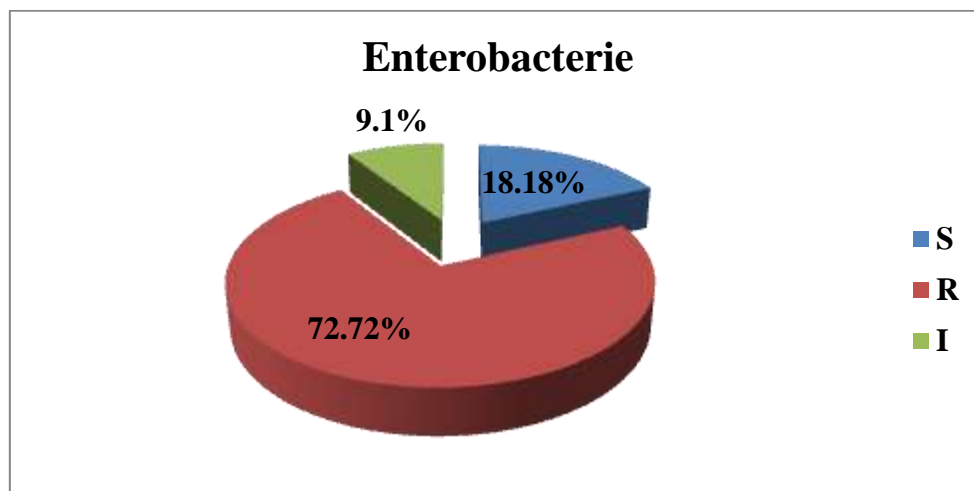


Figure 58: Taux de résistance de l'entérobactérie.

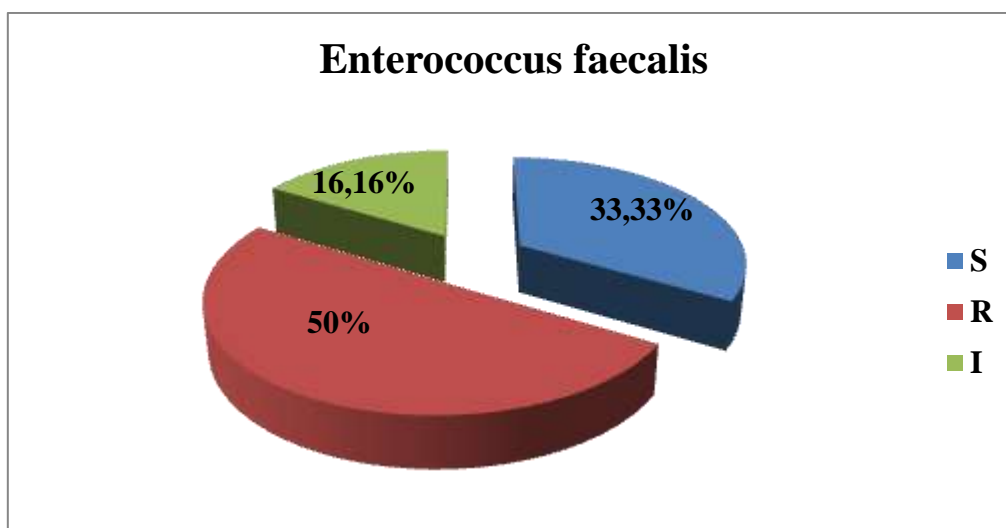
3. Enterococcus faecalis :

- Milieu utilisé : Mueller-Hinton au sang
- Lecture : après incubation à 37 °c pendant 24 H.
- Résultat :

Tableau 15: Résultats de l'antibiogramme pour Enterococcus faecalis.

Antibiotique	Diamètre mesuré	Valeurs critiques	Sensibilité
β-Lactamines			
PNG	/	<6	R
CAZ	/	<6	R
Aminosides			
HLG	17 mm	≥10	S
HLS	14mm	≥10	S
Macrolides			
PTN	17 mm	16-18	I
Autres			
COL	/	<6	R

La seconde souche d'Enterococcus faecalis rencontré chez le quatrième patient présente une sensibilité de 33.33% envers les antibiotiques testés : HLG et HLS ; Sa résistance est intermédiaire à la prestinamycine avec un pourcentage de 16.16% et est résistante à 50% du reste des antibiotiques.

**Figure 59: Taux de résistance d'Enterococcus faecalis.**

 **Prélèvement numéro 05 :**

Deux types de bactéries sont identifiés :

1. Entérobactérie :

- Milieu utilisé : Mueller-Hinton
- Lecture : après incubation à 37 °c pendant 24 H
- Résultat :

Tableau 16: Résultats de l'antibiogramme pour entérobactérie.

Antibiotique	Diamètre mesuré	Valeurs critiques	Sensibilité
β-Lactamines			
FOX	23 mm	≥18	S
CTX	10 mm	≤14	R
CAZ	8 mm	≤17	R
IPM	27 mm	≥27	S
AMC	21 mm	≥18	S
Aminosides			
GMN	20 mm	≥15	S
AKN	20 mm	≥17	S
Quinolones/Fluroquinolones			
NAL	/	<6	R
CIP	23 mm	22-25	I
Autres			
SXT	/	<6	R

La dernière souche d'entérobactérie retrouvée chez le cinquième patient présente une sensibilité de 50% aux antibiotiques testés : FOX, IPM et AMC pour les β-Lactamines ; GMN et AKN pour les aminosides ; elle présente une résistance intermédiaire de 10% à la Ciprofloxacine et est résistante à la CTX ; à la CAZ et à l'acide Nalidixique avec un taux de 40%.

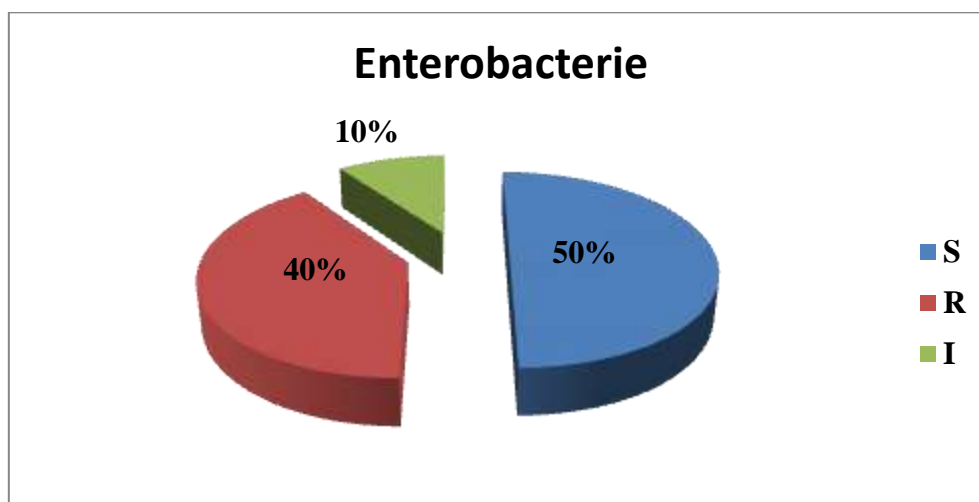


Figure 60: Taux de résistance de l'entérobactérie.

2. Enterococcus faecalis :

- Milieu utilisé : Mueller-Hinton au sang
- Lecture : après incubation à 37 °c pendant 24 H
- Résultat :

Tableau 17: Résultats de l'antibiogramme pour Enterococcus faecalis.

Antibiotique	Diamètre mesuré	Valeurs critiques	Sensibilité
β-Lactamines			
CAZ	/	<6	R
Quinolones/Fluoroquinolones			
OFX	14 mm	13-15	I
CIP	18 mm	16-20	I
LVX	17 mm	≥17	S
Macrolides			
ERY	/	<6	R
PTN	19 mm	≥19	S
Aminosides			
HLS	/	<6	R
HLG	15 mm	≥10	S
Autres			

FOS	25mm	≥ 16	S
-----	------	-----------	---

Enterococcus faecalis retrouvée chez le patient numéro cinq montre une sensibilité d'environ 44.44% aux antibiotiques testés : LVX, PTN ; HLG et FOS ; une résistance intermédiaire de 22.22% a l'Ofloxacine et Ciprofloxacine ainsi qu'une résistance de 33.33% a la Cefazoline ; Erythromycine et HLS.

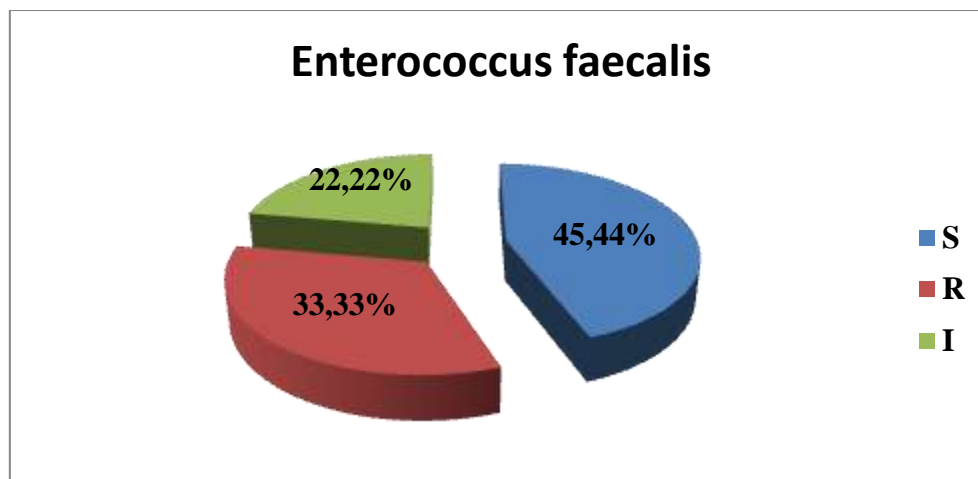


Figure 61: Taux de résistance de l'entérobactérie.

6.4 Résultats de l'étude d l'effet antibactérien du miel seul

6.4.1 Effet antibactérien du miel sur Enterococcus faecalis :

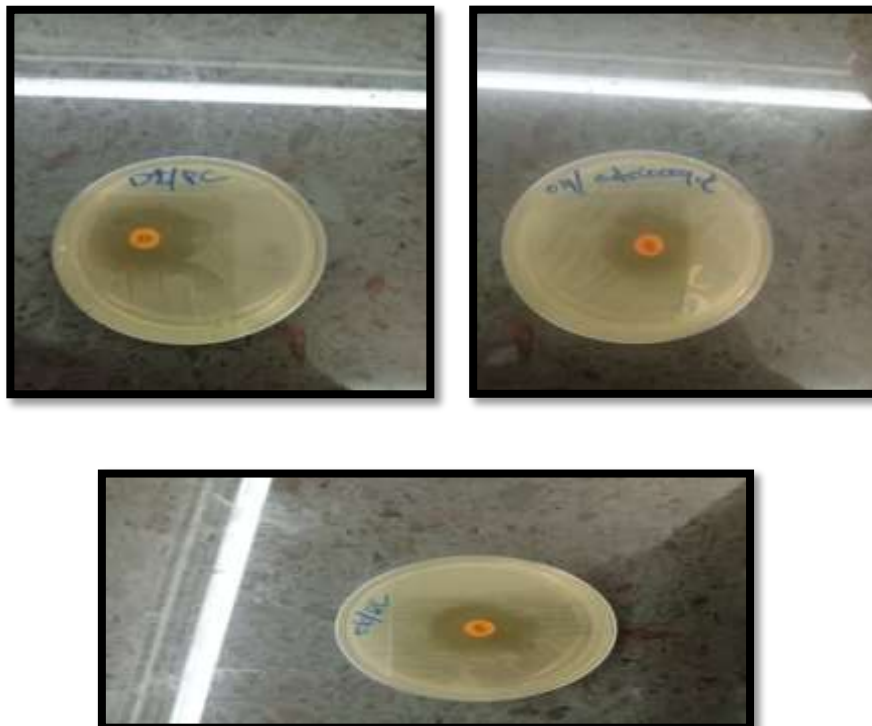


Figure 62: Résultats de l'aromatogramme pour Enterococcus faecalis. (Notre étude)

Le miel pur testé sur l'ensemble des trois souches d'*Enterococcus faecalis* a donné les résultats suivants :

Tableau 18:Résultat de l'aromatogramme pour E.faecalis.

Numéro de souche	02	04	05
Diamètre d'inhibition	20mm	20mm	20mm
Catégorie clinique	Extrêmement sensible	Extrêmement sensible	Extrêmement sensible

Les trois souches d'*Enterococcus faecalis* présentent des diamètres d'inhibition égaux a 20mm ce qui démontre qu'elles sont extrêmement sensibles a notre échantillon de miel polyfloral pur.

6.4.2 Effet antibactérien du miel sur les entérobactéries :

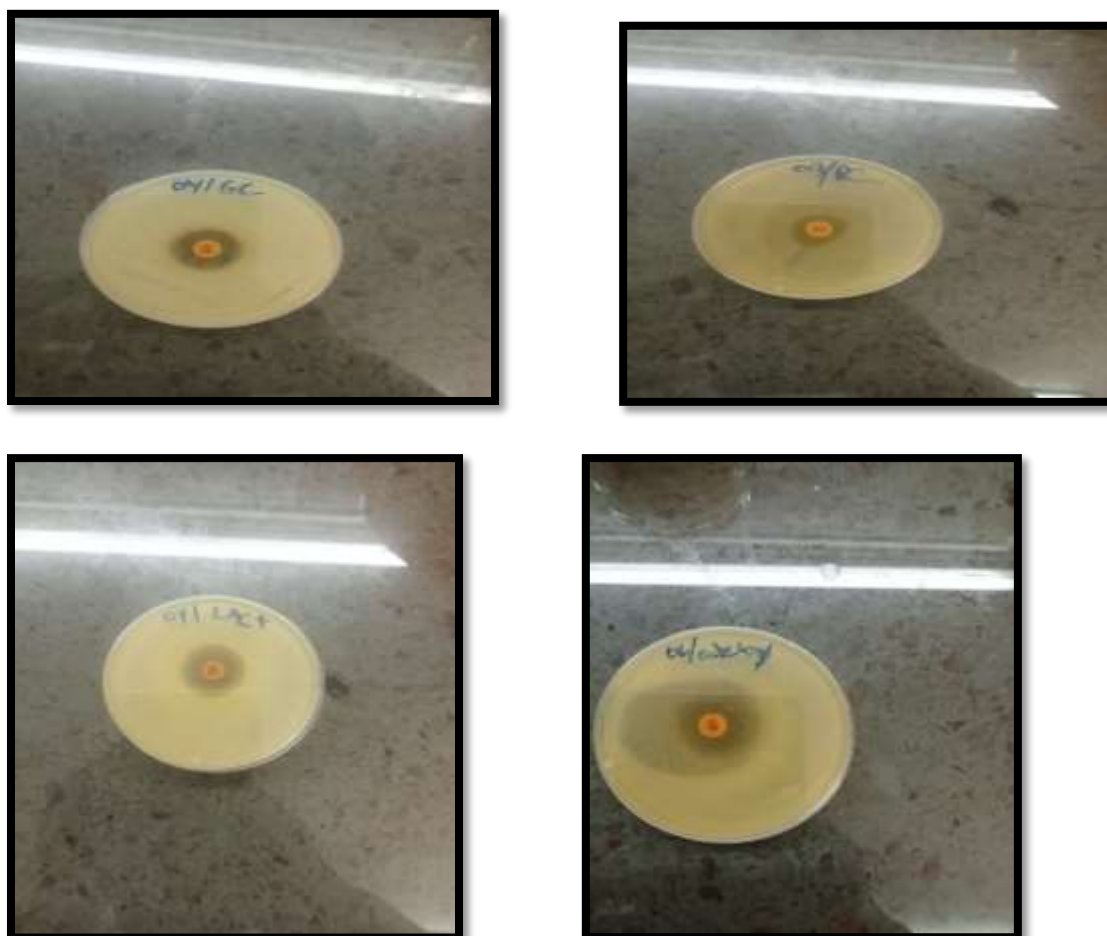


Figure 63:Résultats de l'aromatogramme pour Entérobactéries.(Notre etude)

Tableau 19:Résultat de l'aromatogramme pour Entérobactéries.

Numéro de souche	01	03	04	05
Diamètre d'inhibition	15mm	11mm	12mm	15mm
Catégorie clinique	Très sensible	Sensible	Sensible	Très sensibles

Pour les souches d'Entérobactéries du patient 01 et 05 ; les diamètres d'inhibition étaient de 15 mm chacune ; ces souches sont donc très sensibles a l'effet de notre échantillon de miel pur.

Les souches 03 et 04 présentent des diamètres de 11mm et 12mm respectivement ; elles sont donc sensibles à l'action du miel testé.

6.4.3 Effet antibactérien du miel sur Staphylococcus aureus :

**Figure 64:Résultat de l'aromatogramme pour Staphylococcus aureus.(Notre etude)****Tableau 20:Résultat de l'aromatogramme pour S.aureus.**

Numéro de souche	01
Diamètre	22mm
Catégorie clinique	Extrêmement sensible

La souche de *Staphylococcus aureus* isolée du patient 01 était le germe le plus efficace et le plus sensible à notre échantillon de miel pur ; le diamètre d'inhibition était de 22mm plaçant ainsi cette souche dans la catégorie : Extrêmement sensible.

6.5 Etude de l'effet synergique de l'association du miel avec un antibiotique résistant :

L'application des disques d'antibiotiques résistants associés au miel a donné les résultats suivants :

6.5.1 Effet de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 01 :



Figure 65: Résultats de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 01 (Notre étude)

-Les diamètres obtenus après association sont les suivants :

Tableau 21:Résultats de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 01.

Bactérie	Staphylococcus aureus	Entérobactérie	BNF
ATB +Miel	CAZ+Miel	CAZ+Miel	IPM+Miel
Diamètre	16mm	11mm	30mm

6.5.2 Effet de l'association Miel+ATB pour le prelevement 02 :



Figure 66:Résultat de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 02.(Notre etude)

-Le diamètre obtenu après association est le suivant :

Tableau 22:Résultat de l'association Miel +ATB du prélèvement 02.

Bactérie	Enterococcus
ATB+Miel	ERY+Miel
Diamètre	14mm

6.5.3 Effet de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 03 :**Figure 67:Résultat de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 03.(Notre etude)**

-Le diamètre obtenu après association est le suivant :

Tableau 23:Résultat de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 03.

Bactérie	Entérobactérie
ATB+Miel	GMN+Miel
Diamètre	12mm

6.5.4 Effet de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 04 :

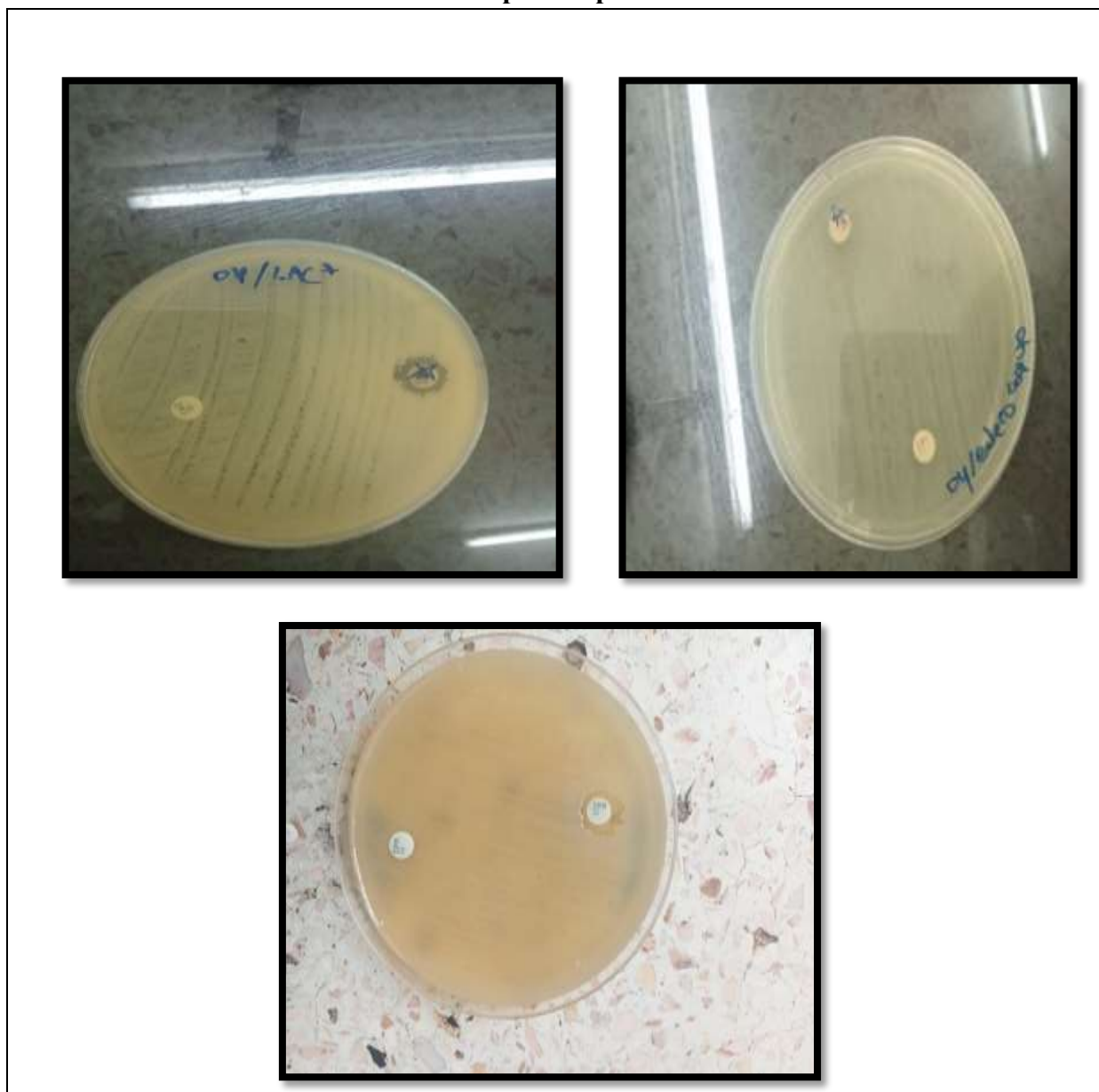


Figure 68: Résultats de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 04. (Notre étude)

-Le diamètre obtenu après association est le suivant :

Tableau 24: Résultats de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 04.

Bactérie	<i>Acinetobacter baumannii</i>	Entérobactérie	<i>Enterococcus faecalis</i>
ATB +Miel	IPM+Miel	CAZ+Miel	ERY+Miel
Diamètre	10mm	10mm	<6mm

6.5.5 Effet de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 05 :

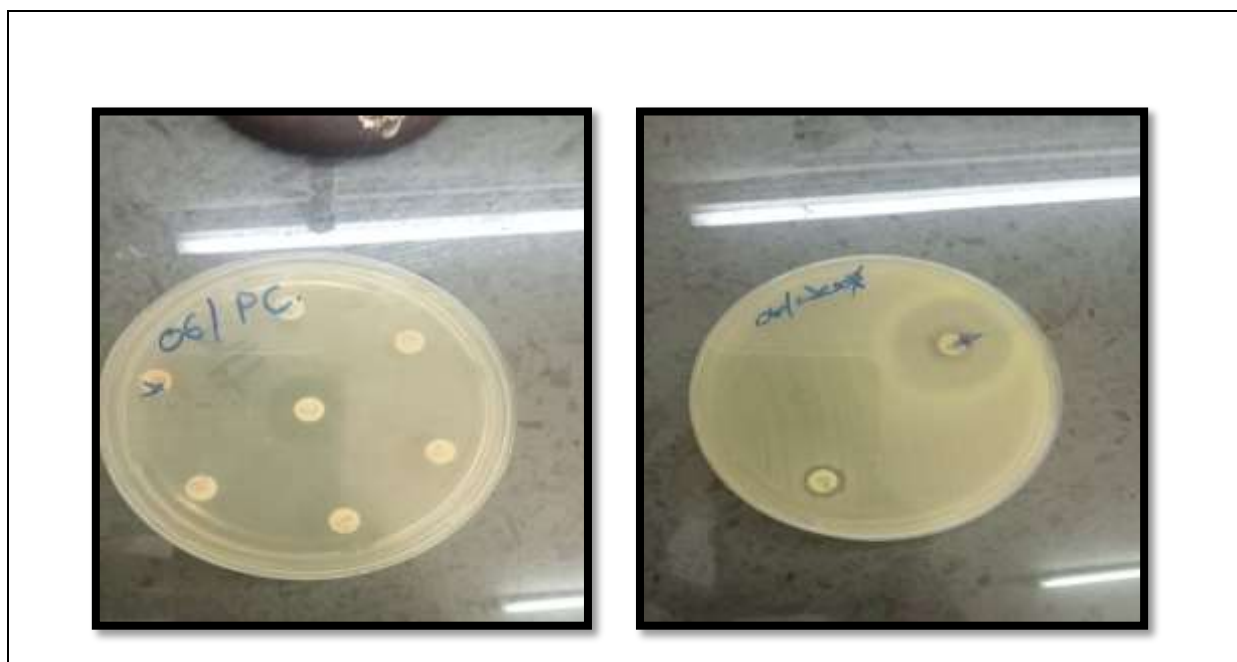


Figure 69: Résultats de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 05.(Notre étude)

-Le diamètre obtenu après association est le suivant :

Tableau 25: Résultats de l'association Miel+ATB pour le prélèvement 05.

Bactérie	Enterococcus faecalis	Entérobactérie
ATB +Miel	ERY+Miel	CAZ+Miel
Diamètre	<6mm	11mm

7 Discussion :

7.1 Analyse physicochimique du miel :

L'analyse du miel est particulièrement intéressante avant son usage médical parce qu'il s'agit d'un produit périssable qui peut subir plusieurs transformations au cours du temps, qui entraînent la perte de sa qualité, bien entendu, le miel médical doit être conforme aux normes de qualité physico-chimiques ainsi aux normes de qualité bactériologique.

7.1.1 Paramètres organoleptiques :

Tableau 26: Comparaison des paramètres organoleptiques.

Paramètre	Etudes	Propriétés du miel	Notre étude (2023)
Couleur	(Chouia,2014)	Incolore ou blanche au brun foncé(136)	Claire
	(Lequet 2010,Oudjet 2012)	Plus le miel est clair, plus il comporte moins de minéraux.(137)	
	(Gonnet et al, 1986)	La gamme du couleur du miel est vaste ; incolore, beige, orange, marron, noir.(138)	
Saveur	(Jean luc d'argol,2007)	La saveur plus ou moins sucrée et aromatique, dépend de son origine végétale.(139)	Sucrée
	(Bradbear, 2005) (Chouia,2014)	Le miel clair à une saveur plus délicate.(140)	
Odeur	(Guerzou et naadji,2009)	Végétale, florale, fruité, puissante ou non, lourde, fine ou vulgaire.(141)	Florale

7.1.2 Paramètres physico-chimiques :

Tableau 27: Comparaison des paramètres physicochimiques.

Paramètres	Etudes	Propriétés du miel	Notre étude
Solubilité	(Louveaux,1968b)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Le miel est soluble dans l'eau et l'alcool (142) 	Soluble
Densité	(Jean prost,1987)	<ul style="list-style-type: none"> ○ La densité dépend de la teneur en eau, la température et la composition chimique. ○ Plus le miel est riche en eau, moins il est dense. ○ La densité du miel varie entre 1,39 à 1,44 à 20°C.(143) 	1,67
	(Rossant,2011)	<ul style="list-style-type: none"> ○ La densité moyenne du miel est 1,4225 à 20°C(144) 	
	(Boukraa)	<ul style="list-style-type: none"> ○ La densité du miel est plus lourde que celle de l'eau, varie entre 1,40 à 1,45.(145) 	
Conductivité électrique (ms /cm)	(Boukraa,2010)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pour le miel du nectar, la valeur de la conductivité doit être moins de 0,8 ms/cm.(145) 	0,002
	(Mekious et al., 2015).	<ul style="list-style-type: none"> ○ Le miel du nectar à une conductivité inférieur de 0,8 ms/cm.(146) 	
	Achour et al., (2014)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Les miels algériens ont une conductivité électrique de 0,240 à 0,560 ms/cm(147) 	
	(Belhaj et al., 2015).	<ul style="list-style-type: none"> ○ Les miels marocains présentent une conductivité électrique entre 0,196 et 0,413ms/cm(148) 	
Indice de réfraction	(Bogdanov,2002).	<ul style="list-style-type: none"> ○ Il varie entre 1,4915 à 1,5041 à 20°C(149) 	1,49438
	(Lazarević et al., 2012 ; Belay et al., 2013).	<ul style="list-style-type: none"> ○ Il oscille entre 1,47 et 1,50 à une température de 20 °C(150) 	

PH	(Bruneau,2005).	○ Le PH se situe entre 3,5 et 4,5(151)	4,65
	(Belhaj et al., 2015).	○ Les valeurs de pH des miels marocaines étudiés sont entre 3,39 et 4,19(148)	
Indice de Brix	Codex Alimentarius.	○ Le taux de sucre totaux doit être plus de 65%(152)	80,9
Acidité ternaire	Codex Alimentarius.	○ Moins à 50 milliéquivalents d'acide par kg(152)	30
	Laouar et al., (2017)	○ Les miels du Nord-Est algérien ont une acidité comprise entre 10,16 à 28,03 meq/kg(153)	
Teneur en eau	(Bogdanov,2002)	○ La teneur en eau du miel allant de 13 à 18 %(154)	16,8%
	Amrouche et Kessi (2003)	○ Les miels algériens testés ont des valeurs comprises entre 15,0 et 22,6%.(155)	
Teneur en cendre	Codex Alimentarius.	○ La teneur en cendre du miel est inférieure à 0,8 %(152)	0,38 %
	L'Union Européenne (2002),	○ Les miels de nectar ont une teneur inférieure de 0,6 % (156)	
	(Doukani et al., 2014).	○ Les teneurs en cendre des miels algériens oscillent entre 0,09 à 0,45%(155)	

7.2 Analyse bactériologique du miel :

L'étude bactériologique de notre échantillon de miel a démontré l'absence de toute contamination susceptible d'interférer avec nos résultats.

- En se basant sur ces résultats ainsi que sur ceux de l'analyse physicochimique ; ce miel est conforme aux exigences et peut de ce fait être utilisé pour la suite de l'analyse.

7.3 Etude de la sensibilité aux antibiotiques :

Enterococcus faecalis :

Une étude du centre hospitalier et universitaire et de l'hôpital central de Yaoundé au Cameroun démontrent que les souches d'Enterococcus faecalis sont sensibles aux quinolones avec des pourcentages de 82% pour la Ciprofloxacine et la Levofloxacine ; ainsi qu'aux Glycopeptides : Vancomycine et Teicoplanine avec des pourcentages de 59% chacune ; ces souches résistent aux macrolides : Prestinamycine et Erythromycine ainsi qu'au Cotrimoxazole avec un taux de 59%.(157)

Selon Bouzit ,Obeizi et Zerdoudi de l'université de Guelma ; l'étude d'antibioresistance de leur souche d'Enterococcus faecalis a présenté une sensibilité de 50% aux antibiotiques testés : Erythromycine ; Gentamycine et Ofloxacine. Sa résistance aux reste des antibiotiques est de 50% a Pénicilline ; Vancomycine et Amoxicilline.(158)

Selon Souna ,Djahida ; un isolement de certaines entérobactéries au niveau de l'hôpital de Sidi Belabbes a démontré une sensibilité de 95.7% a l'Imipenème et de 96.4% a l'Amikacine ; ce qui est en concordance avec le résultat de nos antibiogrammes des souches numéro 04 et 05 ; la souche numéro 03 est également sensible a l'Amikacine et montre une résistance intermédiaire a l'Imipenème ; cependant contrairement aux autres ; la souche 01 est résistante a l'IPM.(159)

Entérobactéries :

Les entérobactéries de l'étude réalisée au niveau du CHU de Sidi Belabbes ont manifesté une résistance vis-à-vis de certaines β -Lactamines comme c'est le cas de toutes nos souches isolées et en particulier les souches 01 et 04 ; une résistance aux aminosides comme la GMN

La même chose est observée chez la souche numéro 03 ; ainsi qu'une résistance aux Fluroquinolones comme a Ciprofloxacine et c'est le cas de la souche 01.

La souche numéro 04 quant a elle ; elle résiste a la fois a la Ciprofloxacine et a la Gentamycine.(159)

Staphylococcus aureus :

Staphylococcus aureus identifiée par Athmani et Elmesaadi a l'université de Guelma a également présenté une grande sensibilité aux antibiotiques testés avec un pourcentage de 64,29% pour la GMN AKN et ERY.

Son taux de résistance était aussi faible que le notre avec 35.29% de résistance a des antibiotiques comme : Ampicilline ; PEN G ET Colistine.(159)

Par contre les souches de Staphylococcus aureus isolées a l'hôpital La quintinie de Douala au Cameroun ont présenté un taux de résistance beaucoup plus important et qui est de 60% a des antibiotiques comme : Oxacycline ; Vancomycine et Gentamycine. Le niveau de sensibilité

était plus bas avec un pourcentage de 40% pour des antibiotiques comme Amikacine et Neltimicine.(160)

Le résultat de l'étude de Bouzit ,Obeizi et Zerdoudi de l'université de Guelma ; a démontré que la souche de Staphylococcus aureus sur la quelle ils ont travaillé a été sensibles a l'ensemble des antibiotiques testés. (158)

Acinetobacter baumannii et bacille non fermentant du 3eme prélèvement :

Selon l'étude de la faculté de médecine et de pharmacie Casablanca au Maroc ; Acinetobacter baumannii est une bactérie résistante aux β -Lactamines ; Aminosides et Fluroquinolones avec 100% de résistance a la Gentamycine et 50% a la Ciprofloxacine, ce qui est en concordance avec nos résultats.(135)

Nos résultats sont également semblables a ceux du Laboratoire de Microbiologie Appliquée à l'Agroalimentaire au Biomédical et à l'Environnement CHU Batna ou Acinetobacter baumannii a été résistantes a l'ensemble des β -Lactamines testés.(120)

Le laboratoire de microbiologie, hôpital Charles-Nicolle en Tunisie ont également des résultats similaires aux nôtres ou Acinetobacter baumannii ainsi que Pseudomonas aeruginosa sont des souches multi résistantes dans divers pays notamment l'Espagne, les Etats unis d'Amérique ainsi que la France.(161)

Mais contrairement aux résultats que nous avons obtenus, l'université de Lille en France a réalisé une étude en 2019 ou Pseudomonas aeruginosa qui est également un BNF a été sensible a la totalité des β -Lactamines testés ; a l'Amikacine ; Gentamycine et Ciprofloxacine.(162)

De nombreuses études ont prouvé que les antibiotiques ont un large effet sur les bactéries a Gram + ; les bactéries a Gram –quant a elles disposent d'une membrane externe hydrophyle qui bloque le passage de tout corps hydrophobe a travers la membrane cellulaire.(163)

Lorsque toutes les souches des mêmes espèces résistent au même antibiotique on parle de résistance naturelle ; ce problème de résistance constitue une limite a l'utilisation des antibiotiques et les rends presque totalement inefficace.

7.4 Etude de l'effet antibactérien du miel seul :

Enterococcus faecalis :

Nos résultats sont en concordance avec le laboratoire départemental d'analyses et de recherche de la Haute-Vienne ou l'un des trois échantillons de miel testés étaient efficace contre la souche d'Enterococcus faecalis testée ; les deux autres échantillons ont démontré une sensibilité intermédiaire.(164)

L'activité antibactérienne a également été similaire a l'études de Djaafri ;Rezzoug et Ounis de l'université de Ouargla ou Enterococcus faecalis a été très sensible selon les diamètres

d'inhibition obtenus avec trois de leurs échantillons de miel d'une concentration de 100% ; les diamètres obtenus étaient de : 15.59mm ; 15.27mm et 16.05mm.(165)

L'étude de l'université d'Incheon en Corée était semblable en termes d'efficacité du miel sur *Enterococcus faecalis* ou ils pensent que la diversité des acides phénoliques ainsi que la présence d'ingrédients comme le méthylglyoxalate (MGO) sont responsables de la forte activité antibactérienne du miel.(166)

Par contre l'étude réalisée au niveau du département de microbiologie et d'immunologie de l'université de Rio Cuarto en Argentine a été différente des résultats précédents ou *Enterococcus faecalis* n'a été sensible à aucun des échantillons de miel pur testés.

Des dilutions de 75% et 50% ont également été inefficaces.(167)

Entérobactéries :

Des résultats similaires aux nôtres sont obtenus par Athmani ; El Mesaadi et Tifouti à l'université de Guelma qui ont testé l'effet antibactérien du miel sur des entérobactéries comme : *E. coli* qui a montré le plus d'efficacité avec un diamètre de 23mm.

Salmonella spp et *Proteus mirabilis* ont également montré une sensibilité avec des diamètres de 10mm et 12mm respectivement.

Klebsiella pneumoniae était la moins sensible avec un diamètre de 9mm.(168)

L'effet antibactérien des huit échantillons de miel pur testé par Feddaoui et Kerdouci sur *E. coli* est également semblable à nos résultats avec des diamètres allant de 11.50mm jusqu'à 13.50mm.(169)

Des études de la faculté de médecine de Bobigny en France sont également similaires aux nôtres ; en effet 76% des colonies de *E. coli* ; *Enterobacter cloacae* et *Klebsiella oxytoca* antibioresistantes sont réduites ; deux jours après l'utilisation du miel. (170)

Staphylococcus aureus :

Belhag et al. ont également obtenus des résultats similaires aux nôtres en matière d'efficacité ou leur souche de *Staphylococcus aureus* a été extrêmement sensible vis-à-vis du miel pur multi florale d'origine marocaine avec un diamètre d'inhibition de 40mm.les dilutions des mêmes échantillons à 75% ; 50% et 25% ont été de la même efficacité avec des diamètres de 34.34 mm et 40mm respectivement.(135)

Staphylococcus aureus était également la bactérie la plus sensible au miel non dilué présenté dans l'étude de l'université de Rio Cuarto en Argentine avec un diamètre moyen de 17.1 mm pour la totalité des échantillons de miel testés ; l'échantillon qui a manifesté la plus grande activité antibactérienne envers la souche de *Staphylococcus aureus* a démontré comme résultat un diamètre de 22mm.(167)

Néanmoins ; ce résultat diffère de celui de Merah ; Bensaci et Boudherhem ou deux échantillons de miel polyfloral originaires de Sidi Belabbes et d'Arabie Saoudite n'ont démontré aucune efficacité sur *Staphylococcus aureus*.

Cette souche a également été insensible à l'ensemble des dilutions 75% ; 50% et 25% des mêmes échantillons de miel.(171)

Une activité antibactérienne a également été constatée sur des souches de *Staphylococcus aureus* et *E-coli* suite à l'utilisation de miel d'*Apis mellifera* africanisée originaires du Brésil.(172)

À cette étape du travail on peut dire que :

-Les résultats obtenus suite à l'évaluation de l'effet antibactérien d'un échantillon de miel en provenance de la région de Lalla Setti wilaya de Tlemcen, on constate que :

-Toutes les souches bactériennes isolées présentent une sensibilité vis-à-vis de notre échantillon de miel polyfloral ; la différence des diamètres réside donc dans la différence des souches bactériennes.

-Le miel multifloral similaire à notre étude possède un large spectre d'activité inhibitrice vis-à-vis des bactéries à Gram + et à Gram- ; puisqu'il a été inhibiteur de la plus part des souches bactériennes isolées : *Staphylococcus aureus* et *Enterococcus faecalis* qui sont des Gram+ et Entérobactéries qui sont des Gram-.

-La différence de résultats démontrant la résistance de quelques bactéries peut être expliquée par les différences des types de miel polyfloral, de la concentration ou de la composition de ce dernier.

-Le miel pur non dilué est le plus efficace en matière d'inhibition bactérienne ; il possède l'effet antibactérien le plus important.

En effet ; les plus faibles concentrations de miel à savoir des miels à 25% n'ont quasiment aucun effet sur les poussées bactériennes ; on pense alors que la dilution impacte les constituants actifs responsables de l'activité antibactérienne. ' Plus un miel est concentré et plus son activité antibactérienne est prononcée'(173)

-Pour une bactérie à Gram négatif comme *E. coli* ou *Klebsiella* ssp ; le miel est responsable de deux effets :(171)

- Un effet bactéricide ou l'ensemble des poussées bactériennes sont inhibées ; cet effet est localisé au niveau des zones proches entourant le disque de miel.
- Un effet bactériostatique ; ou des poussées bactériennes réapparaissent après inhibition ; cet effet se passe dans des zones assez loin du disque imprégné de miel.

-*Staphylococcus aureus* est parmi les cocci les plus sensibles à l'action du miel.(174)

Il est reconnu que le miel agit comme un agent antibactérien suite à ses propriétés physico-chimiques ainsi qu'à la présence d'inhibines qui sont des composants antimicrobiens ; en effet le miel est doté d'une activité d'eau allant de 0.56 à 0.62 ; d'une osmolarité assez élevée due à sa concentration en sucres.

Il existe une certaine interaction entre ces sucres et l'eau présente dans le miel ; rendant ainsi l'eau presque indisponible pour qu'un germe se développe ; ce dernier sera donc fortement déshydraté ce qui menace sa survie.

En plus ; en raison de son pH acide, le miel constitue un milieu défavorable pour la croissance des bactéries.

Les miels dilués sont également capables d'exercer une activité antibactérienne ; ceci peut être dû à la présence d'inhibines.(175)

Parmi ces inhibines on distingue le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 qui est la principale molécule responsable de l'activité antibactérienne du miel ; sa formation résulte d'une réaction entre le glucose et la glucose oxydase en présence d'eau et d'oxygène.

La présence d'acide gluconique ainsi que d'autres inhibines non peroxydes stimulent également l'effet antibactérien ; en effet l'acide gluconique participe à l'augmentation de l'acidité du miel ce qui est fatal pour les microorganismes.(176)

Il est également possible que l'effet antibactérien d'un miel naturel dépend de la composition du miel ; cette dernière varie en fonction de la nature du sol ; la race des abeilles ainsi que l'état de leur colonie.(177)

7.5 Etude de l'effet synergique de l'association du miel avec un antibiotique résistant :

Un effet synergique résulte d'une interaction de deux ou plusieurs substances de façon à ce que l'effet de leur association est égal ou supérieur aux effets additionnés de chacune d'elles prises isolément.(178)

Nos résultats ont démontré une certaine action positive suite à l'association ATB résistant+Miel pour la plus part des souches bactériennes à l'exception des deux *Enterococcus faecalis* des relèvements 04 et 05., en effet des diamètres d'inhibition sont apparus démontrant que le miel polyfloral potentialise l'action de l'antibiotique ; cependant aucun effet synergique n'a pu être confirmé, le diamètre des disques ATB résistant+Miel demeurent inférieur à ceux obtenus avec le miel seul.

Nos résultats diffèrent de ceux obtenues par BOUZIT ; OBEIZI et ZERDOUDI de l'université 8 mai 1945 Guelma ; selon leur étude une certaine synergie a pu être prouvée suite à l'association du miel d'Origan et d'Eucalyptus avec différentes classes d'antibiotiques.(158)

Des études de la faculté de médecine Mansoura en Egypte ont également retrouvé que l'association du miel avec l'Amoxicilline ou la Cefotaxime est bénéfique puisqu'elle donne un effet antibactérien sur *Staphylococcus aureus* multi résistante.(179)

Cette différence de résultats peut être due à la composition des miels qui peut varier ou même à la méthode d'imbibition des disques.

On conclut alors que l'association d'un antibiotique avec du miel peut s'avérer positive ; l'utilisation du miel peut en effet booster l'effet de l'antibiotique mais sans pour autant être efficace à chaque fois.

Au bout de cette discussion on peut dire que le miel polyfloral seul similaire à celui de notre étude a démontré son efficacité contre tous les germes isolés ; son effet antibactérien à lui seul reste le meilleur puisqu'il s'agit d'un remède naturel.

❖ Les résultats de nos études ouvrent des perspectives très intéressantes pour continuer ce travail :

-Élargir l'étude sur d'autres types de miel mono et poly floraux avec plusieurs dilutions.

-Agrandir l'échantillon et tester le miel sur un nombre de patients plus important.

- Réalisation des tests de l'effet antibactérien sur les plaies infectées.

-Etude synergique du miel avec les antibiotiques usuels.

-Etude de l'effet antibactérien du miel sur les infections communautaires.

❖ **Limite de l'étude :**

-Temps limité pour la réalisation d'un maximum de prélèvements.

-Manque de moyens ou on a été obligé d'acheter certains éléments nécessaires à l'analyse par nos propres moyens financiers.

Conclusion :

Le miel est une substance sucrée, biologique produite par les abeilles mellifères caractérisé par différentes propriétés thérapeutiques qui lui ont permis de gagner une grande importance dans la médecine naturelle. Il se e trouve en deux types : miel polyfloral et miel mono floral.

Depuis l'antiquité les gens utilisent le miel sans savoir ses vertus ; ce dernier possède une activité antibactérienne hors du commun intrigant plusieurs chercheurs, cette propriété a permis de réaliser différentes études sur beaucoup de souches bactériennes comme : *Staphylococcus aureus*, *E. coli* ou encore *Pseudomonas aeruginosa*.

L'étude de l'activité antibactérienne du miel a permis de réaliser que son utilisation sur une flore bactérienne résistante est bien plus efficace qu'un antibiotique limité par le pouvoir de la résistance bactérienne ; leur association peut être possible mais sans être au même rang que le miel polyfloral seul, il est en effet une substance miracle du bon dieu .

A l'issu de cette étude on peut conclure que :

- Le miel multifloral pur est un excellent agent antibactérien sur les bactéries responsables d'infections nosocomiales.
- Il est préférable d'éviter l'utilisation simultanée du miel multifloral avec les antibiotiques

Plusieurs études seraient en effet souhaitables pour étudier les autres types du miel mono et poly floral dans le but de bien approfondir ces recherches et découvrir encore plus ce trésor naturel, ses vertus, ses utilisations dans le domaine médical.

Références bibliographiques :

1. Larousse É. Définitions : miel - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 9 juill 2023]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/miel/51365>
2. Résultats de la recherche | CODEXALIMENTARIUS FAO-WHO [Internet]. [cité 9 juill 2023]. Disponible sur: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/search/fr/?cx=018170620143701104933%3Aqq82jsfba7w&q=miel&cof=FORID%3A9>
3. Viel C, Doré JC. Histoire et emplois du miel, de l'hydromel et des produits de la ruche. *Rev Hist Pharm.* 2003;91(337):7-20.
4. L'apiculture de la préhistoire au Moyen-Âge [Internet]. [cité 8 mars 2023]. Disponible sur: <https://www.famillemary.fr/blog/post/lapiculture-de-la-prehistoire-au-moyen-age>
5. Fruleux S. Miel-Direct : Gelée royale française et Miels en vente directe producteur. 2016 [cité 23 oct 2022]. Le miel, toujours présent dans l'Histoire aux côtés de l'homme | Miel-Direct. Disponible sur: <https://www.miel-direct.fr/miel-a-travers-histoire/>
6. Cassaignau C. L'Abeille et les produits de la ruche utilisés en nutrition et en thérapeutique. 1991. 211 p.
7. Miel Factory [Internet]. [cité 23 oct 2022]. Le miel : un peu d'histoire. Disponible sur: <https://www.miel-factory.com/blogs/blog/miel-histoire>
8. Pierre MJ. « Lait et miel, ou la douceur du Verbe ». *Apocrypha* [Internet]. 1 oct 2008 [cité 24 déc 2022]; Disponible sur: <https://www.brepolonline.net/doi/10.1484/J.APOCRA.2.300781>
9. Les relations abeilles-pollens [Internet]. [cité 10 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/01811789.1990.10827009?needAccess=true&role=button>
10. Tautz J. L'étonnante abeille. De Boeck Supérieur; 2009. 290 p.
11. Darrigol JL. Apithérapie: miel, pollen, propolis, gelée royale, apis mellifica, venin d'abeille & autres remèdes, hydromel, oxymels, mellites, cire, cérats, électuaires, aromiels. Dangles éditions; 2017. 489 p.
12. OULED SAAD LATIK » l'Abeille [Internet]. [cité 9 mars 2023]. Disponible sur: <http://benatik.unblog.fr/2010/02/22/labeille/>
13. Fayet A. FMI CI EHLE PÉDAGOGIQUE. :33.
14. Adam G. Les individus de la colonie. :13.
15. Leçon 2 - Les différentes castes chez l'abeille [Internet]. Apiconso. [cité 9 mars 2023]. Disponible sur: <https://apiconso.fr/blog/lecon-2-les-differentes-castes-chez-labeille>
16. Bradbear N. Apiculture et moyens d'existence durables. Food & Agriculture Org.; 2005. 76 p.

17. Marchenay P. Miels, miellats, miellées. *J Agric Tradit Bot Appliquée*. 1988;35(1):121-46.
18. Dudnik AL. Apithérapie en médecine bucco-dentaire.
19. Bonté F, Alexis D. Le miel : origine et composition. *Actual Pharm*. 1 déc 2013;52:18-21.
20. Sanz ML, Polemis N, Morales V, Corzo N, Drakoularakou A, Gibson GR, et al. In vitro investigation into the potential prebiotic activity of honey oligosaccharides. *J Agric Food Chem*. 20 avr 2005;53(8):2914-21.
21. Marchenay P (1950) A du texte, Bérard L (1951) A du texte. L’homme, l’abeille et le miel / Philippe Marchenay et Laurence Bérard [Internet]. 2007 [cité 24 déc 2022]. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3371446x>
22. Agrodok-42-Produits de l’apiculture.
23. Saviez-vous que les abeilles ont une trompe? - Apicoltura Laterza [Internet]. [cité 9 mars 2023]. Disponible sur: <https://www.apicolturalaterza.it/fr/blog/saviez-vous-que-les-abeilles-ont-une-trompe-b108.html>
24. Altman Nathaniel.(2010).The honey prescription: the amazing power of honey as medicine.Healing Arts Press: division of Inner traditions international.Vermont.P25.ISBN: 978-1- 59477-346-4.
25. Rossant A. Le miel : un composé complexe aux propriétés surprenantes = Honey, a complex compound with surprising properties [Internet]. Limoges; 2011 [cité 24 déc 2022]. Disponible sur: <http://aurore.unilim.fr/ori-oai-search/notice/view/unilim-ori-40637>
26. Miellat [Internet]. *Gastronomiac*. [cité 9 mars 2023]. Disponible sur: https://www.gastronomiac.com/cpt_produits_ingre/miellat/
27. Louveaux J. LA TECHNOLOGIE DU MIEL (1). *Ann Abeille*. 1959;2(4):343-54.
28. Domerego R, Imbert G, Blanchard C. Remèdes de la ruche : découvrez tous les bienfaits santé des produits de la ruche ! : [miel, pollen, propolis, gelée royale]. Alpen Editions s.a.m.; 2006. 100 p.
29. Memoire Online [Internet]. [cité 24 déc 2022]. Memoire Online - Etude comparative entre quelques miels locaux et autres importés - GUERZOU Mohamed Nabil & NADJI Noureddine. Disponible sur: https://www.memoireonline.com/03/10/3229/m_Etude-comparative-entre-quelques-miels-locaux-et-autres-importes0.html
30. 4-Louveaux J. 1968b. L’analyse pollinique des miels in *Traité biologique de l’abeille*. Tome III. Ed Masson et Cie. P : 324-361.
31. Lequet L. (2010). Du Nectar au Miel de Qualité : Contrôle Analytique du Miel et Conseils Pratiques à l’Intention de l’Apiculteur Amateur. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Université Claude-Bernard Lyon I, France.

32. Les couleurs du miel | Ma Ruche en pot [Internet]. 2021 [cité 9 mars 2023]. Disponible sur: <https://ma-ruche-en-pot.com/les-couleurs-du-miel/>
33. Analyses polliniques et caractérisations des composés phénoliques du miel naturel de la région d'Ain zaâtout.pdf [Internet]. [cité 24 déc 2022]. Disponible sur: <http://thesis.univ-biskra.dz/70/1/Analyses%20polliniques%20et%20caract%C3%A9risations%20des%20compos%C3%A9s%20ph%C3%A9noliques%20du%20miel%20naturel%20de%20la%20r%C3%A9gion%20d%E2%80%99Ain%20za%C3%A2tout.pdf>
34. 1-Gonnet M.1982. Le miel ; composition, propriétés, conservation. INRA station Expérimentale d'apiculture. P : 1-18.
35. 2-Louveaux J. 1985. Le miel. Cah. Nutr. Diét. 20 (1). P : 57-70.
36. Louveaux. (1968). Composition propriété et technologie du miel. Les produits de la ruche, in Traité de biologie de l'abeille. Ed Masson et Cie. Tome 03, p : 389.
37. Scribd [Internet]. [cité 24 déc 2022]. Les Constituants Chimiques Du Miel - Laurent Gu | PDF | Miel | Ruche. Disponible sur: <https://fr.scribd.com/document/59671699/Les-Constituants-Chimiques-Du-Miel-Laurent-Gu>
38. 7-Boukraâ Laïd.(2010). Honey in Traditional and Modern Medicine. CRC Press.P26 - 32. ISBN : 978-1-4398-4016-0.
39. Les constituants chimiques du miel (1996) [Internet]. [cité 24 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.apiservices.biz/fr/articles/326-les-constituants-chimiques-du-miel>
40. Bogdanov S, Ruoff K, Oddo L. Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie*. 2004;35(Suppl. 1):S4- 17.
41. El atyqy M. 2010. Techniques de conservation des aliments.
42. BRUNEAU E. Les produits de la ruche. In *Le traité rustica de l'apiculture*. Paris, Rustica, 2002, p. 354-384.
43. Docteur David LECHAUX, Chirurgien de l'appareil digestif:Le miel et la cicatrisation des plaies.
44. Bogdanov S. Nature and Origin of the Antibacterial Substances in Honey. *LWT - Food Sci Technol*. 1 nov 1997;30(7):748-53.
45. ASSIE B. Le miel comme agent cicatrisant. Thèse d'exercice en médecine. Toulouse: Université Paul Sabatier, 2004, 115 p.
46. www.biologiq.nl.
47. Molan PC. Why honey is effective as a medicine. 2. The scientific explanation of its effects. *Apidologie*. 2001;82(1):22-40.

48. Erejuwa OO, Sulaiman SA, Wahab MSA. Effects of Honey and Its Mechanisms of Action on the Development and Progression of Cancer. *Molecules*. 21 févr 2014;19(2):2497-522.
49. Tétart G. Consommer la nature et parfaire son corps. *Études Rural*. 1 janv 2003;(165-166):9-31.
50. Ricordel J, Bonmatin JM. Les vertus du miel dans les thériaques selon les médecins arabo-musulmans (IXe-XIIIe s.). *Rev Hist Pharm*. 2003;91(337):21-8.
51. AquaPortail [Internet]. [cité 16 janv 2023]. Contaminant alimentaire : définition et explications. Disponible sur: <https://www.aquaportail.com/definition-14325-contaminant-alimentaire.html>
52. Salomon D, Barouti N, Rosset C, Whyndham C. Le miel : de Noé aux soins de plaies. *Rev Médicale Suisse*. 2010;
53. Godart V, Dan B, Mascart G, Fikri Y, Dierick K, Lepage P. Botulisme infantile après exposition à du miel. *Arch Pédiatrie*. 1 juin 2014;21(6):628-31.
54. Rhume des foins : vous prendrez bien un peu de Botox ? [Internet]. [cité 9 juill 2023]. Disponible sur: <https://www.futura-sciences.com/sante/actualites/medecine-rhume-foins-vous-prendrez-bien-peu-botox-41794/>
55. Annabac [Internet]. [cité 11 mars 2023]. Mode d'action du Botox. Disponible sur: <https://www.annabac.com/annales-bac/mode-d-action-du-botox>
56. Botulisme infantile et miel (décembre 2001) (HGR 7640).pdf [Internet]. [cité 17 janv 2023]. Disponible sur: https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/8724449/Botulisme%20infantile%20et%20miel%20%20%28d%C3%A9cembre%202001%29%20%28HGR%207640%29.pdf
57. El Hawari K. Occurrence des résidus et contaminants chimiques dans les miels produits et consommés au Liban : développement et standardisation de méthodes de dépistage adaptées : application aux résidus d'antibiotiques [Internet] [These de doctorat]. Rennes 1; 2016 [cité 30 janv 2023]. Disponible sur: <https://www.theses.fr/2016REN1B054>
58. Marie WARNIER. Des métaux dans les miels wallons.
59. Hafsa YAICHE ACHOUR*, et Mustapha KHALI. Composition physicochimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques.
60. Ben_Kherara_Rima.pdf [Internet]. [cité 1 févr 2023]. Disponible sur: http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/22624/1/Ben_Kherara_Rima.pdf
61. Bruneau E. Antibiotiques dans le miel !
62. Belmellat Dyhia & Hadjaz Djouher.pdf [Internet]. [cité 15 févr 2023]. Disponible sur: <https://www.ummo.dz/dspace/bitstream/handle/ummo/18326/Belmellat%20Dyhia%20%20Hadjaz%20Djouher.pdf?sequence=1>

63. agronomie S moi JMDS animalier et créateur de formations elearning chez IA des études en, En 2004 JIUPZ, Depuis 2017 comme soigneur animalier, curiosité je prends un nouveau virage comme concepteur de formations à distance J repris mes études et j'ai obtenu un DU en conception e learning et un second D en ingénierie de la formation pour adultes J m'occupe actuellement de deux formations à distance L pour préparer les futurs soigneurs animaliers et l'autre pour initier les néophytes à l'apiculture et à l'apiculture J souhaite créer à terme un centre de formation afin de proposer des formations qui alternent des enseignements à distance et des ateliers pratiques en présentiel S cela éveille votre, Contacter NPÀM. Les abeilles doivent-elles craindre le Varroa destructor ? [Internet]. 2021 [cité 11 mars 2023]. Disponible sur: <https://jeretiens.net/les-abeilles-doivent-elles-craindre-le-varroa-destructor/>
64. Belmelat Dyhia & Hadjaz Djouher.pdf [Internet]. [cité 9 juill 2023]. Disponible sur: <https://www.ummo.dz/dspace/bitstream/handle/ummo/18326/Belmelat%20Dyhia%20%26%20Hadjaz%20Djouher.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
65. Djema O, Djouad L. Miel : composition, propriétés et utilisation en industrie alimentaire [Internet] [Thesis]. Université Mouloud Mammeri; 2020 [cité 1 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.ummo.dz/dspace/handle/ummo/14202>
66. Pham-Delegue MH. Les Abeilles. Minerva; 1999. 206 p.
67. LE MIEL, UN COMPOSE COMPLEXE AUX PROPRIETES SURPRENANTES.
68. Achouri MY, Selka MA, Chenafa A, Brahim S, Messafeur MA, Toumi H. Teneur en 5-hydroxyméthylfurfural (HMF) dans les miels du Nord-Ouest de l'Algérie. Toxicol Anal Clin. mai 2019;31(2):100-5.
69. M SS M, Savard, M, Diatta, D, Diarra, C, Manga, É, Sinitambirivoutin, M, Mbodj, A, Ndour Badiane, NY, Langston Diagne, M, Drieux, E, Bernoux. Apiculture et changements climatiques: construire une filière résiliente: Manuel technique pour la production, le traitement et le conditionnement du miel dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques en Casamance, Sénégal. Food & Agriculture Org.; 2022. 60 p.
70. Connaître et élever les abeilles en Afrique Occidentale.pdf [Internet]. [cité 3 mai 2023]. Disponible sur: <https://iris.unito.it/retrieve/efe5253f-a38e-4cf8-bac8-9189b215e759/Conna%20et%20%20%20%20a9lever%20les%20abeilles%20en%20Africque%20Occidentale.pdf>
71. Gonnet M, Lavie P, Louveaux J. LA PASTEURISATION DES MIELS. Ann Abeille. 1964;7(2):81-102.
72. Larousse É. Définitions : bactérie - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 21 févr 2023]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/bact%20%20%20%20A9rie/7392>
73. docThom. Dictionnaire médical. [cité 21 févr 2023]. Définition de « Bactérie ». Disponible sur: <https://www.dictionnaire-medical.fr/definitions/760-bacterie/>
74. Définition | Bactérie - Eubactérie | Futura Santé [Internet]. [cité 24 févr 2023]. Disponible sur: <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/medecine-bacterie-101/>

75. Cherier D. CARACTERISATION BIOCHIMIQUE ET STRUCTURALE DE BACTERIOCINES CIBLANT LE METABOLISME DU PEPTIDOGLYCANE BACTERIEN, ALTERNATIVE POTENTIELLE AUX ANTIBIOTIQUES.
76. Ait Bouhouch I. L'ESSENTIEL EN BACTERIOLOGIE. 2021 [cité 6 janv 2023]; Disponible sur: <http://ao.um5.ac.ma/xmlui/handle/123456789/18954>
77. paroi [Internet]. [cité 24 févr 2023]. Disponible sur: <http://www.biologiemarine.com/micro/paroi.htm>
78. Librairie Lavoisier [Internet]. [cité 9 juill 2023]. Bactériologie : pour la médecine, la biologie et les biotechnologies : cours SINGLETON Paul. Disponible sur: https://www.lavoisier.fr/livre/sciences-de-la-vie/bacteriologie-pour-la-medecine-la-biologie-et-les-biotechnologies-cours/singleton/descriptif_1949107
79. Manel M. Structure et physiologie de la bactérie : Anatomie -Structure. [cité 7 janv 2023]; Disponible sur: https://www.academia.edu/23657666/Structure_et_physiologie_de_la_bact%C3%A9rie_Anatomie_Structure
80. MAXICOURS [Internet]. [cité 24 févr 2023]. Une structure complexe : la cellule vivante. Disponible sur: <https://www.maxicours.com/se/cours/une-structure-complexe-la-cellule-vivante/>
81. BACTERIOLOGIE GENERALE.
82. Prescott LM, Willey JM, Sherwood LM, Woolverton CJ. Microbiologie. De Boeck Supérieur; 2018. 1122 p.
83. Prescott LM, Willey JM, Sherwood LM, Woolverton CJ. Microbiologie. De Boeck Supérieur; 2018. 1122 p.
84. Cazzola H, Rossez Y, Rossi C, Compiègne U de T de, École doctorale 71 S pour l'ingénieur. Impact de la composition lipidique de la membrane plasmique eucaryote sur l'adhésion bactérienne via l'interaction du flagelle bactérien [Internet]. 2019 [cité 15 févr 2023]. Disponible sur: <https://bibliotheque.utc.fr/Default/doc/SYRACUSE/722090/impact-de-la-composition-lipidique-de-la-membrane-plasmique-eucaryote-sur-l-adhesion-bacterienne-via>
85. Fenouillet X. Modélisation de nanoparticules d'or fonctionnalisées pour l'antibiothérapie : étude des relations morphologie stabilité [Internet] [phdthesis]. Université Paul Sabatier - Toulouse III; 2018 [cité 17 mars 2023]. Disponible sur: <https://theses.hal.science/tel-02500678>
86. STRUCTURE BACTERIENNE.pdf [Internet]. [cité 17 mars 2023]. Disponible sur: http://www.ucam.ac.ma/fssm/biologie/cours_td/microbiosv3/COURS%20SV3/STRUCTURE%20BACTERIENNE.pdf
87. Les Antibiotiques [Internet]. [cité 17 mars 2023]. Le fonctionnement des bactéries. Disponible sur: <http://www.antibiotique.eu/leur-fonctionnement.html>

88. Wang Z, Koirala B, Hernandez Y, Zimmerman M, Brady SF. Bioinformatic prospecting and synthesis of a bifunctional lipopeptide antibiotic that evades resistance. *Science*. 27 mai 2022;376(6596):991-6.
89. Hazime Z. Étude de destruction des spores bactériennes par détente instantanée contrôlée (DIC) [Internet] [phdthesis]. Université de Bretagne Sud; 2022 [cité 17 mars 2023]. Disponible sur: <https://theses.hal.science/tel-04013263>
90. Etude d'un bio-insecticide [Internet]. [cité 18 mars 2023]. Disponible sur: <http://droguet-sebastien.e-monsite.com/pages/activites-technologiques-1ere-2015-2016/at22-spores-de-bacillus.html>
91. MedG) T (admin. MedG. 2019 [cité 30 avr 2023]. Classification des bactéries. Disponible sur: <https://www.medg.fr/classification-des-bacteries/>
92. AquaPortail [Internet]. [cité 30 avr 2023]. Bactérie à Gram positif : définition illustrée avec explications. Disponible sur: <https://www.aquaportail.com/definition-2138-bacterie-a-gram-positif.html>
93. DEFINITIONS, CLASSIFICATION ET NOMENCLATURE DES BACTERIES [Internet]. [cité 30 avr 2023]. Disponible sur: <http://www.microbes-edu.org/etudiant/intro.html>
94. Recueil des milieux de culture de bactérie.pdf [Internet]. [cité 20 févr 2023]. Disponible sur: <https://dspace.univ-adrar.edu.dz/xmlui/bitstream/handle/123456789/6634/Recueil%20des%20milieux%20de%20culture%20de%20bact%3%a9rie.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
95. PHYSIOLOGIE ET CROISSANCE [Internet]. [cité 20 févr 2023]. Disponible sur: <http://www.microbes-edu.org/etudiant/phisio-croissance.html>
96. Paramètres influant la croissance microbienne [Internet]. [cité 21 févr 2023]. Disponible sur: <http://www.biologiemarine.com/micro/param.htm>
97. Santé.fr [Internet]. [cité 22 févr 2023]. L'antibiorésistance. Disponible sur: <https://www.sante.fr/antibiogramme-pour-savoir-comment-bien-utiliser-les-antibiotiques/lantibioresistance>
98. Routledge & CRC Press [Internet]. [cité 22 févr 2023]. Bacterial Resistance to Antimicrobials. Disponible sur: <https://www.routledge.com/Bacterial-Resistance-to-Antimicrobials/Wax-Lewis-Salyers-Taber/p/book/9780367388072>
99. VIDAL, L'intelligence médicale au service du soin - VIDAL [Internet]. [cité 9 juill 2023]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/>
100. Konaté B. Rôle du pharmacien d'officine dans la lutte contre la résistance bactérienne aux antibiotiques [Internet] [Thesis]. USTTB; 2021 [cité 23 févr 2023]. Disponible sur: <https://www.bibliosante.ml/handle/123456789/4561>
101. Ramé A, Delpierre P. 120 fiches pratiques aide-soignant: Référentiel de compétences aides-soignantes. Elsevier Health Sciences; 2022. 489 p.

102. Planet-Vie [Internet]. [cité 23 févr 2023]. La résistance aux antibiotiques. Disponible sur: <https://planet-vie.ens.fr/thematiques/microbiologie/bacteriologie/la-resistance-aux-antibiotiques>
103. La place de l'antibiogramme dans l'antibiothérapie [Internet]. [cité 1 mars 2023]. Disponible sur: <https://www.antibio-responsable.fr/antibiotiques/antibiogramme>
104. Sciences de la vie et de la Terre - première & terminale S - Tâches complexes et évaluation [Internet]. [cité 9 juill 2023]. Disponible sur: <https://www.reseau-canope.fr/svt-taches-complexes/chapitre.html?page=pt3st2c3ua>
105. <https://www.passeportsante.net/> [Internet]. 2015 [cité 1 mars 2023]. Tout savoir sur l'antibiogramme. Disponible sur: <https://www.passeportsante.net/fr/Maux/examens-medicaux-operations/Fiche.aspx?doc=examen-antibiogramme>
106. Stockage, Cristallisation et Liquéfaction du miel - PDF Free Download [Internet]. [cité 9 juill 2023]. Disponible sur: <https://docplayer.fr/16437586-Stockage-cristallisation-et-liquefaction-du-miel.html>
107. Antibacterial activity of bee honey and its therapeutic usefulness against Escherichia coli O157:H7 and Salmonella typhimurium infection - PubMed [Internet]. [cité 9 juill 2023]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15861897/>
108. Bogdanov S, Martin P, Lullmann C, Borneck R, Flamini C, Morlot M, et al. Harmonised methods of the European Honey Commission. 1 janv 1997;28:1-59.
109. Brudzynski K. Effect of hydrogen peroxide on antibacterial activities of Canadian honeys. Can J Microbiol. déc 2006;52(12):1228-37.
110. Yabrir B, Touati M, Mohamed H, Hachi M, Benziane A, Bezini E, et al. EFFET DE L'ÉTAGE BIOCLIMATIQUE SUR LA QUALITÉ ET ACTIVITÉ ANTIBACTERIENNE DU MIEL RÉCOLTÉ DANS LA RÉGION DE DJELFA (MILIEU STÉPPIQUE) EFFECT OF THE BIOCLIMATIC STAGE ON THE QUALITY AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF HONEY HARVESTED IN DJELFA REGION (STEPPIC ENVIRONMENT). 31 déc 2021;11:2744-51.
111. SCDPHA_T_2005_HOYET_CLEMENCE.pdf [Internet]. [cité 9 juill 2023]. Disponible sur: http://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCDPHA_T_2005_HOYET_CLEMENCE.pdf
112. Kakupa DK, Muenze PK, Byl B, Wilmet MD. Etude de la prévalence des infections nosocomiales et des facteurs associés dans les deux hopitaux universitaires de Lubumbashi, République Démocratique du Congo: cas des Cliniques Universitaires de Lubumbashi et l'Hôpital Janson Sendwe. Pan Afr Med J. 27 juill 2016;24:275.
113. Trifi A, Abdellatif S, Oueslati M, Zribi M, Daly F, Nasri R, et al. infections nosocomiales: état des lieux dans un service de réanimation nosocomial infections: current situation in a resuscitation-unit. Tunis Med. 2017;95.
114. Sansonetti P. Microbiologie et maladies infectieuses. L'annuaire Collège Fr Cours Trav. 13 févr 2023;(120):169-73.

115. Centre Hospitalier Comminges Pyrénées - Les infections nosocomiales [Internet]. [cité 31 mars 2023]. Disponible sur: <http://www.ch-saintgaudens.fr/chcp17/index.php/fr/maitrise-du-risque-infectieux-a-l-hopital/les-infections-nosocomiales>
116. Vautrin N. Cystites récidivantes à *Escherichia coli* : facteurs microbiens de la persistance [Internet] [phdthesis]. Normandie Université; 2022 [cité 5 avr 2023]. Disponible sur: <https://theses.hal.science/tel-04033771>
117. Henen AME, Oumaima T. L'effet antibactérien du miel et de la propolis sur les bactéries impliquées dans les infections nosocomiales [Internet]. SNV.STU; 2018 juin [cité 21 mai 2023]. Disponible sur: <http://dspace.univ-guelma.dz/jspui/handle/123456789/978>
118. Antoine L. Caractérisation des modifications post-transcriptionnelles des ARN non codants chez *Staphylococcus aureus* en réponse à divers stress environnementaux : analyse dynamique et fonctionnelle [Internet] [phdthesis]. Université de Strasbourg; 2021 [cité 6 avr 2023]. Disponible sur: <https://theses.hal.science/tel-03701854>
119. Zaidi A, Mehiri A, Meradi L. Phénotype de résistance aux antibiotiques des souches de *Pseudomonas aeruginosa* responsables d'infections. 2022 [cité 28 avr 2023]; Disponible sur: <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/14426>
120. Bouali A. ETUDE DE LA RESISTANCE AUX ANTIBIOTIQUE CHEZ *Acinetobacter baumannii* AUX NIVEAU DE CHU BATNA. 20 nov 2016 [cité 6 juill 2023]; Disponible sur: <http://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/handle/123456789/12541>
121. World Health Organization. Prévention des infections nosocomiales : guide pratique [Internet]. Organisation mondiale de la Santé; 2008 [cité 30 avr 2023]. Report No.: WHO/CDS/CSR/EPH/2002.12. Disponible sur: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/69751>
122. laboratoire vétérinaire regional de tlemcen – Recherche Google [Internet]. [cité 9 juill 2023]. Disponible sur: <https://www.google.com/search?sxsrf=AB5stBim9sYKMnCd8GKA4IUitRGEgoEbbQ:1688939342894&q=laboratoire+v%C3%A9t%C3%A9rinaire+regional+de+tlemcen&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwji6dGszYKAAX4VaQEHzxuCAkQ0pQJegQIDBAB&biw=1366&bih=568&dpr=1#imgrc=pHwOAQFGJv6MxM>
123. laboratoire vétérinaire régional de Tlemcen - Google Maps [Internet]. [cité 9 juill 2023]. Disponible sur: https://www.google.com/maps/place/laboratoire+v%C3%A9t%C3%A9rinaire+r%C3%A9gional+de+Tlemcen/@34.8683532,-1.3460553,15z/data=!4m2!3m1!1s0x0:0xf773c30efe7c3a1c?sa=X&ved=2ahUKEwji6dGszYKAAX4VaQEHzxuCAkQ_BJ6BAgiEAA&ved=2ahUKEwji6dGszYKAAX4VaQEHzxuCAkQ_BJ6BAgvEAg
124. Définitions : densité - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 9 juill 2023]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/densit%C3%A9/23620>
125. xavier. Comprendre une analyse de miel [Internet]. L'Abeille de Compagnie. 2019 [cité 9 juill 2023]. Disponible sur: <https://www.labeilledecompanie.fr/comprendre-une-analyse-de-miel/>

126. Conductimètre de paillasse modèle COND50 [Internet]. Labbox France. [cité 28 mai 2023]. Disponible sur: <https://fra.labbox.com/produit/conductimetre-de-paillasse-modele-cond51/>
127. pH-mètre de paillasse, PH50 [Internet]. Labbox France. [cité 28 mai 2023]. Disponible sur: <https://fra.labbox.com/produit/ph-metre-de-paillasse-modele-ph50/>
128. Réfractomètre d'Abbe pour les laboratoires – BTM Instruments [Internet]. [cité 28 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.btm-instruments.com/produit/refractometre-dabbe-pour-les-laboratoires/>
129. 200-1000-RefractoRHB-90ATC.pdf [Internet]. [cité 9 juill 2023]. Disponible sur: <https://www.apiculture.net/medias/200-1000-RefractoRHB-90ATC.pdf>
130. Memoire Online - Etude comparative entre quelques miels locaux et autres importés - GUERZOU Mohamed Nabil & NADJI Noureddine [Internet]. [cité 9 juill 2023]. Disponible sur: https://www.memoireonline.com/03/10/3229/m_Etude-comparative-entre-quelques-miels-locaux-et-autres-importes4.html
131. Outil_CulturePlaies.pdf [Internet]. [cité 9 juill 2023]. Disponible sur: https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/Rapports/Biologie_medicale/Outil_CulturePlaies.pdf
132. Centre Hospitalo-Universitaire Dr Tidjani Damerdji de Tlemcen [Internet]. [cité 30 mai 2023]. Disponible sur: [https://chu-tlemcen.dz/index.php?id=62#prettyPhoto\[pp_gal1\]/0/](https://chu-tlemcen.dz/index.php?id=62#prettyPhoto[pp_gal1]/0/)
133. Ensemencement et isolement des bactéries [Internet]. [cité 9 juill 2023]. Disponible sur: <https://microbiologie-clinique.com/Ensemencement-isolement-bacteries.html>
134. ResearchGate [Internet]. [cité 30 mai 2023]. Fig. 2. Analysis of Pastorex Staph-Plus rapid agglutination test for... Disponible sur: https://www.researchgate.net/figure/Analysis-of-Pastorex-Staph-Plus-rapid-agglutination-test-for-Staphylococcus-spp-A_fig2_340489576
135. Belhaj O, Abbadi IE, Ouchbani T. Contribution à l'étude de l'activité antibactérienne du miel naturel d'origine marocaine. Rev Marocaine Sci Agron Vét [Internet]. 20 sept 2016 [cité 1 juill 2023];4(3). Disponible sur: https://agrimaroc.org/index.php/Actes_IAVH2/article/view/441
136. Analyses polliniques et caractérisations des composés phénoliques du miel naturel de la région d'Ain zaâtout.pdf [Internet]. [cité 10 juill 2023]. Disponible sur: <http://thesis.univ-biskra.dz/70/1/Analyses%20polliniques%20et%20caract%C3%A9risations%20des%20compos%C3%A9s%20ph%C3%A9noliques%20du%20miel%20naturel%20de%20la%20r%C3%A9gion%20d%E2%80%99Ain%20za%C3%A2tout.pdf>
137. L. Lequet, "Du Nectar au Miel de Qualité Contrôle Analytique du Miel et Conseils Pratiques à l'Intention de l'Apiculteur Amateur," Thèse de Doctorat Vétérinaire, Université Claude-Bernard Lyon I, France, 2010. - References - Scientific Research Publishing [Internet]. [cité 10 juill 2023]. Disponible sur:

- [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1029334](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1029334)
138. Gonnet et al. - 1986 - ÉVOLUTION DE LA COULEUR DU MIEL LORS DE SA CRISTAL.pdf [Internet]. [cité 10 juill 2023]. Disponible sur: <https://hal.inrae.fr/hal-02718217/document>
139. Gonnet M, Aubert S, Ferry P. ÉVOLUTION DE LA COULEUR DU MIEL LORS DE SA CRISTALLISATION. *Apidologie*. 1986;17(1):49-62.
140. Apiculture et moyens d'existence durables (FAO brochure sur la diversification 1) BRADBPEAR Nicola [Internet]. [cité 10 juill 2023]. Disponible sur: <https://www.lavoisier.fr/livre/productions-animales/apiculture-et-moyens-d-existence-durables-fao-brochure-sur-la-diversification-1/bradbpear/descriptif-9789252050742>
141. Memoire Online - Etude comparative entre quelques miels locaux et autres importés - GUERZOU Mohamed Nabil & NADJI Noureddine [Internet]. [cité 10 juill 2023]. Disponible sur: <https://www.memoireonline.com/03/10/3229/Etude-comparative-entre-quelques-miels-locaux-et-autres-importes.html>
142. Rayene B, Amira M. Etude phytochimiques comparative entre le miel introduit et le miel d'origine Algérien. Mise en évidence de l'activité antibactérienne et antifongique du miel.
143. miel_composition_production.pdf [Internet]. [cité 10 juill 2023]. Disponible sur: https://www.apiservices.biz/documents/articles-fr/miel_composition_production.pdf
144. Rossant A. Le miel : un composé complexe aux propriétés surprenantes = Honey, a complex compound with surprising properties [Internet]. Limoges; 2011 [cité 10 juill 2023]. Disponible sur: <http://aurore.unilim.fr/ori-oai-search/notice/view/unilim-ori-40637>
145. Honey in Traditional and Modern Medicine - 1st Edition - Laïd Boukra [Internet]. [cité 10 juill 2023]. Disponible sur: <https://www.routledge.com/Honey-in-Traditional-and-Modern-Medicine/Boukraa/p/book/9781138199279>
146. Mekious S, Houman Z, Bruneau É, Masseaux C, Guillet A, Hance T. Caractérisation des miels produits dans la région steppique de Djelfa en Algérie. *BASE* [Internet]. 1 janv 2015 [cité 10 juill 2023]; Disponible sur: <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=12213>
147. TH.M.SNV.FR.2021.106.pdf [Internet]. [cité 10 juill 2023]. Disponible sur: <http://dspace.univ-tiaret.dz/bitstream/123456789/6919/1/TH.M.SNV.FR.2021.106.pdf>
148. Étude physico-chimique de quelques types de miels Marocains | Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires [Internet]. [cité 10 juill 2023]. Disponible sur: https://www.agrimaroc.org/index.php/Actes_IAVH2/article/view/398
149. Asma B. Etude physico-chimiques et pollinique du miel de Jujubier.
150. Belay A, Solomon WK, Bultossa G, Adgaba N, Melaku S. Physicochemical properties of the Harena forest honey, Bale, Ethiopia. *Food Chem*. 15 déc 2013;141(4):3386-92.

151. Janssens X, Bruneau É, Lebrun P. Prédiction des potentialités de production de miel à l'échelle d'un rucher au moyen d'un système d'information géographique. *Apidologie*. 1 mai 2006;37(3):351-65.
152. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcode%252Fstandards%252FCXS%2B192-1995%252FCXS_192f.pdf.
153. Ben daali Yasmina Radjeh Ghada Rechrech Asma. Intérêt de la méliissopalynologie dans le repérage de miel.
154. Impact of Different Storage Regimes on the Levels of Physicochemical Characteristics, Especially Free Acidity in Talh (*Acacia gerrardii* Benth.) Honey - PMC [Internet]. [cité 10 juill 2023]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9505800/>
155. Doukani K, Souhila T, Asma D, Zahira H. Etude physicochimique et phytochimique de quelques types de miels Algériens. *Rev Ecol-Environ*. 1 janv 2014;10:1-13.
156. EUR-Lex - l21124a - EN - EUR-Lex [Internet]. [cité 10 juill 2023]. Disponible sur: <https://eur-lex.europa.eu/FR/legal-content/summary/eu-labelling-rules-for-honey.html>
157. Kamga HG, Gueye MJS, Toukam M, Mbassi AA, Kengne M, Adiogo D. Résistance aux antibiotiques des entérocoques responsables des infections urinaires au Centre Hospitalier et Universitaire et à l'Hôpital Central de Yaoundé (Cameroun). *Afr J Pathol Microbiol*. 2015;4:1-5.
158. Amina • BKO, Manal Z. Contribution à l'étude du miel sur l'activité de quelques antibiotiques sur des souches bactériennes [Internet]. SNV.STU; 2019 juill [cité 27 juin 2023]. Disponible sur: <http://dspace.univ-guelma.dz/jspui/handle/123456789/3720>
159. Souna D. Résistance aux antibiotiques des entérobactéries au niveau du CHU de Sidi Bel Abbes (Algérie). *Microbiol Hyg Alim*. 1 juill 2011;23:37-41.
160. Njall C, Adiogo D, Bita A, Ateba N, Sume G, Kollo B, et al. Écologie bactérienne de l'infection nosocomiale au service de réanimation de l'hôpital Laquintinie de Douala, Cameroun. *Pan Afr Med J*. 9 avr 2013;14:140.
161. Saïdani M, Boutiba I, Ghozzi R, Kammoun A, Ben Redjeb S. Profil bactériologique des bactériémies à germes multirésistants à l'hôpital Charles-Nicolle de Tunis. *Médecine Mal Infect*. 1 mars 2006;36(3):163-6.
162. Chihib NE. *Pseudomonas aeruginosa* adhesion and biofilm formation on stainless steel. 17 mai 2019 [cité 10 juill 2023]; Disponible sur: <https://lilloa.univ-lille.fr/handle/20.500.12210/11121>
163. Wan J, Wilcock A, Coventry MJ. The effect of essential oils of basil on the growth of *Aeromonas hydrophila* and *Pseudomonas fluorescens*. *J Appl Microbiol*. févr 1998;84(2):152-8.

164. Couquet Y, Desmoulière A, Rigal ML. Les propriétés antibactériennes et cicatrisantes du miel. *Actual Pharm.* déc 2013;52(531):22-5.
165. REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE.
166. You R, Kwon OY, Woo HJ, Lee SH. Hovenia Monofloral Honey can Attenuate *Enterococcus faecalis* Mediated Biofilm Formation and Inflammation. *Food Sci Anim Resour.* janv 2022;42(1):84-97.
167. Basualdo C, Sgroy V, Finola MS, Marioli JM. Comparison of the antibacterial activity of honey from different provenance against bacteria usually isolated from skin wounds. *Vet Microbiol.* oct 2007;124(3-4):375-81.
168. L'effet Antibactérien Du Miel Et De La Propolis Sur Les Bactéries Impliquées Dans Les Infections Nosocomiales [Internet]. [cité 10 juill 2023]. Disponible sur: <https://theses-algerie.com/1830827808073058/memoire-de-master/universite-8-mai-1945-guelma/leffet-antibacterien-du-miel-et-de-la-propolis-sur-les-bacteries-impliquees-dans-les-infections-nosocomiales>
169. Chafia F, Sana K. Effet antibactérien du miel [Internet]. SNV.STU; 2013 juin [cité 10 juill 2023]. Disponible sur: <http://dspace.univ-guelma.dz/jspui/handle/123456789/1872>
170. Goetz P. Le miel comme traitement local désinfectant et cicatrisant des plaies. *Phytothérapie.* avr 2009;7(2):91-3.
171. MERAH M, Messaoud Bachagha B, BOUDERHEM A. ETUDE DE L'EFFET ANTIMICROBIEN DE TROIS ECHENTILLONS DU MIEL NATUREL RECOLTES DU TERRITOIRE ALGERIEN. *Ann Sci Technol.* 1 janv 2010;Vol2:115-25.
172. Morroni G, Alvarez-Suarez JM, Brenciani A, Simoni S, Fioriti S, Pugnaroni A, et al. Comparison of the Antimicrobial Activities of Four Honeys From Three Countries (New Zealand, Cuba, and Kenya). *Front Microbiol.* 25 juin 2018;9:1378.
173. Effect of honey on *Streptococcus mutans* growth and biofilm formation - PubMed [Internet]. [cité 1 juill 2023]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22038612/>
174. Memoire Online - Extraction de certains composés du miel naturel ayant effet antimicrobien - Oussama Rezzag Mohcen [Internet]. [cité 11 juill 2023]. Disponible sur: https://www.memoireonline.com/03/12/5496/m_Extraction-de-certains-composes-du-miel-naturel-ayant-effet-antimicrobien0.html
175. Molan PC. Honey as an Antimicrobial Agent. In: Mizrahi A, Lensky Y, éditeurs. *Bee Products: Properties, Applications, and Apitherapy* [Internet]. Boston, MA: Springer US; 1997 [cité 5 juill 2023]. p. 27-37. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-1-4757-9371-0_3
176. Effect of hydrogen peroxide on antibacterial activities of Canadian honeys - PubMed [Internet]. [cité 11 juill 2023]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17473892/>
177. miel_composition_production.pdf [Internet]. [cité 11 juill 2023]. Disponible sur: https://www.apiservices.biz/documents/articles-fr/miel_composition_production.pdf

178. Larousse É. synergie médicamenteuse - LAROUSSE [Internet]. [cité 6 juill 2023].
Disponible sur:
https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/synergie_m%C3%A9dicamenteuse/16417
179. Abd-El Aal AM, El-Hadidy MR, El-Mashad NB, El-Sebaie AH. Antimicrobial Effect of Bee Honey in Comparison to Antibiotics on Organisms Isolated From Infected Burns. *Ann Burns Fire Disasters*. 30 juin 2007;20(2):83-8.

Annexe 01 : Rapport de résultats d'analyses réalisées au laboratoire vétérinaire régional de Tlemcen.

RAPPORT D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES	
Ces analyses sont effectuées dans le cadre de la réalisation d'un mémoire de fin d'études des étudiantes de sixième année Pharmacie de la faculté de médecine de Tlemcen. Mémoire intitulé : "Effet antibactérien du miel polyfloral sur la flore nosocomiale dans un service de chirurgie générale."	
Lieu de l'analyse	Laboratoire vétérinaire régional de Tlemcen
Date de l'analyse	23/11/2022 à 9h
Type d'analyse	Physico-chimique
Nature de l'échantillon	Miel polyfloral
1. Paramètres organoleptiques :	
paramètres	résultats
couleur	claire
saveur	sucrée
odeur	florale
2. Paramètres physico-chimiques :	
L'analyse de ces paramètres a été réalisée à une température de 26°C :	
paramètres	résultats
Solubilité	soluble
Densité	1.67
Conductivité électrique	2µS/cm
Indice de réfraction	1.49438
pH	4.65
Indice de Brix	80.9
Acidité ternaire	3%
Teneur en eau	16.8 g/100g
Teneur en cendres	0.38%
Validation des résultats par le laboratoire.	
	<p>Ouali Chaouche CH S ASSUR - QUAL LVR Tlemcen</p> 

Annexes

Annexe 02 : Table de Chataway permettant la détermination de la teneur en eau à partir de l'indice de réfraction.

Teneur en eau g/100g	Indice de réfraction 20°C	Teneur en eau g/100g	Indice de réfraction 20°C
13.0	1.5044	19.0	1.4890
13.2	1.5038	19.2	1.4885
13.4	1.5033	19.4	1.4880
13.6	1.5028	19.6	1.4875
13.8	1.5023	19.8	1.4870
14.0	1.5018	20.0	1.4865
14.2	1.5012	20.2	1.4860
14.4	1.5007	20.4	1.4855
14.6	1.5002	20.6	1.4850
14.8	1.4997	20.8	1.4845
15.0	1.4992	21.0	1.4840
15.2	1.4987	21.2	1.4835
15.4	1.4982	21.4	1.4830
15.6	1.4976	21.6	1.4825
15.8	1.4971	21.8	1.4820
16.0	1.4966	22.0	1.4815
16.2	1.4961	22.2	1.4810
16.4	1.4956	22.4	1.4805
16.6	1.4951	22.6	1.4800
16.8	1.4946	22.8	1.4795
17.0	1.4940	23.0	1.4790
17.2	1.4935	23.2	1.4785
17.4	1.4930	23.4	1.4780
17.6	1.4925	23.6	1.4775
17.8	1.4920	23.8	1.4770
18.0	1.4915	24.0	1.4765
18.2	1.4910	24.2	1.4760
18.4	1.4905	24.4	1.4755
18.6	1.4900	24.6	1.4750
18.8	1.4895	24.8	1.4745
		25	1.4740

Annexe 03 : Antibiotiques testés en disques.

Famille	Antibiotique en disque
B-Lactamines	Pénicilline
	Ampicilline+Ac Clavulinique
	Cefoxitine
	Cefepime
	Imipenem
	Ceftazidime
	Cefotaxime
Aminosides	Gentamicine
	Amikacine
	Streptomycine Haut niveau
Quinolones	Ac Nalidixique
	Ciprofloxacine
Glycopeptides	Vancomycine
Macrolides	Erythromycine
	Pristinamycine
Autres	Fosfomycine
	Colistine

Annexe 04 : Valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition pour les

Entérobactéries

Antibiotiques testés	Charge des disques	Diamètres critiques (mm)			CMI critiques ($\mu\text{g}/\text{ml}$)		
		R	I	S	R	I	S
Ampicilline	10 μg	≤ 13	14 – 16	≥ 17	≥ 32	16	≤ 8
Amoxicilline +Ac.clavulanique	20/10 μg	≤ 13	14 – 17	≥ 18	$\geq 32/16$	16/8	$\leq 8/4$
Céfazoline	30 μg	≤ 19	20 – 22	≥ 23	≥ 8	4	≤ 2
Cefaxitine	30 μg	≤ 14	15 – 17	≥ 18	≥ 32	16	≤ 8
Céfotaxime	30 μg	≤ 22	23 – 25	≥ 26	≥ 4	2	≤ 1
Céfazoline (infections non compliquées du tractus urinaire)	30 μg	≤ 14	—	≥ 15	≥ 32	—	≤ 16
Aztréonam	30 μg	≤ 17	18 – 20	≥ 21	≥ 16	8	≤ 4
Imipénème	10 μg	≤ 19	20 – 22	≥ 23	≥ 4	2	≤ 1
Méropénème	10 μg	≤ 19	20 – 22	≥ 23	≥ 4	2	≤ 1
Ertapénème	10 μg	≤ 18	19 – 21	≥ 22	≥ 2	1	$\leq 0,5$
Amikacine	30 μg	≤ 14	15 – 16	≥ 17	≥ 64	32	≤ 16
Gentamicine	10 μg	≤ 12	13 – 14	≥ 15	≥ 16	8	≤ 4
Acide nalidixique	30 μg	≤ 13	14 – 18	≥ 19	≥ 32	—	≤ 16
Ciprofloxacine	5 μg	≤ 21	22 – 25	≥ 26	≥ 1	0,5	$\leq 0,25$
Ciprofloxacine <i>Salmonella</i> spp.	5 μg	≤ 20	21 – 30	≥ 31	$\geq 0,06$	0,12 - 0,5	≤ 1
Chloramphénicol	30 μg	≤ 12	13 – 17	≥ 18	≥ 32	16	≤ 8
Colistine	CMI	—	—	—	$>2^{**}$	—	$\leq 2^{**}$
Furanes	300 μg	≤ 14	15 – 16	≥ 17	≥ 128	64	≤ 32
Fosfomycine	200 μg	≤ 12	13 – 15	≥ 16	≥ 256	128	≤ 64
Triméthoprime+ Sulfaméthoxazole	1,25/ 23,75 μg	≤ 10	11 – 15	≥ 16	$\geq 4/76$	—	$\leq 2/38$

**Annexe 05: valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition pour
Pseudomonas aeruginosa**

Antibiotiques testés	Charge des disques	Diamètres critiques (mm)			CMI critiq	
		R	I	S	R	
Ticarociline**	75 µg	≤ 15	15 - 23	≥ 24	≥ 128	32
Ticarociline + ac. clavulanique	75/10µg	≤ 15	15 - 23	≥ 24	≥ 128/2	32/2
Pipéracilline	100 µg	≤ 14	15 - 20	≥ 21	≥ 128	32
Pipéracilline+ tazobactam	100 µg/10 µg	≤ 14	15 - 20	≥ 21	≥ 128/4	32/4
Céfazidime	30 µg	≤ 14	15 - 17	≥ 18	≥ 32	1
Aztréonam	30 µg	≤ 15	16 - 21	≥ 22	≥ 32	1
Imipénème	10 µg	≤ 15	16 - 18	≥ 19	≥ 8	4
Meropénème	10 µg	≤ 15	16 - 18	≥ 19	≥ 8	4
Amikacine	30 µg	≤ 14	15 - 16	≥ 17	≥ 64	3
Gentamicine	10 µg	≤ 12	13 - 14	≥ 15	≥ 16	1
Nétilmicine	30 µg	≤ 12	13 - 14	≥ 15	≥ 32	1
Tobramycine	10 µg	≤ 12	13 - 14	≥ 15	≥ 16	1
Ciprofloxacine	5µg	≤ 18	19 - 24	≥ 25	≥ 2	1
Lévofloxacine	5µg	≤ 14	15 - 21	≥ 22	≥ 4	2
Fosfomycine***	—	—	—	—	—	—
Colistine	CMI	—	—	—	≥ 4****	—

Annexe 06: valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition pour *Acinetobacter* spp

Antibiotiques testés	Charge des disques	Diamètres critiques (mm)			CMI critiques	
		R	I	S	R	I
Ticarcliline**	75 µg	≤ 14	15 - 19	≥ 20	≥ 128	32-64
Ticarcliline + ac.clavulanique	75/10µg	≤ 14	15 - 19	≥ 20	≥ 128/2	32/2-64/2
Pipéracline	100 µg	≤ 17	18 - 20	≥ 21	≥ 128	32-64
Pipéracline+ tazobactam	100 µg/10 µg	≤ 17	18 - 20	≥ 21	≥ 128/4	32/4-64/4
Ceftazidime	30 µg	≤ 14	15 - 17	≥ 18	≥ 32	
Imipénème	10 µg	≤ 18	19 - 21	≥ 22	≥ 8	
Méropénème	10 µg	≤ 14	15 - 17	≥ 18	≥ 8	
Amikacine	30 µg	≤ 14	15 - 16	≥ 17	≥ 64	
Gentamione	10 µg	≤ 12	13 - 14	≥ 15	≥ 16	
Tobramycine	10 µg	≤ 12	13 - 14	≥ 15	≥ 16	
Nétilmicine	CMI	—	—	—	≥ 32	
Ciprofloxacine	5µg	≤ 15	16 - 20	≥ 21	≥ 4	
Lévofloxacine	5µg	≤ 13	14 - 16	≥ 17	≥ 8	
Doxycycline	30µg	≤ 9	10 - 12	≥ 13	≥ 16	
Triméthoprime+ sulfaméthoxazole	1.25/23.75µg	≤ 10	11 - 15	≥ 16	≥ 4/76	
Colistine	CMI	—	—	—	≥ 4***	—

Annexe 07: valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition pour *S. aureus*

Antibiotiques testés	Charge des disques	Diamètres critiques (mm)			CMI critiques (μg)		
		R	I	S	R	I	S
Pénicilline	10 UI	≤ 28	—	≥ 29	$\geq 0,25$	—	—
Oxacilline (<i>S. aureus</i> et <i>S. lugdunensis</i>)	—	—	—	—	≥ 4	—	—
Céfoxitine (<i>S. aureus</i> et <i>S. lugdunensis</i>)	30 μg	≤ 21	—	≥ 22	≥ 8	—	—
Oxacilline (S.C.N. sauf <i>S. lugdunensis</i>)	—	—	—	—	$\geq 0,5$	—	—
Céfoxitine (S.C.N. sauf <i>S. lugdunensis</i> , <i>S. pseudintermedius</i> et <i>S. schleiferi</i>)	30 μg	≤ 24	—	≥ 25	—	—	—
Gentamicine	10 μg	≤ 12	13 – 14	≥ 15	≥ 16	8	—
Amikacine(<i>S. aureus</i>)	30 μg	≤ 16	—	≥ 18	≥ 16	—	—
Amikacine(SCN)	30 μg	≤ 19	—	≥ 22	≥ 16	—	—
Erythromycine	15 μg	≤ 13	14 – 22	≥ 23	≥ 8	1-4	—
Clindamycine	2 μg	≤ 14	15 – 20	≥ 21	≥ 4	1-2	—
Vancomycine (<i>S. aureus</i>)	CMI	—	—	—	≥ 16	4 - 8	—
Vancomycine (SCN)	CMI	—	—	—	≥ 32	8 - 16	—
Teicoplanine	CMI	—	—	—	≥ 32	16	—
Ofloxacine	5 μg	≤ 14	15 – 17	≥ 18	≥ 4	2	—
Ciprofloxacine	5 μg	≤ 15	16 – 20	≥ 21	≥ 4	2	—
Lévofloxacine	5 μg	≤ 15	16 – 18	≥ 19	≥ 4	2	—
Triméthoprime+ sulfaméthoxazole	1,25/23,75 μg	≤ 10	11 – 15	≥ 16	$\geq 4/76$	—	—
Rifampicine	5 μg	≤ 16	17 – 19	≥ 20	≥ 4	2	—
Tétracycline	30 μg	≤ 14	15 – 18	≥ 19	≥ 16	8	—
Chloramphénicol	30 μg	≤ 12	13 – 17	≥ 18	≥ 32	16	—
Quinupristine-dalfopristine	15 μg	≤ 15	16 – 18	≥ 19	≥ 4	2	—
Acide fusidique**	10 μg	< 24	—	≥ 24	> 1	—	—
Fosfomycine IV**	200 μg	< 23	—	≥ 23	> 32	—	—

Annexe 08: valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition pour *Enterococcus* spp

Antibiotiques testés	Charge des disques	Diamètres critiques (mm)			CMI critiques (µg/ml)		
		R	I	S	R	I	S
Ampicilline	10µg	≤16	—	≥17	≥16	—	≤8
Tétracycline	30µg	≤14	15–18	≥19	≥16	8	≤4
Vancomycine	30µg	≤14	15–16	≥17	≥32	8-16	≤4
Teicoplanine	30µg	≤10	11–13	≥14	≥32	16	≤8
Gentamicine de haut niveau	120µg	≤6	7–9	≥10	>500	—	≤50
Streptomycine de haut niveau	300µg	≤6	7–9	≥10	>1000	—	≤100
					>2000	—	≤200
Ciprofloxacine	5µg	≤15	16–20	≥21	≥4	2	≤1
Lévofloxacine	5µg	≤13	14–16	≥17	≥8	4	≤2
Erythromycine	15µg	≤13	14–22	≥23	≥8	1-4	≤0,5
Furanes	300µg	≤14	15–16	≥17	≥128	64	≤32
Rifampicine	5µg	≤16	17–19	≥20	≥4	2	≤1
Fosfomycine	200µg	≤12	13–15	≥16	≥256	128	≤64
Quinupristine-dalfopristine	15µg	≤15	16–18	≥19	≥4	2	≤1
Chloramphénicol	30µg	≤12	13–17	≥18	≥32	16	≤8
Tigécycline**	CMI	—	—	—	>0,25	—	≤0,25

*Tableau extrait du Document M100, 30th ed., 2020. Performance standards for antimicrob

Résumé:

Le miel est une substance biologique naturelle d'une grande diversité, il est utile aussi bien sur le plan nutritionnel que sur le plan thérapeutique. Le présent travail avait pour objectif principal de vérifier l'effet antibactérien du miel polyfloral sur la flore nosocomiale d'un service de chirurgie général. Les résultats de analyses réalisées sur notre échantillon sont conformes aux normes internationales ainsi qu'à ceux des autres études ce qui confirme que notre miel polyfloral est de bonne qualité physique et chimique et est qualifié pour réaliser l'étude antibactérienne sur la flore nosocomiale. Les résultats de l'étude de l'effet antibactérien du miel pur seul ont donné des diamètres d'inhibition allant de 10mm pour entérobactérie à 22mm pour Staphylococcus aureus montrant ainsi une sensibilité remarquable et un potentiel thérapeutique important. Les effets de la combinaison de l'échantillon de miel polyfloral avec les antibiotiques résistants quant à eux n'ont pas donné les résultats attendus en matière de synergie ; l'effet du miel seul reste le plus efficace.

Mots clés : Miel ; Antibiotique ; Effet antibactérien ; combinaison.

Abstract :

Honey is a natural biological substance of great diversity, useful both nutritionally and therapeutically. The main aim of the present study was to verify the antibacterial effect of polyfloral honey on the nosocomial flora of a general surgery ward. The results of the analyses carried out on our sample comply with international standards and with those of other studies, confirming that our polyfloral honey is of good physical and chemical quality, and is qualified to carry out the antibacterial study on nosocomial flora. The results of the study of the antibacterial effect of pure honey alone gave inhibition diameters ranging from 10mm for enterobacteria to 22mm for Staphylococcus aureus, showing remarkable sensitivity and significant therapeutic potential. As for the effects of combining the polyfloral honey sample with the resistant antibiotics, they did not give the expected results in terms of synergy; the effect of honey alone remains the most effective.

Key words: Honey; Antibiotic; Antibacterial effect; Combination.

ملخص :

العسل مادة بيولوجية طبيعية ذات تنوع كبير ، وهو مفيد من الناحية التغذوية والعلاجية. كان الهدف الرئيسي من هذا العمل هو التحقق من التأثير المضاد للبكتيريا للعسل متعدد الأزهار على نباتات المستشفيات في قسم الجراحة العامة. تتوافق نتائج التحليلات التي تم إجراؤها على عينتنا مع المعايير الدولية بالإضافة إلى تلك الخاصة بالدراسات الأخرى ، مما يؤكد أن عسلنا متعدد الأزهار ذو جودة فيزيائية وكيميائية جيدة ومؤهل لإجراء دراسة مضادة للبكتيريا على نباتات المستشفيات. أعطت نتائج دراسة التأثير المضاد للبكتيريا للعسل النقي وحده أقطار تثبيط تتراوح من 10 مم للأمعاء إلى 22 مم للمكورات العنقودية الذهبية ، مما أظهر حساسية ملحوظة وقدرة علاجية كبيرة. لم تؤد تأثيرات دمج عينة العسل متعدد الأزهار مع المضادات الحيوية المقاومة إلى النتائج المتوقعة من حيث التآزر ؛ يبقى تأثير العسل وحده هو الأكثر فعالية.

كلمات مفتاحية: عسل؛ مضاد حيوي؛ تأثير مضاد للجراثيم. مزيج.