

République Algérienne Démocratique Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة ابن خلدون تيارت  
Université Ibn Khaldoun – Tiaret



Faculté des Faculté des Sciences de la Matière  
كلية علوم المادة  
Département de Chimie  
قسم الكيمياء

**Mémoire**  
**Présenté par :**  
M<sup>elle</sup>.ZIAD IKRAM  
M<sup>elle</sup>.YAHYAOUI NAIMA  
Pour obtenir le diplôme de  
**Master**  
Filière : Chimie  
Spécialité : CHIMIE ORGANIQUE  
Sujet :

**Préparation, caractérisation et l'activité antibactérienne  
d'un fil suture imprégné par l'extrait éthanolique de  
propolis (EEP)**

Soutenu le : 14/10/2020

Devant le jury :

Mr CHADLI.H	Président	MAA à UNIV -Tiaret
Mlle MEBREK.H	Examinatrice	MAA à UNIV -Tiaret
Mr MOUSSA.A	Encadreur	MCB à UNIV -Tiaret

Année Universitaire : 2020/2019

# Remerciements

*Ce travail a été réalisé au laboratoire de graduation de chimie de la faculté de sciences de la matière, département de chimie à l'université Ibn Khaldoun - Tiaret.*

*En premier lieu j'aimerais bien remercier mon dieu de m'avoir donné la patience et le Courage pour réaliser ce travail.*

*En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Mr : **MOUSSA**. De nous avoir proposé ce thème, de nous avoir encadrés, de nous avoir témoigné son soutien et sa confiance, de nous avoir guidé et encouragé dans ce travail, pour toutes les connaissances scientifiques et les conseils qu'il nous a apportés, pour sa disponibilité et son rire communicatif, pour la patience et l'amabilité dont il a fait preuve tout au long de ce mémoire. Grâce à vous nous avons beaucoup appris.*

*Nos vifs remerciements vont également à l'égard des membres du jury Mr : **CHADLI, Mlle MEBREK**, Pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant D'examiner et d'évaluer notre travail.*

*Nos remerciements vont aux Mr : **A. LARBI, Mr : A. HADIDI**, Techniciens du Laboratoire de graduation pour leur aide.*

*Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes Qui ont participé de près ou de loin À la réalisation de ce travail.*

# Dédicace

Tout d'abord, je tiens à remercier le bon **Dieu** le tout Puissant de m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Je dédie ce travail à mes chers parents **Zahra** et **Djilali**, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A ma très chère sœurs les jumeaux **Razika** et **hayet**

A celle que j'aime beaucoup et qui m'a soutenue tout au long de notre projet mon sosie et mon binôme

**Ikram**

A mes sœurs en Dieu, qui m'ont réuni dans la **Moussala Khadija Oum El Mouminin** de la résidence, et j'ai

la chance de passer toutes ces années avec elles et surtout mon chéri **Soumia** , avec qui j'ai senti de grandes significations et une grande valeur dans la vie, l'amour, la fraternité, le sacrifice et beaucoup de sentiments que nous ne pouvons pas verrouiller dans des mots avec lesquels j'ai partagé des moments

inoubliables

**NAIMA**

# *Dédicace*

Je dédie ce travail :

A mes très chers parents

Je remercie, **Amar** et **Khiera** qui ont toujours été là pour moi, « Vous avez tout sacrifié pour vos enfants n'épargnant ni santé ni efforts. Vous m'avez donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. Je suis redevable d'une éducation dont je suis fier. Je vous aime beaucoup qu'Allah vous me garde toute ma vie ».

A mes très chères sœurs : **Zana**, **Houria** et **Imane**

A ma sœur et mon binôme « **Naima** » et sa respectueuse famille

A toute ma famille, à mes proches et mes autres ami(e)s, qui m'ont toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire.

A tous ma promotion de Chimie organique 2019/2020

**IKRAM**

# Liste des Abréviations



## *Les principales abréviations :*

**AND** : Acide Dèsoxyribo Nuclièque

**Al** : aluminium.

**B1** : Vitamine.

**B2** : Vitamine.

**B6** : Vitamine.

**CAPE** : L'ester phenyléthylique d'acide caféique.

**Cu** : Cuivre.

**EET** : L'extrait éthanolique de la propolis

**Fe** : Fer.

**FTIR** : Spectroscopie Infrarouge à Transformée de Fourier.

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>**: Eau oxygéné.

**IBRA**: International Bee Research Association

**Mg** : magnésium.

**MH** : Milieu Hinton

**Mn** : Manganèse

**NaOH** : Hydroxyde de sodium.

**Ni** : Nickel.

**PP** : vitamine B3 ou niacine.

**S.aureus** : Staphylococcus aureus

**Si** : Silicium

**Sn** : Étain.

**UFC** : Unité Formant colonie

**UV** : Ultraviolet

**Zn** : zinc.

**%** : Pourcentage.

**C°** : Température en degrés Celsius

**g** : Gramme

**h** : Heure

**mn** : Minute

**ml** : Millilitre

**V** : Volume



# *Liste des Figures*

## Liste des Figures

<b>Figure I.1</b> : la propolis brute (source personnelle).....	03
<b>Figure I.2</b> : Récolte de la propolis par grattage des cadres. ....	04
<b>Figure I. 3</b> : Récolte de la propolis par grilles moulées .....	04
<b>Figure I. 4</b> : Composition moyenne globale de la propolis.....	06
<b>Figure I.5</b> : propolis poudre. ....	18
<b>Figure I.6</b> : Nettoyage de la propolis.....	19
<b>Figure I.7</b> : La filtration et l'évaporation d'EEP.....	20
<b>Figure I.8</b> : Représentation des différentes étapes de la réactivation des souches bactériennes. .....	22
<b>Figure I.9</b> : la diffusion sur solide avant incubation .....	23
<b>Figure I.10</b> : Test de libération par la technique de diffusion en milieu liquide.....	25
<b>Figure II.11</b> : Spectres IR-TF de la propolis brute.....	26
<b>Figure II.12</b> : Structure de base des flavonoïdes.....	27
<b>Figure II.13</b> : formule chimique de l'acide Caféique.....	27
<b>Figure II.14</b> : l'activité antibactérienne du fil suture imprégné d'EEP vis-à-vis la souche <i>P.aerugenosa</i> .....	28
<b>Figure II.15</b> : l'activité antibactérienne du fil suture imprégné d'EEP vis-à-vis la souche <i>S.aureus</i> . ....	28
<b>Figure II.16</b> : test de libération milieu liquide. ....	29
<b>Figure II.17</b> : courbe de croissance de souche <i>S. aureus</i> .....	30
<b>Figure II.18</b> : spectre UV-visible de souche <i>P. aerugenosa</i> .....	31

# *Liste des Tableaux*

## Liste des Tableaux

<b>Tableau II.1:</b> l'absorbance de <i>S. aureus</i> dans UV visible à 625nm. ....	29
<b>Tableau II.2 :</b> l'absorbance de <i>P. aeruginosa</i> dans UV visible à 625nm.....	30

# **Tables des Matières**

# Table des matières

Liste des Abréviations

Liste des Figures

Liste des Tableaux

**Introduction Générale.....01**

## **Partie bibliographique**

### **Chapitre I : La propolis**

I.La propolis .....	02
Historique .....	02
I.1.Définition .....	02
I.2.Récolte .....	03
I.3.Conservation .....	05
I.4.Composition de la propolis .....	05
I.5.Caractéristiques physico-chimiques de la propolis .....	07
I.5.1. Caractéristiques physiques .....	08
<i>Couleur</i> .....	08
<i>Odeur</i> .....	08
<i>Saveur</i> .....	08
<i>Consistance</i> .....	08
<i>Solubilité</i> .....	08
<i>Densité</i> .....	09
<i>Point de fusion</i> .....	09
I.5.2. Caractéristiques chimiques et toxicité .....	09
Caractéristiques chimiques .....	09
Toxicité .....	10
I.6.Activité biologique .....	11
I.6.1. Activité antibactérienne .....	11
I.6.2. Activité antioxydante .....	11
I.6.3. Activité anti-inflammatoire .....	12
I.6.4. Effet cicatrisant .....	12
I.7. Utilisation de la propolis .....	13
I.7.1. Utilisation par les abeilles .....	13
I.7.2. Utilisation par l'homme .....	13
➤ <i>Cosmétique</i> .....	13
➤ <i>Médecine</i> .....	13

## Table des matières

➤ Technologie alimentaire .....	14
<b>Chapitre II : Généralité sur les bactéries</b>	
II Généralité sur les bactéries .....	15
II.1. Pseudomonas aeruginosa .....	15
II.2. Staphylococcus aureus .....	16
<b>Partie expérimentale</b>	
<b>Chapitre I : Matériels et méthodes</b>	
I.L'objectif de travail.....	18
I.1. Matériel Expérimental.....	18
I.1.1. La propolis.....	18
I.1.2. Alcool éthanolique .....	18
I.1.3. Souches bactériennes .....	19
I.2.Méthodologies utilisées.....	19
I.2.1. Nettoyage de la propolis .....	19
I.2.2. Extraction .....	19
I.2.3. Rendement d'extraction .....	20
I.2.4. Spectroscopie infrarouge à transformation de Fourier (IRTF).....	21
I.2.5. Activité antibactérienne .....	21
❖ Milieux de culture .....	21
❖ Repiquage des souches bactériennes .....	22
❖ Préparation de l'inoculum.....	22
I.2.5.1. Test d'inhibition par la technique de diffusion en milieu solide .....	23
I.2.5.1.1. Ensemencement .....	23
I.2.5.1.2. Technique .....	23
➤ Incubation .....	24
➤ Lecture.....	24
I.2.5.1. Test de libération par la technique de diffusion en milieu liquide .....	24
a)Principe.....	24
b)Protocole expérimentale.....	24
<b>Chapitre II : Résultats et discussions</b>	
II Résultats et discussions .....	26
II.1. Rendement d'extraction .....	26
II.2. Techniques de caractérisation .....	26
II.2.1. Analyse spectrométrique à transformation de Fourier IR .....	26

## Table des matières

II.3. Activités antibactériennes .....	28
II.3.1. Test d'inhibition par la technique de diffusion en milieu solide .....	28
II.3.2 Test de libration .....	29
II.3.2.1. Résulta deTest de libération .....	30
Discussion générale .....	32
<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>35</b>
Référence Bibliographie	
Annexe	
Résumé	
Abstract	

*Introduction  
Générale*

# Introduction générale

---

## Introduction général

L'antibiothérapie des plaies infectées a pour seul but le traitement de l'infection des tissus environnant la plaie. Les antibactériens locaux sont utilisés dans le traitement d'appoint des plaies infectées, des brûlures et de certaines affections dermatologiques primitivement bactériennes ou susceptibles de se surinfecter [1]. La propolis a des propriétés pharmacologiques d'intérêt potentiel pour la prise en charge des plaies : antimicrobienne, cicatrisante et anti-inflammatoire. [1]. L'utilisation des antibactériens topiques, des gels et des pansements est encore assez peu développée dans la littérature et doit faire l'objet d'essais cliniques comparatifs [1].

La propolis est utilisée pour favoriser les processus de cicatrisation notamment lors de brûlures [2]. L'efficacité d'une crème à base de propolis a été comparée face au traitement de référence des brûlures à base de sulfadiazine argentique [3]. Les propriétés antibactériennes de la propolis sont dues aux très nombreux flavonoïdes qu'elle contient [4].

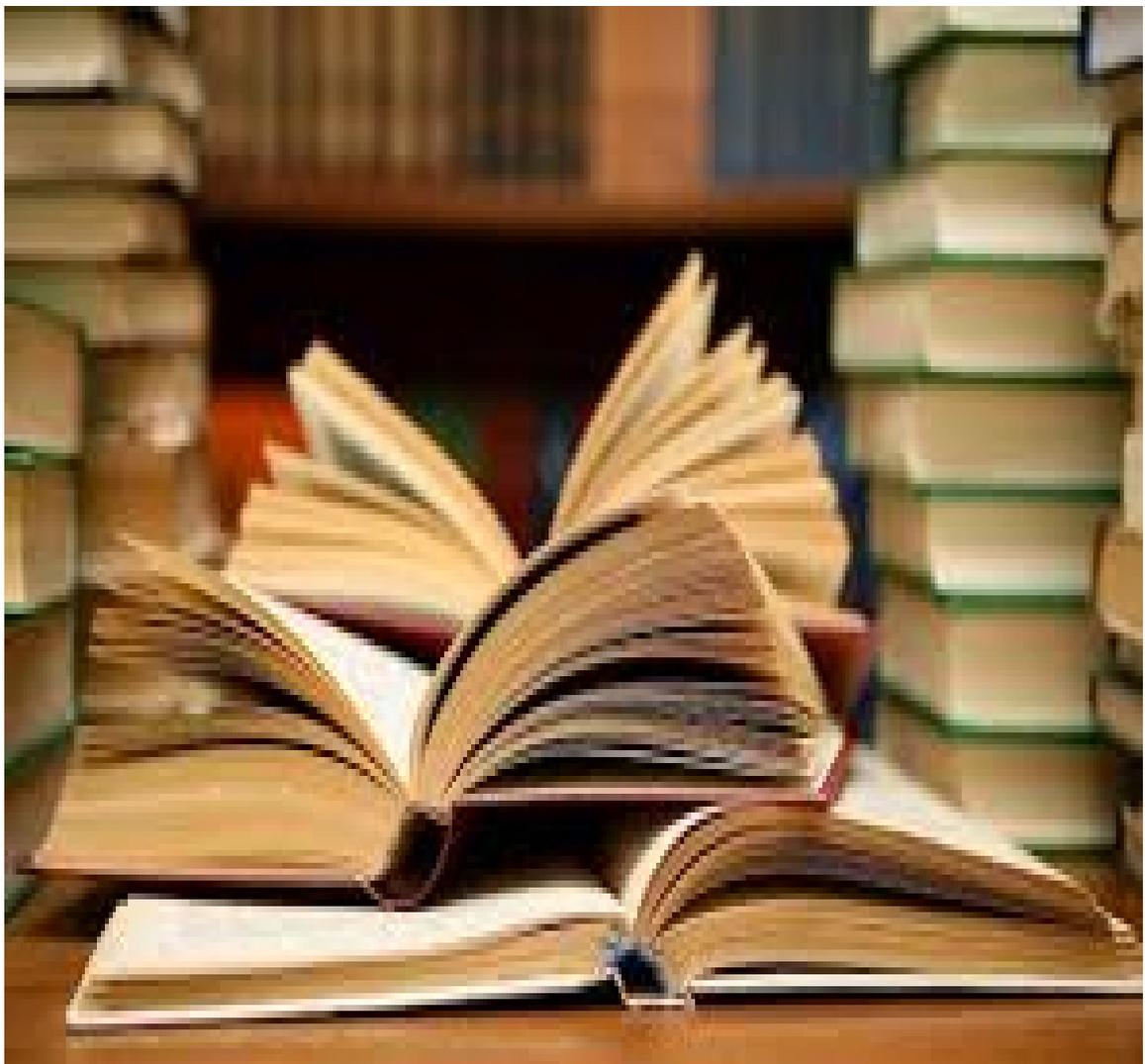
Le terme de « suture » désigne également le dispositif médical permettant la réalisation de l'acte précédent. Il s'agit d'un fil stérile, monté sur une aiguille, destiné à suturer [5]. Les fils ne constituent qu'un support temporaire pour les bactéries [6]. Certain type de fils (fils en lin) présentent de nombreux inconvénients dont une très mauvaise tolérance tissulaire due à une importante capillarité.

Dans l'étude qui va suivre, nous allons essayer d'évaluer l'effet d'un fil de suture imprégné avec un extrait ethanologique de propolis sur deux bactéries comme étant résistantes aux antibiotiques soit : *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas sp.* En utilisant deux techniques ; Test de libération (liquide) et méthode de diffusion (solide).

Le présent manuscrit comprend deux parties :

- Partie bibliographique est consacrée à une synthèse sur La propolis, sa composition, caractéristiques physico-chimiques, activité biologique, leur utilisation et généralité sur les bactéries.
- partie expérimentale dans laquelle nous abordons la méthode utilisée pour l'extraction de la propolis. Ensuite des tests d'activité antibactérienne d'un fil de suture imprégné avec l'EEP vis-à-vis les souches sélectionnées ont été réalisées, à la fin une conclusion générale.

# *Partie Bibliographique*



*Chapitre I*  
*La propolis*

## I. La propolis

### Historique

La propolis était utilisée par l'Homme comme médicament traditionnel depuis 300 ans av 1979[7,8]. Elle a été utilisée empiriquement pendant des siècles et elle a toujours été mentionnée comme un agent immunomodulateur [9], L'histoire atteste que les Egyptiens l'ont utilisé en médecine ainsi que pour embaumer les morts [10]. La propolis est aussi mentionnée dans le Coran.

﴿وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنْ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ (68) ثُمَّ كُلِي مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلًا يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ (69)﴾ سورة النحل،

الآية 68 - 69

Aristote, qui a écrit six volumes sur les abeilles et leurs produits, recommande la propolis dans le traitement des plaies infectées. La propolis apparaît aussi dans les récits de la guerre des Boers sous la forme d'une préparation à la vaseline utilisée en chirurgie avec d'excellents résultats. Elle a aussi été utilisée à grande échelle par l'armée russe pendant la Seconde Guerre mondiale. [11]

Les Arabes connaissaient aussi la propolis. Avicenne a parlé de deux sortes de cire : la cire propre et la cire noire, cette dernière étant probablement la propolis. Il a dit : « par sa forte odeur, elle fait éternuer... » et « Elle a la qualité de faire éliminer les pointes des flèches et des épines, raréfie, nettoie facilement et amollit fortement ». [12]

### I.1. Définition :

Propolis signifie en grec, « devant » (*pro*) la « cité » (*polis*) désignant ainsi l'entrée de la ruche. La propolis est une substance résineuse et gommeuse de consistance visqueuse collectée par les abeilles ouvrières sur les bourgeons des arbres [13]. Elle devient friable en dessous de 15°C, molle à haute température. Sa couleur est variable selon la situation géographique [14]. Elle est généralement de couleur brune à rougeâtre, voir noire [15,16]. Elle a une odeur spécifique, son goût est pimenté, et est très peu soluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool [14]. Elle est utilisée pour colmater et aseptiser la ruche. En cas de menace les abeilles réduisent l'ouverture de la ruche en apposant de la propolis à l'entrée comme un ciment. La propolis étant un antiseptique naturel, ce passage constitue également une sorte de

chambre de stérilisation empêchant ainsi l'introduction de toute substance dangereuse et protège la ruche des épidémies.

Pour survivre, la colonie a besoin de lutter contre toutes formes d'agression pathogène pouvant porter atteinte à son existence (bactéries, parasites, virus mais également insectes voire petit rongeurs). La ruche va utiliser ces résines complexes pour se protéger. Elles calfeutrent systématiquement la ruche en colmatant tous les trous, assurant étanchéité et asepsie. Elles font de même avec tout objet ou intrus immobile se trouvant dans la ruche. [13]



**Figure I.1** : la propolis brute (source personnelle).

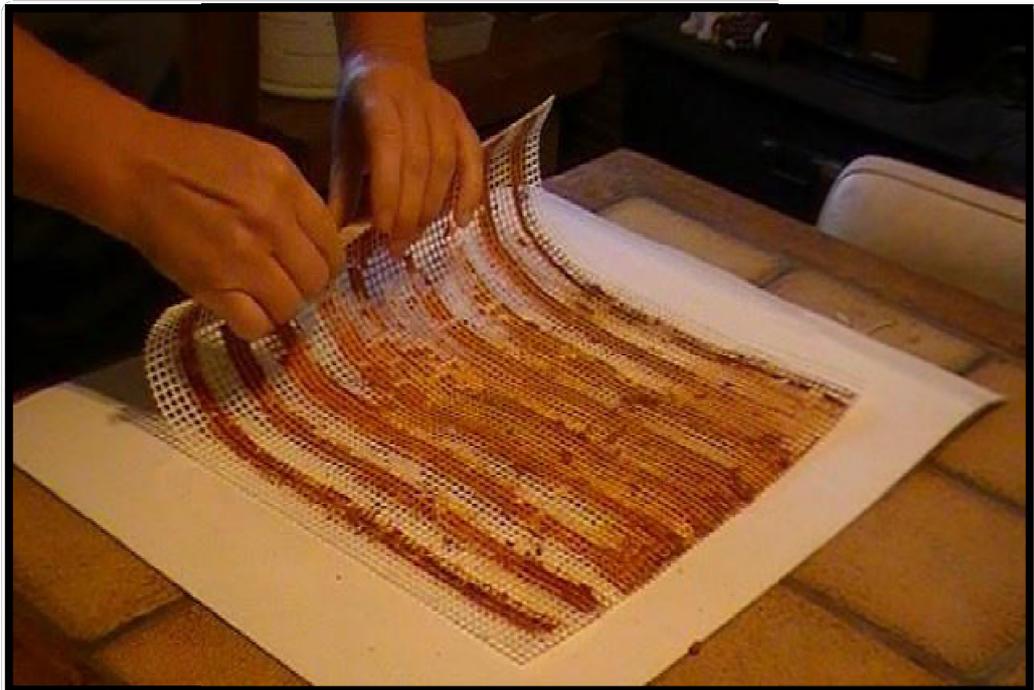
### I.2.Récolte :

La propolis peut être récoltée selon deux techniques diverses :

- Raclage et grattage des cadres ou des parois de la ruche, de préférence par température assez basse. La propolis alors dure et friable se détache mieux. [17]
- Utilisation de différents dispositifs : grille moulée en matière plastique ou en métal. On pose cette grille comme couvre cadres. Les abeilles s'empressent d'obturer ces trous de propolis. Le moment idéal se situe après la récolte d'été, les abeilles se consacrent plus facilement à cette tâche, sachant l'hiver proche. [18]



**Figure I.2:** Récolte de la propolis par grattage des cadres. [19]



**Figure I. 3 :** Récolte de la propolis par grilles moulées. [19]

## I.3.Conservation :

Avant extraction, la propolis est généralement conservée au congélateur (-18°C) avant d'être pulvérisée ou simplement conservée à température ambiante à l'obscurité. [20]

Après l'extraction, les échantillons sont conservés secs, soit à température ambiante et à l'abri de la lumière, soit au réfrigérateur (4°C) ou soit encore au congélateur (-20°C). [21]

Les extraits sont parfois conservés à l'état liquide, après traitement, en attendant d'être analysés. [22]

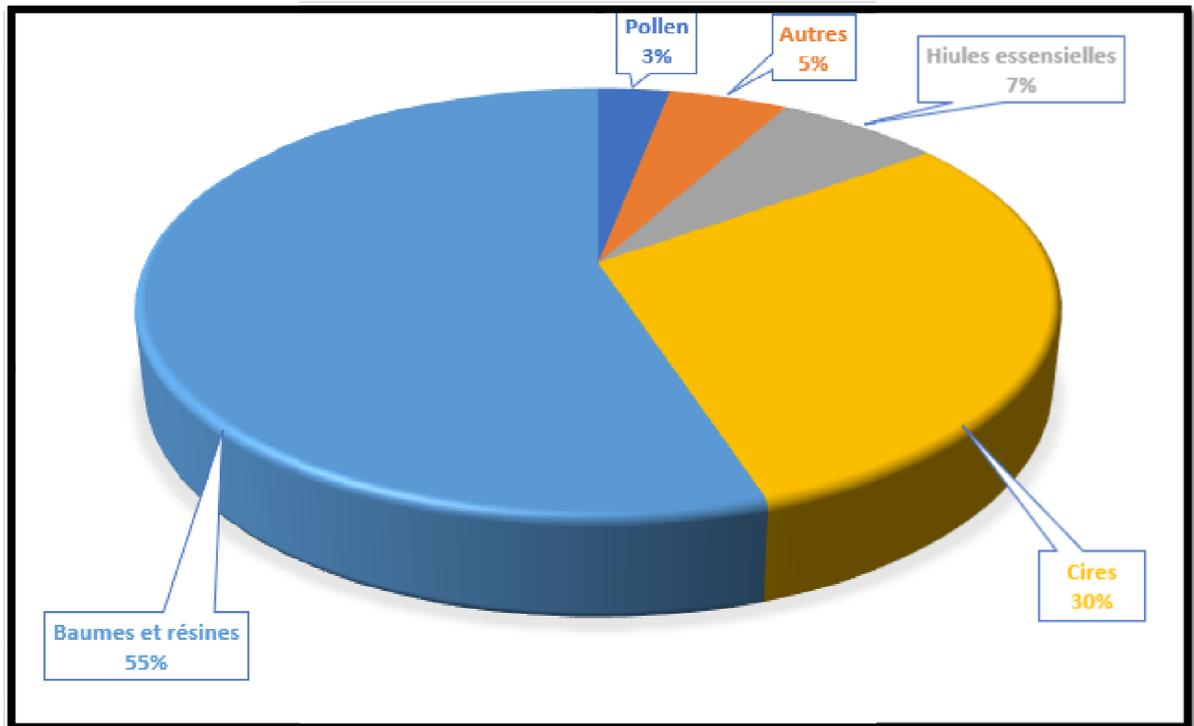
Comme pour le miel, la propolis devra être conservée à l'abri de la lumière, de l'humidité et de la chaleur afin qu'elle conserve toutes ses propriétés le plus longtemps possible. Sa consommation se fera aussi fraîche que possible. [22]

## I.4.Composition de la propolis :

La composition de la propolis varie quantitativement et qualitativement en fonction de nombreux facteurs, tels que :

- L'origine géographique et botanique.
- Le moment et la méthode de la récolte.
- Le solvant utilisé pour l'extraction. [23]

La propolis contient plus de 500 composants, dont les composés phénoliques (flavonoïdes, acides phénoliques et leurs esters), des acides gras, des sucres, des éléments minéraux [24,25]. Leur pourcentage est le suivant :



**Figure I. 4 :** Composition moyenne globale de la propolis. [26]

✓ **Glucides :**

Les glucides présents dans la propolis sont ceux qui constituent les grains de pollen. Ils ne représentent qu'une infime proportion. [2,27]

✓ **Protides :**

La propolis ne contient pas beaucoup de protides. Comme pour les glucides, les grains de pollen en sont les fournisseurs. On retrouve : acide aspartique, acide glutamique, alanine, arginine, cystine, glycine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, proline, sérine, thréonine, tryptophane, tyrosine, valine. [2,27]

✓ **Lipides :**

Les lipides qui constituent la propolis sont principalement des terpénoïdes (farsénol par exemple) et les lipides issus de la cire. [2,28]

✓ **Minéraux :**

De la même manière que pour les glucides et les protides, les minéraux sont surtout apportés par les grains de pollen. On retrouve surtout le fer, le cuivre et le manganèse :

Aluminium, argent, baryum, bore, calcium, chrome, cobalt, cuivre, étain, fer, magnésium, manganèse, molybdène, nickel, phosphore, plomb, sélénium, silicium, strontium, titane, vanadium, zinc. [2]

### ✓ Vitamines :

Les vitamines du groupe B du pollen se retrouvent dans la propolis (B1, B2, B3, B6, B8, B12). La vitamine A est néanmoins constitutive de la propolis contrairement au pollen.[2]

### ✓ Pigments :

Les pigments végétaux sont très nombreux dans la propolis, donnant sa couleur rouge, verte, brune ou noire. On retrouve des caroténoïdes (provitamine A...) et plus de 40 flavonoïdes. [2]

### ✓ Emissions odorants :

De senteur forte et piquante, la propolis exalte d'odeurs provenant d'alcools, aldéhydes (vanilline, isovanilline), esters, acides, cétones... [28]

### ✓ Acides :

La propolis est extrêmement riche en acides aromatiques et aliphatiques et en esters d'acides. Les acides et surtout leurs esters jouent un rôle primordial dans le rôle thérapeutique de la propolis. La propolis contient également de l'acide acétylsalicylique. [2]

### ✓ Autres : [2,28]

- Polyphénols divers
- Coumarines : esculétol (action vitaminique P, vasculoprotecteur et veinotonique), scopolétole...

## I.5. Caractéristiques physico-chimiques de la propolis :

La caractérisation physico-chimique de la propolis est très importante pour l'obtention d'un produit de qualité standardisé, tel que le réclame le marché. La variété des sources de propolis a, bien évidemment, une influence sur sa composition.

La propolis est récoltée sur une grande variété d'arbres et d'arbustes. Chaque région et chaque colonie, semble avoir ses propres sources de résine préférées. Ce qui explique la grande variation de la couleur et de l'odeur de la propolis ainsi que sa composition. [29]

## I.5.1. Caractéristiques physiques :

La propolis est une substance résineuse, d'aspect hétérogène qui présente les caractères suivants :

### ❖ Couleur :

Elle varie selon sa provenance, allant de jaune clair au brun très foncé, presque noire en passant par toutes les gammes des bruns (brun jaune, brun vert et brun rouge). [30]

### ❖ Odeur :

Elle a une odeur variable suivant son origine, en général, arôme agréable douceâtre, mélangé à celui de miel, de la cire et d'autres produits (cannelle, vanille, etc...). [30]

### ❖ Saveur :

Elle est souvent amère et âcre. [2]

### ❖ Consistance :

La propolis est une substance de consistance variable suivant la température :

- 15 °C, elle est dure et friable ;
- 30 °C elle est molle et malléable.
- Entre 30 °C et 60 °C elle est coulante et gluante.

Le point de fusion est variable, il se situe vers 60 à 70 °C en moyenne mais peut atteindre 100 °C et plus. [29]

### ❖ Solubilité :

La propolis d'abeille est soluble de façon partielle dans l'Alcool, l'Acétone, l'Ether, le chloroforme, le benzène, le trichloréthylène...etc. seul un mélange adéquat de différents solvants permet de dissoudre la quasi-totalité de ses composants.

La partie insoluble est constituée de tissus végétaux, de grains de pollen, de débris de cuticule et de soie d'abeille ...etc. [31]

❖ **Densité :**

Elle est de l'ordre de 1,2 en moyenne. [2]

❖ **Point de fusion :**

Son point de fusion se situe autour de 70°C. Chauffée au bain-marie, elle se divise en deux parties :

Une partie visqueuse qui tombe au fond du récipient et une partie liquide appelée cire de propolis qui reste en surface et qui trouve de nombreux usages dans le domaine apicole. [32]

## **I.5.2. Caractéristiques chimiques et toxicité :**

❖ **Caractéristiques chimiques :**

La plus récente publication réalisée par l'institut IBRA (U.K.) qui centralise les recherches du monde entier sur les produits apicoles relève 149 constituants de la propolis. [33]

Retenons parmi ces constituants la liste des principes actifs essentiels :

- a) **Flavonoïdes :** galangine, pinocembrine, chrysin, quercétine;
- b) **Acides Aromatiques :** benzoïque, férulique, cinnamique, p-coumarique, caféique ;
- c) **Coumarine et Esculetol;**
- d) **Huiles Essentielles :** guaïacol, eugénol, anéthol, inène etc.. ;
- e) **Oligoelements :** Mg, Zn, Al, Mn, Fe, Cu, Si, Sn, Ni, etc.. ;
- f) **Vitamines :** B1, B2, B6, PP etc...

Le groupe de flavonoïdes attire nettement l'attention, car les travaux réalisés sur ces constituants de la propolis ont montré qu'ils possèdent des propriétés biologiques remarquables.

Ainsi la galangine et la pinocembrine sont des substances antimicrobiennes et antifongiques. [34]

La quercétine et la kaempféride ont une action antispasmodique deux fois plus forte que celle de papavérine. [35]

Les acides aromatiques possèdent aussi des propriétés thérapeutiques. Ainsi, pour l'acide benzoïque et caféique et leurs esters, des propriétés antibactériennes et antifongiques ont été mis en évidence en test comparatif sur les antibiotiques classiques. [36]

L'acide caféique et ses dérivés participent à une puissante activité antivirale [37], sur Herpès 1, Herpès 2 et Herpès Zoster. L'association de la gelée royale et de la propolis en faible dose immunise l'organisme humain sur le virus influenza dans les proportions de 92%.

Il ne faut également pas oublier que certains constituants, dont les huiles essentielles confèrent à la propolis des propriétés anesthésiques locales.

Le mélange spécifique des constituants de la propolis concourt à un effet synergique global, ce qui pourrait mieux expliquer ses propriétés biologiques. [38]

### ❖ Toxicité :

L'utilisation très répandue de la propolis dans la pathologie humaine et vétérinaire démontre d'une manière générale sa parfaite innocuité pour l'organisme humain ou animal dans les doses raisonnables.

Des expériences au long court ont été effectuées en Roumanie et en ex. Yougoslavie [39] afin d'étudier la toxicité de la propolis sur l'organisme animal. Les résultats des deux expérimentations convergent vers la même conclusion : la propolis n'est nullement toxique, elle est sans effet néfaste sur la structure cellulaire des organes et n'engendre aucune transformation néo plasmique.

Ce qui nous vient en premier à l'esprit, c'est le risque d'allergie à la propolis. Celle-ci touche environ 1 personne sur 2000, principalement des personnes possédant déjà un terrain

allergique et notamment aux piqûres d'abeilles. Pour vérifier si une personne est allergique, il est souhaitable d'appliquer un produit contenant de la propolis sur une zone peu dangereuse comme l'oreille.

S'il y a apparition de démangeaisons, cela signifie que la personne doit s'abstenir de consommer la propolis, au risque d'être victime d'asthme en cas d'inhalation ou de dermatite en cas d'application topique. L'apiculteur est plus souvent sujet qu'une autre personne aux dermatites, en raison de contacts prolongés avec les produits de la ruche. Les allergènes ont été clairement identifiés, ils dérivent de l'acide caféique. Cependant, la présence de flavonoïdes empêche la libération d'histamine, responsable des réactions allergiques, en bloquant les canaux calciques des mastocytes. [40]

### **I.6. Activité biologique :**

#### **I.6.1. Activité antibactérienne :**

La propolis exerce une activité bactérienne à large spectre surtout sur les bactéries Gram+. Cette activité antibactérienne serait essentiellement liée aux flavonoïdes, aux acides aromatiques (acides cinnamique et benzoïque) et aux esters présents dans la résine de propolis [41]. Ces composants inhibent la croissance bactérienne par blocage de la division cellulaire, par une désorganisation du cytoplasme, par une inhibition de la synthèse protéique ou par une inhibition du processus d'adhésion. [42,43]

Un grand nombre de souches bactériennes ont été testées, animales, comme humaines. Elles ont montré le large spectre d'efficacité de la propolis, efficace contre les bactéries dites à Gram + (staphylocoques et streptocoques) à mais aussi des *Proteus mirabilis* et *vulgaris*, des *Pseudomonas*, des *Listeria*, des salmonelles et même l'*Helicobacter*. La propolis est un antibiotique naturel bactéricide et bactériostatique. [41]

#### **I.6.2. Activité antioxydante :**

Le stress oxydant résulte d'un dysfonctionnement des systèmes de régulation de l'oxygène et de ses métabolites. Nous avons alors une production excessive de dérivés réactifs de l'oxygène tel que le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ), l'anion superoxyde ( $O_2^-$ ), l'ion hydroxyle ( $OH^-$ ) hautement réactif ainsi que des dérivés réactifs d'azote en particulier d'azote oxyde (NO). Ces molécules sont impliquées dans de nombreuses pathologies (diabète,

artériosclérose, maladie d'Alzheimer, cancer, maladie de Parkinson) ainsi que dans le vieillissement et la mort cellulaire. [44]

In vivo, les flavonoïdes présents dans la propolis sont de puissants antioxydants capables de piéger les radicaux libres protégeant ainsi la membrane cellulaire contre la peroxydation lipidique [44].

L'ester phenyléthylrique d'acide caféique (CAPE) présente une propriété anti oxydante encore plus efficace que les flavonoïdes [42].

### **I.6.3. Activité anti-inflammatoire :**

L'inflammation induit la production de radicaux libres ( $H_2O_2$ ) par les macrophages et les polynucléaires neutrophiles. Ces radicaux libres dégradent les phospholipides de la membrane plasmique des cellules, perturbe la membrane protéique et induit des mutations de l'ADN. La propolis est composée de polyphénols et d'un éventail d'autres composants capables d'éliminer les radicaux libres en excès dans notre organisme. L'acide caféique et ses dérivés comme la CAPE ainsi que les flavonoïdes suppriment la synthèse de prostaglandines, de cytokines, d'enzymes et de monoxydes d'azote, autant de facteur nécessaire au maintien du processus inflammatoire [45,46].

Les flavonoïdes et l'acide caféique inhibent la voie de lipoxgénase de l'acide arachidonique, qui est un intermédiaire clé intervenant dans le processus inflammatoire.

### **I.6.4. Effet cicatrisant :**

Les vertus cicatrisantes de la propolis sont connues depuis l'antiquité. Utilisé au cours des âges, la propolis a démontré qu'elle possède un effet stimulant sur le métabolisme cellulaire épidermique, les vaisseaux, la formation du collagène grâce à un phénomène de stimulation fibroblastique [47, 48,49]

En effet, la propolis accélère la régénération de différents tissus abimés : c'est le cas notamment de la pulpe dentaire, des tissus hépatiques ou des tissus osseux, comme l'ont suggéré des études réalisées sur l'animal. [50 ,51]

Ces actions sont dues à l'activité antioxydant des flavonoïdes qui piègent les radicaux libres ainsi qu'à des acides phénolique et certains acides aminés comme la choline (dans la

division donc le renouvellement cellulaire) ou la proline (dans la synthèse de collagène, de l'élastine et de facteurs intervenant dans l'élasticité de la peau). [52]

### **I.7. Utilisation de la propolis :**

#### **I.7.1. Utilisation par les abeilles :**

Les abeilles se servent de la propolis pour tapisser l'intérieur de leur ruche afin de le renforcer et de le calorifuger, elles optimisent également la régulation du microclimat dans la ruche, en réduisant l'entrée de la ruche. La propolis sert également à embaumer les cadavres des intrus, colmater les fissures de la ruche, fixer les cadres et consolider les cellules. [53]

#### **I.7.2. Utilisation par l'homme :**

##### **➤ Cosmétique :**

La propolis et ses extraits ont été largement utilisés dans la dermatologie et la cosmétique. [54]

Ses effets sur la régénération et la rénovation des tissus ont été bien étudiés. Avec ses caractéristiques bactéricides et fongicides, elle offre de nombreux bénéfices dans diverses applications. [29]

##### **➤ Médecine :**

La propolis est utilisée dans divers traitements tels que :

- Les problèmes cardio-vasculaires
- Appareil respiratoire (pour diverses infections)
- Soins dentaires
- Les ulcères
- Les infections des muqueuses et les lésions
- Le cancer

Elle est utilisée aussi dans le soutien et l'amélioration du système immunitaire. [55]

### ➤ Technologie alimentaire :

Les activités anti-oxydantes, antifongiques et antibactériennes de la propolis lui offre une place de choix dans ce domaine. Les résidus des propolis semblent avoir un effet généralement bénéfique sur la santé humaine. Cependant, seulement très peu d'études ont été faites sur les effets secondaires possibles sur la plus grande consommation des propolis. D'après la littérature, certains composants identifiés dans les propolis peuvent être très préjudiciables à la santé humaine. [29]

La propolis peut être utilisée comme préservatifs en matériel d'emballage de nourriture. Elle est aussi utilisée pour la prolongation de la vie d'entreposage en congélation des poissons. [56]

# *Chapitre II*

## *Généralité sur les bactéries*

## II Généralité sur les bactéries

### II.1. *Pseudomonas aeruginosa*

L'espèce bactérienne *Pseudomonas aeruginosa* du grec pseudo (« imitation ») et du latin aeruginosus (« couvert de rouille ») autrefois appelée « bacille pyocyanique », du grec puon (« pus ») et kuanos (« bleu foncé »), a été décrite en 1872 par Schroeter, puis en 1882 par un pharmacien militaire français, A. Gessard. La création du genre *Pseudomonas* remonte à Migula (1900). *P. aeruginosa*, espèce pigmentée, est de loin l'espèce la plus connue et la plus pathogène du genre *Pseudomonas*. [57]

*P. aeruginosa* est un germe hydrotellurique, présent essentiellement dans les environnements humides. C'est une bactérie ubiquitaire et résistante dans l'environnement, répandue dans les eaux polluées ou non, les sols humides et les végétaux où elle vit à l'état saprophyte. [57]

*P. aeruginosa* possède un grand nombre de facteurs de virulence qui lui permettent de contourner les défenses de l'hôte, de favoriser la colonisation puis le développement de l'infection. Ces facteurs permettent l'adhérence de la bactérie, sa multiplication, sa persistance dans un environnement hostile, la formation de biofilms, ainsi que la sécrétion d'enzymes et de toxines responsables des lésions tissulaires. [58,59]

*P. aeruginosa* est un agent fréquent de colonisation et surinfection des plaies traumatiques, des dermatoses suintantes et des ulcères chroniques. [60]

Le patient gravement brûlé est prédisposé à l'infection du fait de la perte d'une grande partie de la barrière cutanée et de la présence de tissus nécrotiques, mais aussi d'une dépression immunitaire précoce humorale et cellulaire non spécifique corrélée à l'importance de la surface brûlée. [61]

*P. aeruginosa* possède une résistance naturelle à de nombreux antibiotiques, restreignant les possibilités thérapeutiques à un nombre limité d'agents antimicrobiens. Les antibiotiques habituellement actifs sur *P. aeruginosa* appartiennent à plusieurs familles : les bêtalactamines (carboxypénicillines, uréidopénicillines, ceftazidime, céfépime, aztréonam et carbapénèmes sauf l'ertapénème), les aminosides (sauf la kanamycine), les fluoroquinolones (surtout ciprofloxacine et lévofloxacine), les polymyxines (colimycine) et la fosfomycine.

*P. aeruginosa* se situe parmi les bactéries à Gram négatif les moins sensibles à l'action bactériostatique et bactéricide des antiseptiques et désinfectants. La faible sensibilité de cette espèce est liée à la structure de la membrane externe et au LPS, qui font obstacle au passage des molécules biocides. Cette imperméabilité peut parfois être associée à un mécanisme d'efflux. Les antiseptiques et désinfectants les plus actifs sur *P. aeruginosa* sont les dérivés chlorés, les dérivés iodés et iodophores (polyvidone iodée), les aldéhydes, l'acide peracétique et le peroxyde d'hydrogène. L'alcool, les dérivés phénoliques (hexachlorophène, triclosan), les ammoniums quaternaires, les biguanides (chlorhexidine), les dérivés mercuriels ou les dérivés argentiques comme la sulfadiazine d'argent sont moins actifs. [57]

## II.2. Staphylococcus aureus :

*Staphylococcus aureus* fait partie de la flore humaine et est surtout présent dans le nez et sur la peau.

D'un point de vue macroscopique, cette bactérie se caractérise par la pigmentation dorée de ses colonies (forme sphérique (coque), justifiant le nom vernaculaire de « staphylocoque doré ». Ces cocci mesurent de 0,5 à 1,5µm de diamètre, sont immobiles, non sporulés et positifs à la coloration de Gram. [62]

Comme chez la majorité des bactéries Gram positives, l'enveloppe de *S. aureus* est composée d'une seule membrane plasmique recouverte d'une paroi épaisse riche en peptidoglycane et en acides téichoïques. La plupart des isolats infectieux possèdent également une capsule polysaccharidique externe contenant divers facteurs de virulence et permettant le sérotypage des souches.

*In vitro*, *S. aureus* est une bactérie non-exigeante. En effet, en plus d'être aéroanaérobie facultative, elle est facilement cultivable en milieu gélosé classique tel que CBA (Columbia Blood Agar), TSA (Tryptic Soy Agar) ou BHI (Brain Heart infusion), ainsi que dans les milieux liquides correspondants [63]

La gélose de Chapman (ou MSA pour Mannitol-Salt-Agar) peut être utilisée comme milieu sélectif différentiel pour l'identification de *S. aureus* qui présente un caractère halophile ainsi que la capacité à fermenter le mannitol.

*S. aureus* se développe entre 10 et 42°C avec une température optimale de 37°C et un pH compris entre 7,4 et 7,6 [64]. Les colonies peuvent être observées après 24h d'incubation.

Elles sont opaques, de pigmentation jaune-doré, ont un aspect circulaire de 2 à 3 millimètres de diamètre ainsi qu'une surface convexe lisse et brillante.

*Staphylococcus aureus* est très fréquent à l'état commensal et pathogène. En effet, très rapidement après la naissance, il colonise la peau, le tube digestif et la région périnéale des nouveaux nés. Il est également très présent au niveau des fosses nasales et des mains. Mais il peut devenir pathogène et être responsable d'infections cutanées : furoncles, panaris, abcès, impétigo... Et de certaines infections ORL : angines, otites, sinusites... En milieu hospitalier, il est impliqué dans les infections nosocomiales, pouvant être graves. *Staphylococcus aureus* peut aussi être responsable d'intoxications alimentaires. [65]



# *Partie expérimentale*



# *Chapitre I*

## *Matériels et méthodes*

## I.L'objectif de travail

Ce travail a été réalisé au laboratoire de graduation de chimie de la faculté des sciences de la matière, département de chimie à l'université Ibn Khaldoun - Tiaret.

Le travail avait pour objectif de détermination de l'effet d'un fil de suture imprégné d'un extrait éthanolique de propolis sur deux espèces bactériennes ; une de Gram positif *Staphylococcus aureus* et l'autre de Gram négatif *pseudomonas aeruginosa*.

## I.1. Matériel Expérimental

### I.1.1. La propolis

La propolis a été récoltée à partir de la région de Sahara, wilaya de Laghouat. Puis, elle a été séchée à l'abri de la lumière et stockées dans des boites érémitiques à température ambiante dans un endroit sec jusqu'à l'utilisation.



Figure I.5 : propolis poudre.

### I.1.2. Alcool éthanolique

C'est le solvant utilisé pour extraire les composés bioactifs de la propolis dont les propriétés physico-chimiques sont les suivantes :

- ✓ Formule chimique :  $C_2H_6O$  ;
- ✓ Masse moléculaire :  $M = 46.07g/mol$  ;
- ✓ Pureté : 99,8 %.

### I.1.3. Souches bactériennes :

Notre étude expérimentale nécessite deux souches bactériennes qui sont *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*, ces bactéries sont des souches pures, ils ont été isolés au niveau de l'institut vétérinaire, Tiaret et conservé à 5°C. L'une de ces souches est de Gram positif (*Staphylococcus aureus*) et l'autre de Gram négatif (*Pseudomonas aeruginosa*).

## I.2.Méthodologies utilisées

### I.2.1. Nettoyage de la propolis

A l'aide d'un mortier la propolis brute est transformée en poudre fine puis filtrée pour éliminer toutes les impuretés (morceaux d'abeille, cire, bois), jusqu'à l'obtention d'une propolis propre.



Figure I.6 : Nettoyage de la propolis.

### I.2.2. Extraction [66]

L'extraction n'est qu'une étape de transformation de la matière première (dans notre cas c'est la propolis) en un extrait. Toutes les étapes qui précèdent ou suivent l'extraction doivent être maîtrisées avec précision pour un produit final de qualité optimale. Dans cette optique, le découpage de la propolis a été réalisé de façon à pouvoir récupérer des morceaux très fins dans le but d'optimiser l'extraction.

La préparation de l'extrait brut à partir de la poudre de la propolis a été réalisée par une méthode solide-liquide Elle est réalisée en deux étapes :

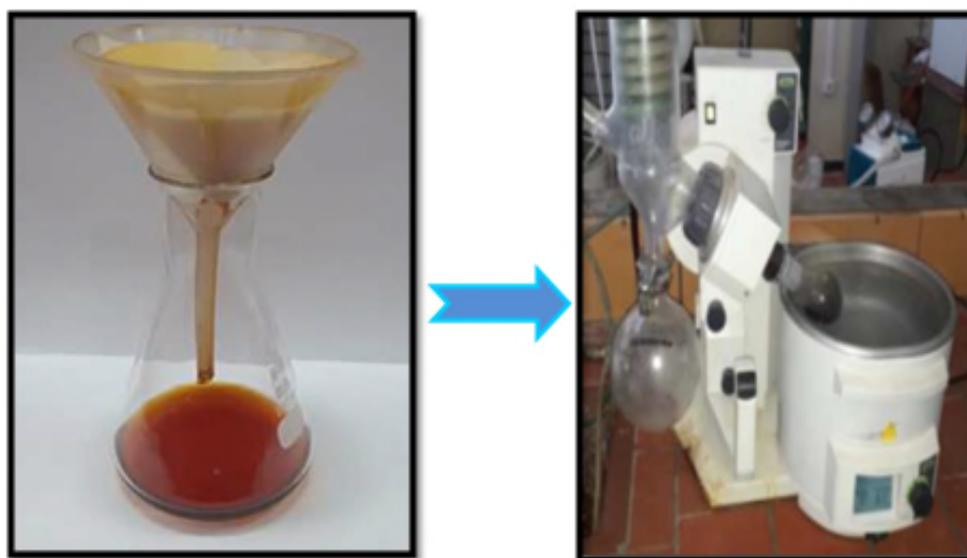
- a) Macération
- b) L'évaporation

**a) Macération**

La macération est une opération qui consiste à la laisser la poudre du matériel végétal (propolis) en contact prolongé avec un solvant pour en extraire les principes actifs. C'est une extraction qui se fait à température ambiante. 14,7g de la poudre de la propolis a été effectuée à température ambiante pendant 72h dans 50 ml d'éthanol sous agitation continue

**b) Évaporation**

L'extrait éthanolique ou le macérât a été filtré par le papier wattman 01 et il a une solution Bordeaux, Ensuite, cette solution a été concentré à 78°C dans un évaporateur rotatif de type Rotavapor ®-215.



**Figure I.7 :** La filtration et l'évaporation d'EEP.

**I.2.3. Rendement d'extraction [67]**

Le rendement d'extraction a été calculé par le rapport entre le poids de l'extrait après l'évaporation du solvant (g) et le poids de la prise d'essai (g) en poudre. Il est exprimé en pourcentage selon la formule suivante :

$$\text{Rendement d'extraction (\%)} = \frac{P_f}{P^o} \times 100$$

Où :  $P_f$  : poids de l'extrait après l'évaporation du solvant (g)

$P^o$  : poids de la prise d'essai (g)

**I.2.4. Spectroscopie infrarouge à transformation de Fourier (IRTF) [68]**

La spectroscopie infrarouge est une technique d'analyse utilisée pour l'identification des groupements fonctionnels qui apparaissent sous forme de bande d'absorption.

Le spectre infrarouge IR est étudié dans une gamme de fréquence allant de 4000 à 400  $\text{cm}^{-1}$  les bandes les plus caractéristiques se distinguent dans trois régions différentes :

- ❖ 4000  $\text{cm}^{-1}$  à 1500  $\text{cm}^{-1}$  : contient les bandes d'allongement correspondant au principal groupement OH, CO,  $\text{NH}_2$  etc.
- ❖ 1500  $\text{cm}^{-1}$  à 600  $\text{cm}^{-1}$  : c'est une région complexe appelé empreinte digitale du composé dans laquelle se situe de nombreuses vibrations de déformation ainsi que des bandes d'allongement des liaisons CO tel que les esters, les éthers et alcools.
- ❖ 1000  $\text{cm}^{-1}$  à 600  $\text{cm}^{-1}$  : c'est une zone très utilisée pour la détermination des structures éthylique et aromatique.

Dans cette présente étude le spectre IR de la poudre de propolis a été enregistré sur un spectrophotomètre de type SHIMADZU FT-IR-8400, piloté par un ordinateur muni d'un logiciel de traitement avec une résolution de 4cm dans la région 400  $\text{cm}^{-1}$  à 4000 $\text{cm}^{-1}$ . L'analyse de la poudre de propolis est réalisée sur des mélanges de cette dernière et de KBr sous forme de pastilles de proportion 0,02 et 0,08 mg respectivement, préparées sous une pression de l'ordre de 90 KN.

Cette analyse est réalisée au niveau de laboratoire de recherche de Génie Physique l'université Ibn Khaldoun Tiaret.

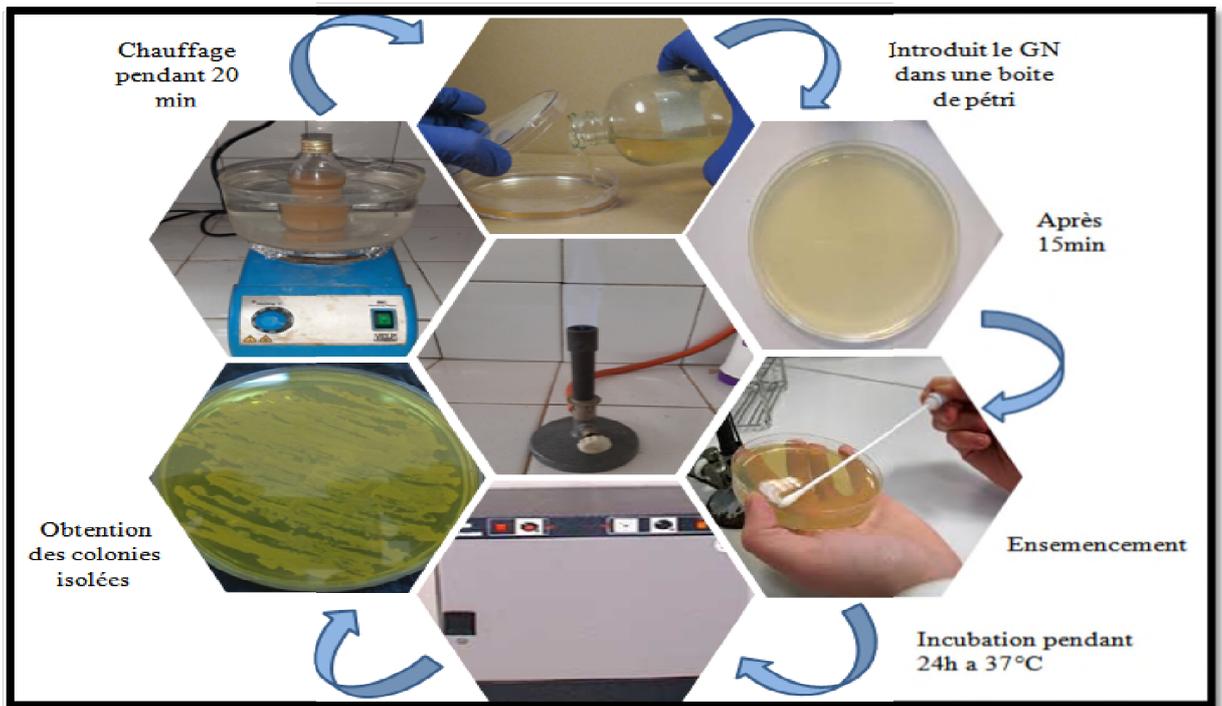
**I.2.5. Activité antibactérienne :****❖ Milieux de culture**

Le choix d'un milieu de culture dépend des espèces à cultiver et l'objectif de l'étude à réaliser, pour cela nous avons utilisé :

- Milieu Bouillon Mueller Hinton (liquide)
- Milieu Gélose Mueller Hinton (solide)
- Milieu Gélose Nutritive (solide)

## ❖ Repiquage des souches bactériennes [69]

Les différentes souches bactériennes ont été repiquées par la méthode des stries, puis incubées à l'étuve à 37°C pendant 24 heures afin d'obtenir une culture jeune et des colonies isolées (des cellules bactériennes à leur phase exponentielle de croissance). Les colonies isolées ont servi à préparer l'inoculum.



**Figure I.8 :** Représentation des différentes étapes de la réactivation des souches bactériennes.

## ❖ Préparation de l'inoculum [70]

- Prélever quelques colonies des germes étudiés (*S. aureus* et *P. aeruginosa*) à partir d'une culture pure de 18h sur milieu d'isolement.
- Émulsionner les colonies dans un tube contenant 5 à 10ml d'eau physiologique stérile à 0,9%.
- Homogénéiser bien la suspension bactérienne, son opacité doit être équivalente à 0.5 Mc Farland ( $10^7$  UFC/ml) ou à une D.O de 0.08 à 0.10 à 625nm.
- L'inoculum peut être ajusté en ajoutant, soit de la culture s'il est trop faible, ou physiologie stérile s'il est trop fort.

L'ensemencement doit se faire dans les 15mn qui suivent la préparation de l'inoculum.

### I.2.5.1. Test d'inhibition par la technique de diffusion en milieu solide

#### I.2.5.1.1. Ensemencement

- Tremper un écouvillon stérile dans la suspension.
- L'essorer en le pressant fermement (en le tournant) sur la paroi interne du tube, afin de le décharger au maximum.
- Frotter l'écouvillon sur la totalité de la surface gélose sèche, de haut en bas en stries serrées.
- Répéter l'opération deux fois, en tournant la boîte de 60°C à chaque fois sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même. Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose.

#### I.2.5.1.2. Technique

La gélose (10ml) coulée en boîtes de pétri de 45mm de diamètre sur une épaisseur de 2mm, estensemencée par écouvillonnage de la surface par la suspension bactérienne avec une densité de  $10^7$  UFC/ml. Les boîtes sont ensuite mises à sécher pendant 15 minutes à température ambiante. Puis nous avons déposé deux fils de sutures (FS1 et FS2) chaque un est de longueur de 3cm, telque :

- FS1 : fil suture seulement (couleur bleu)
- FS2 : fil suture imprégné dans l'EEP après un séchage à l'air libre (couleur marron)

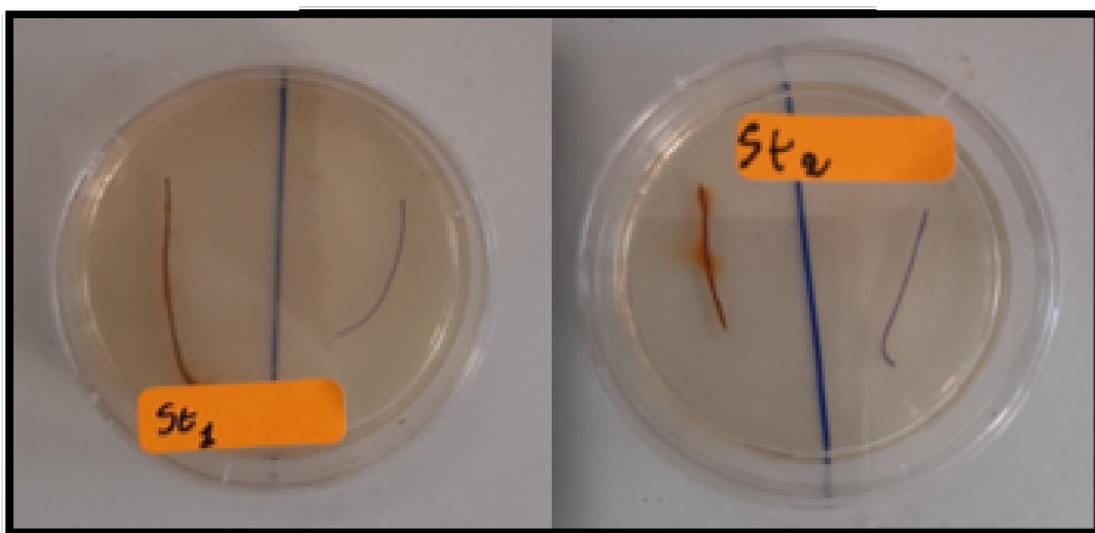


Figure I.9 : la diffusion sur solide avant incubation

#### ➤ Incubation

Les boîtes de pétri de *S.aureus* et *P.aeruginosa* sont placées en position plats dans un incubateur réglé à une température de 37°C pendant 24 heures.

### ➤ Lecture

L'action de la propolis se manifeste par la formation d'une auréole d'inhibition autour du fils.

### I.2.5.1. Test de libération par la technique de diffusion en milieu liquide

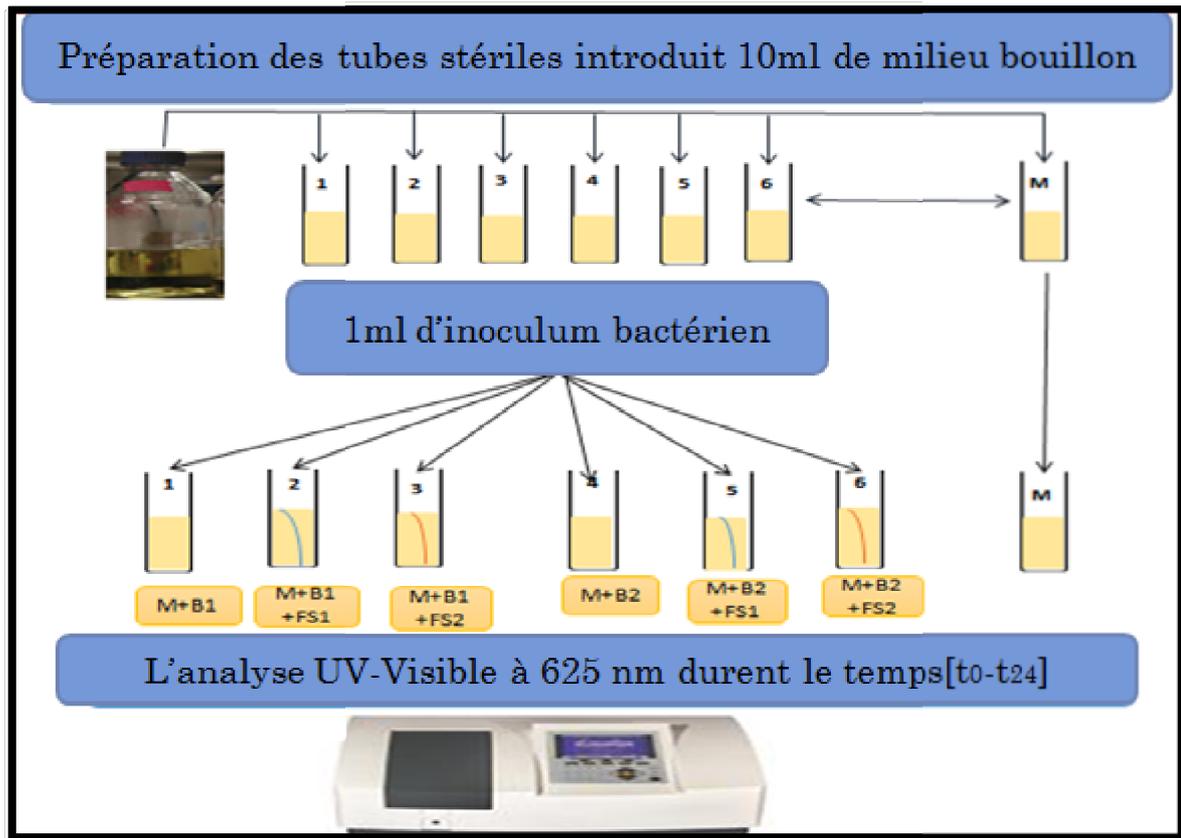
#### a) Principe

Nous avons déterminé l'effet antibactérien d'extrait de propolis, par l'estimation de l'absorbance de milieu. Le principe de ce test est de mesurer l'absorbance avant et après un contact avec les bactéries.

L'absorbance à 625 nm du milieu est mesurée en comparaison avec des suspensions de fil de suture seul et fil de suture imprégné de la même façon sans contact avec les bactéries.

#### b) Protocol expérimentale

- Le principe de ce test est de mesurer l'absorbance de produit (fils de suture seul et avec la propolis) après un contact avec les bactéries [ $t_0$ - $t_{24}$ ].
- Dans deux séries de tubes à essai introduit 10 ml de Milieu Bouillon Mueller Hinton préalablement liquéfié.
- On additionne fils de suture seul (tube 2 et 5) **Figure I.10**, autre imprégné dans l'EEP (tube 3 et 6) **Figure I.10**
- 1 mL d'un inoculum de la souche *S. aureus* et *P. aeruginosa*, de densité équivalente au standard 0,5 de Mac Farland ( $10^7$  UFC/ml), sont déposés dans chacun des tubes de la gamme, lesquels sont ensuite placés à 37°C, pendant 24 heures. Un témoin contenant le milieu de culture Bouillon Mueller Hinton (tub M), est on mesurer l'absorbance durant le temps.



**Figure I.10** : Test de libération par la technique de diffusion en milieu liquide.

telque :

M : Milieu MH (liquide)

B1 : *S. aureus* et

B2 : *P. aeruginosa*

FS1 : fil suture seulement (couleur bleu)

FS2 : fil suture imprégné dans l'EEP après un séchage à l'air libre (couleur marron)

*Chapitre II*  
*Résultats et*  
*discussions*

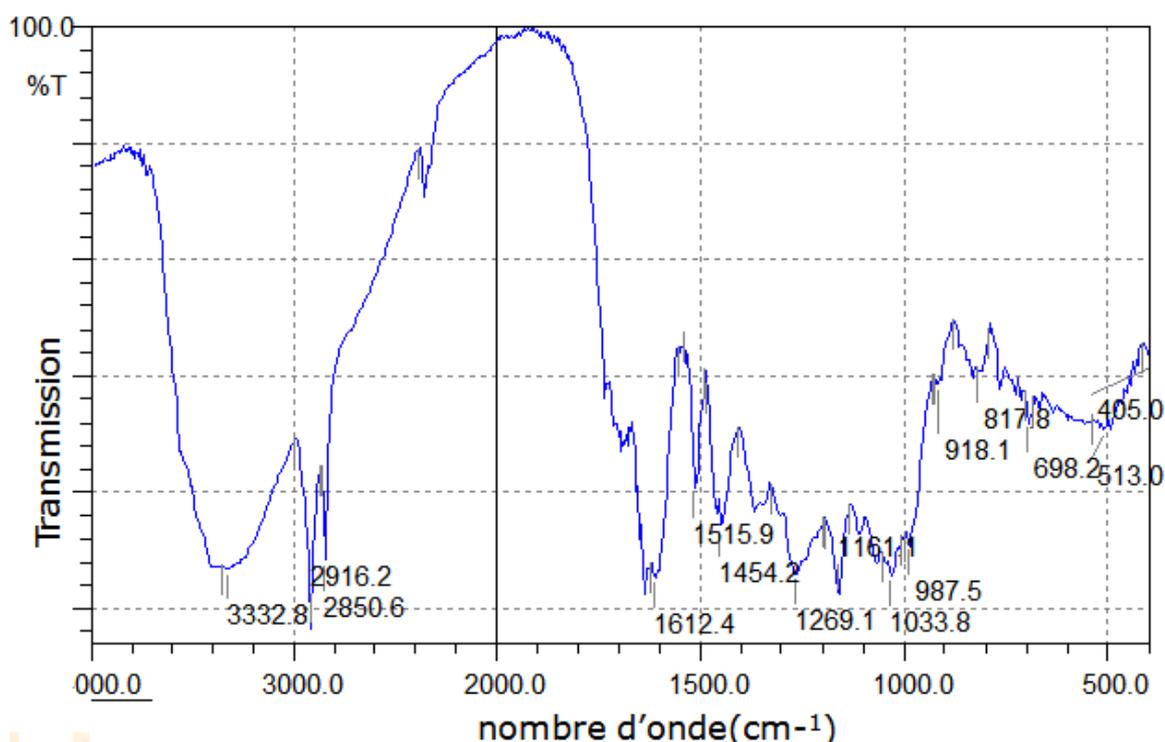
## II Résultats et discussions

### II.1. Rendement d'extraction

Le rendement d'extraction propolis est calculé selon l'équation de Stanojevic. Il représente 40.34% (5.93 g d'extrait sec par 14.7 g de matière végétal).

### II.2. Techniques de caractérisation

#### II.2.1. Analyse spectrométrique à transformation de Fourier IR



**Figure II.11** : Spectres IR-TF de la propolis brute.

- Une large bande d'absorption située aux alentours de 3332cm<sup>-1</sup> et qui est attribuée aux vibrations d'élongations des groupements OH d'alcool (phénol).
- Deux pics situés à 2916cm<sup>-1</sup> et à 2850cm<sup>-1</sup> attribués respectivement aux vibrations d'élongations de la liaison C-H.
- Un pic situé à 1612cm<sup>-1</sup> qui correspond aux vibrations d'élongations de la liaison C=C des alcènes.
- Deux pics situés à 1612 cm-1 et à 1454cm-1 qui correspond aux vibrations d'élongations de la liaison C=C des aromatiques.

-Deux pics situés aux alentours de 1515  $\text{cm}^{-1}$  attribués aux groupements nitro-aromatiques C-NO<sub>2</sub>.

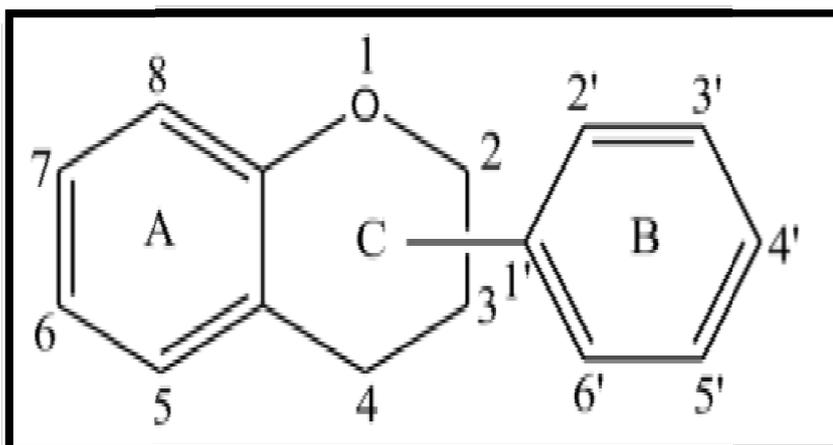
-Deux bandes d'absorptions situées aux alentours de 1161 et de 1269  $\text{cm}^{-1}$  attribuée aux vibrations d'élongations des groupements C-O des acides et des esters présents dans la propolis.

-Un pic situé à 1033  $\text{cm}^{-1}$  qui correspond aux vibrations d'élongations de la liaison C-O (éther).

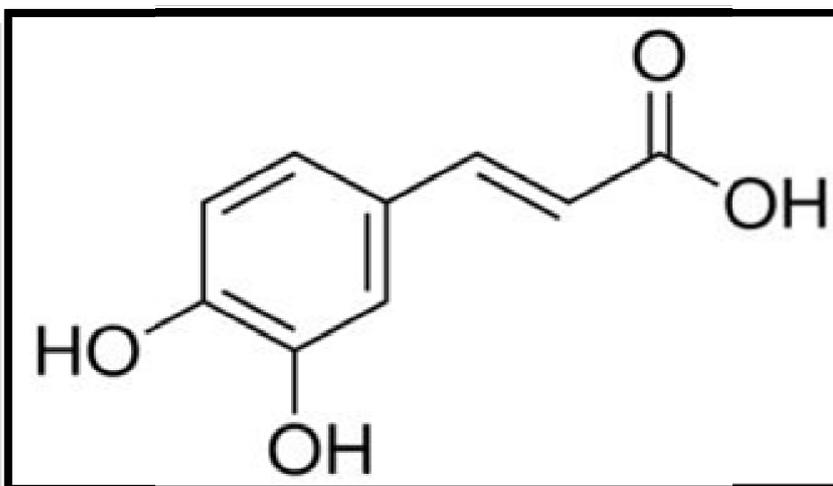
-Une bande d'absorption située à 818  $\text{cm}^{-1}$  pourrait être due à la vibration de l'anneau aromatique.

-Un pic intense à 698  $\text{cm}^{-1}$  correspondants aux vibrations de déformations des groupements C-H.

D'après l'interprétation du spectre FTIR de la propolis brut on peut dire qu'il y a des polyphénols tels que des flavonoïdes et des acides



**Figure II.12 :** Structure de base des flavonoïdes [71]



**Figure II.13:** formule chimique de l'acide Caféique [72]

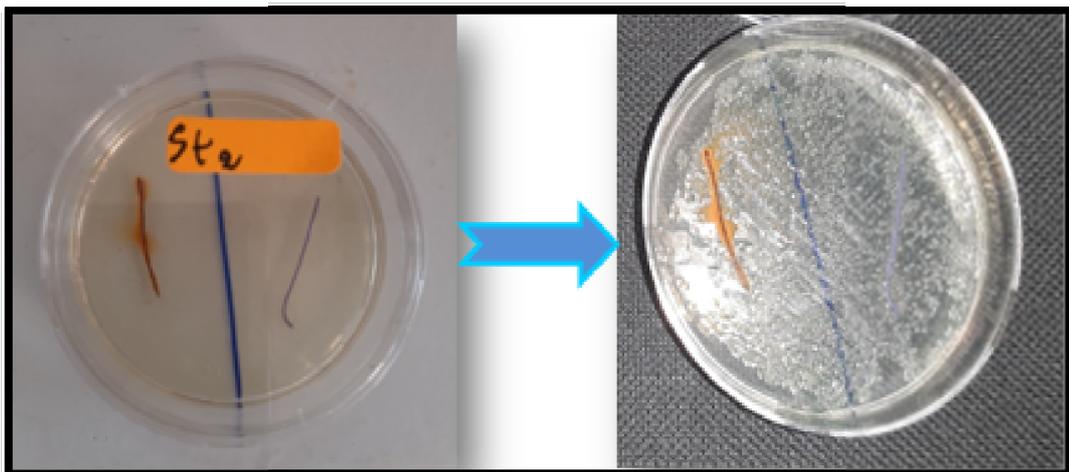
### II.3. Activités antibactériennes

#### II.3.1. Test d'inhibition par la technique de diffusion en milieu solide

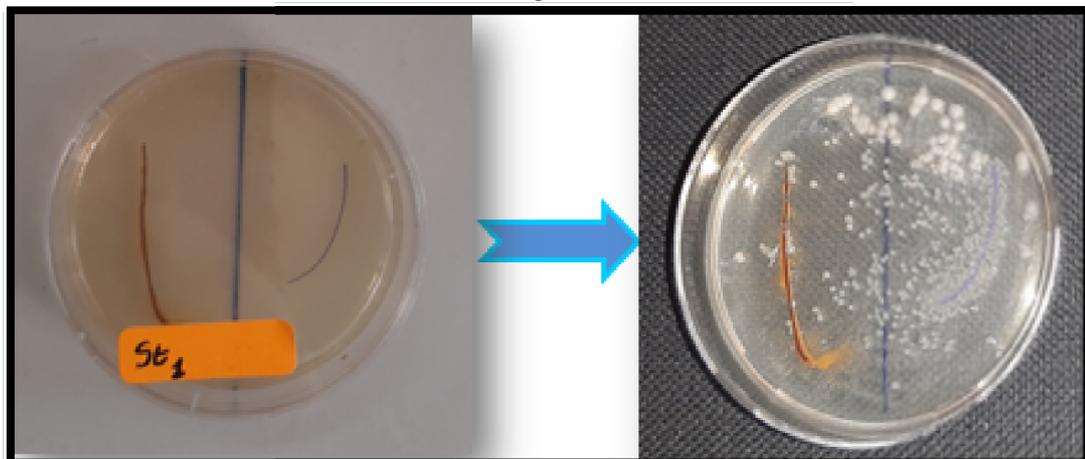
Dans cette partie de notre étude le fil de suture imprégné d'EEP a été testés pour leurs activités antibactériennes sur *P. aerugenosa* et *S.aureus*.

Le fil de suture imprégné d'EEP a montré une activité inhibitrice vis-à-vis *P. aerugenosa* et *S.aureus* à des degrés différents.

La prolifération des bactéries autour du fil de suture est beaucoup moins important dane le milieu MH vis-à-vis *S.aureus* que dans le milieuensemencé par *P. aerugenosa* ce qui nous laisse à dire que le fil de suture imprégné d'EEP a un effet inhibiteur sur *S.aureus* en comparent *P. aerugenosa* .Par contre le fil de suture seul n'a aucune effet. Figure II.14 et Figure II.15



**Figure II.14 :** l'activité antibactérienne du fil suture imprégné d'EEP vis-à-vis la souche *P.aerugenosa*



**Figure II.15 :** l'activité antibactérienne du fil suture imprégné d'EEP vis-à-vis la souche *S.aureus*.

II.3.2 Test de libération

Le principe de ce test est de mesurer l'absorbance de produit (fils de suture seul et avec la propolis) après un contact avec les bactéries [t<sub>0</sub>-t<sub>24</sub>].

La libération et fixation de produit sur les bactéries est estimée par comparaison de leur absorbance à 625 nm.

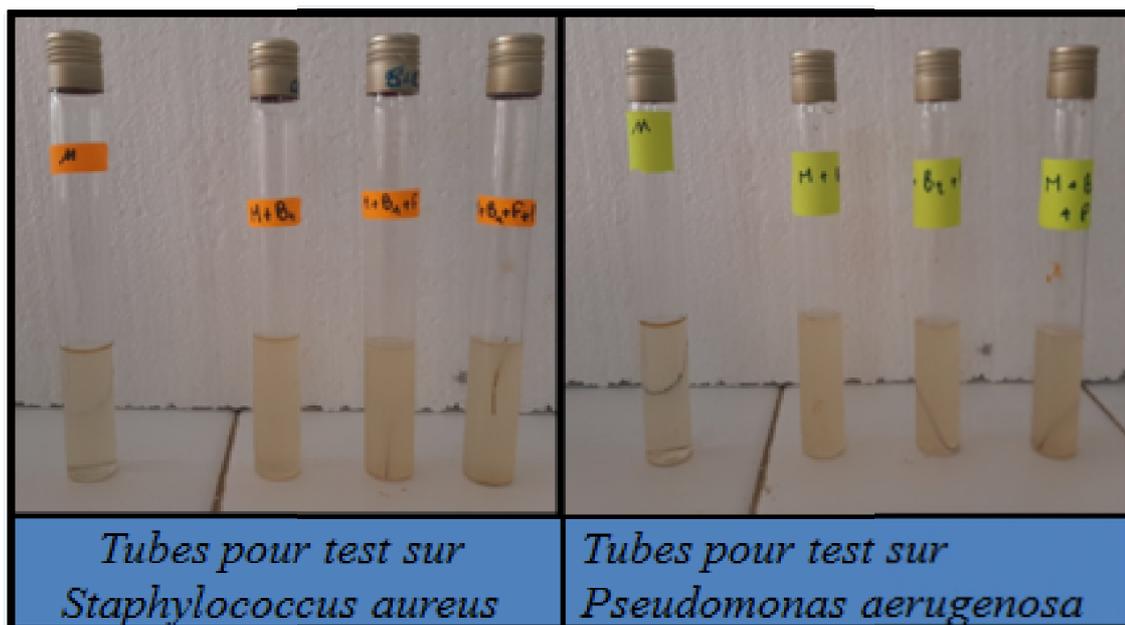


Figure II.16: test de libération milieu liquide.

Les tableaux (I et II) montrent des différences dans l'absorbance avant et après un contact avec les bactéries [t<sub>0</sub>-t<sub>24</sub>].

Tableau II.1: l'absorbance de *S. aureus* dans UV visible à 625nm.

Temps (Min)	Abs (M) (Nm)	Abs (M+B1) (Nm)	Abs (M+B1+F) (Nm)	Abs (M+B1+F+P) (Nm)
0	0.033±0.001	0.06±0.0005	0.07±0.0005	0.047±0.001
30	0.033±0.001	0.037±0.001	0.02±0.0005	0.04±0.0005
45	0.033±0.001	0.085±0.004	0.09±0.001	0.10±0.001
60	0.033±0.001	0.042±0.0005	0.04±0.001	0.04±0.0005
90	0.033±0.001	0.1±0.003	0.07±0.001	0.06±0.001
1110	0.033±0.001	0.774±0.002	0.89±0.002	0.89±0.003
1440	0.033±0.001	0.93±0.003	0.91±0.001	0.85±0.004

Tableau II.2 : l'absorbance de *P. aeruginosa* dans UV visible à 625nm.

Temps (Min)	Abs (M) (Nm)	Abs (M+B2) (Nm)	Abs (M+B2+F) (Nm)	Abs (M+B2+F+P) (Nm)
0	0.03±0.001	0.04±0.0005	0.05±0	0.05±0.001
30	0.03±0.001	0.05±0.003	0.04±0.001	0.05±0.001
45	0.03±0.001	0.06±0.001	0.07±0.001	0.09±0.001
60	0.03±0.001	0.06±0.0005	0.07±0.001	0.07±0.005
90	0.03±0.001	0.11±0.002	0.12±0.004	0.10±0.006
1110	0.03±0.001	0.85±0.004	0.91 ±0.001	0.93±0.003
1440	0.03±0.001	0.85±0.005	0.9±0	0.94±0.005

Tel que :

M : Milieu de culture liquide « Muller »

B<sub>1</sub> : *S. aureus*

B<sub>2</sub> : *P. aeruginosa*

F : fil suture.

P : extrait de la propolis.

### II.3.2.1. Résulta de Test de libération

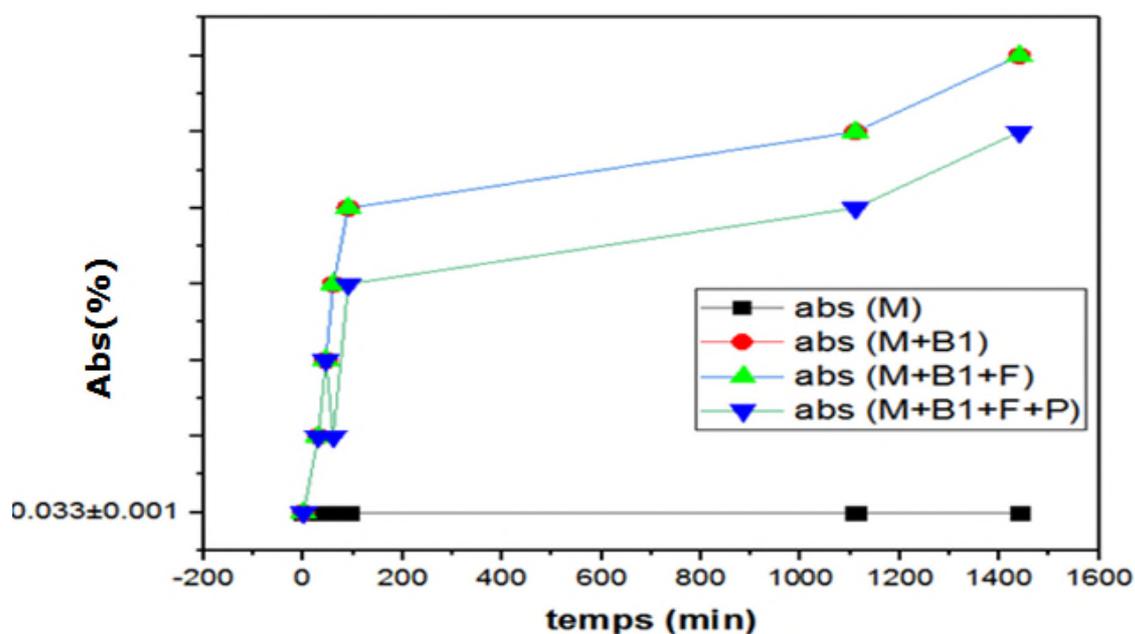


Figure II.17 : courbe de croissance de souche *S. aureus*

D'après les courbes de croissance de la souche *S. aureus* (B1) (Figure II.17)

- Pour le milieu de culture (courbe M) on a suivi l'absorbance pendant 24h aucun changement n'a été notée, donc notre milieu n'est pas contaminé  $A^{\circ}=0.033=cst.$
- Pour la courbe (M+B1) on note l'absorbance augment avec le temps ce qui prouve y'a que la souche *S. aureus* est adapté au milieu utilisé.
- La courbe (M+B1) est superposable sur la courbe (M+B1+F) ce qui montre que le fil de suture seul n'a aucun effet inhibiteur.
- Pour la courbe (M+B1+F+P) L'absorbance a diminué par rapport au les courbes (M+B1) et (M+B1+F) donc on peut dire que le fil de suture imprégné d'EEP inhibé la croissance de la *S. aureus* (à  $t=24$   $A^{\circ}_{M+B1}=0.93$ ,  $A^{\circ}_{M+B1+F+P}=0.85$ ).

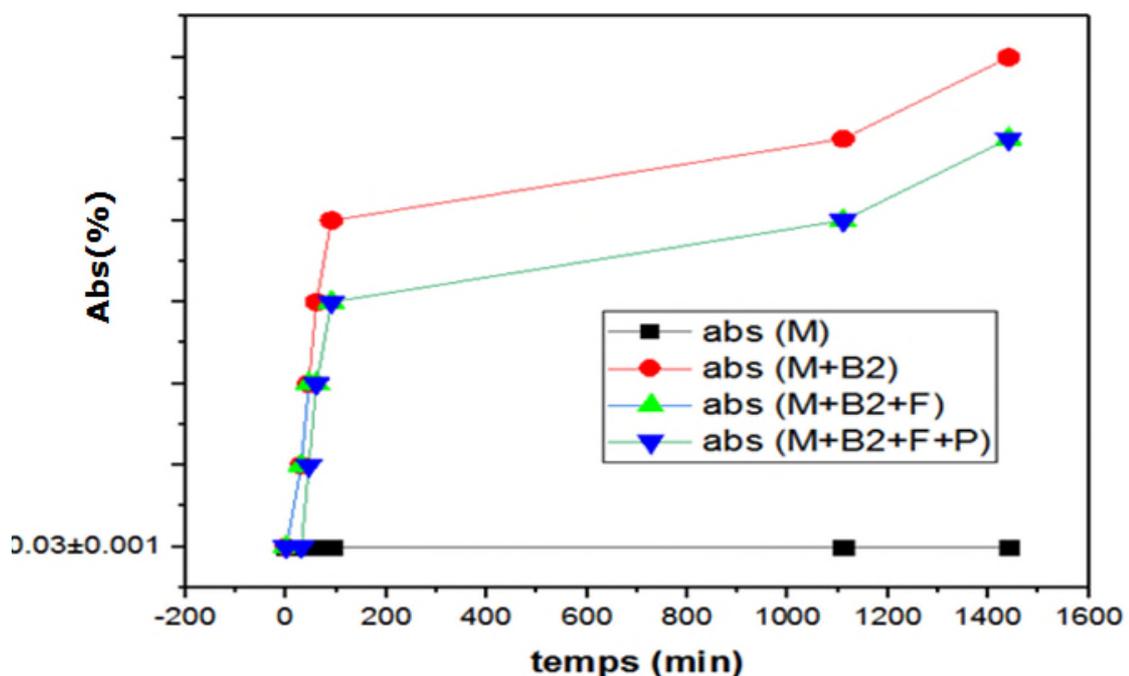


Figure II.18: courbe de croissance de souche *P. aeruginosa*

D'après les courbes de croissance de la souche *P. aeruginosa* (B2) Figure II.18

- Pour le milieu de culture (courbe M) on a suivi l'absorbance pendant 24h aucun changement n'a été notée, donc notre milieu n'est pas contaminé  $A^{\circ}=0.033=cst.$
- Pour la courbe (M+B2) on note l'absorbance augment avec le temps ce qui prouve y'a que la souche *P. aeruginosa* est adapté au milieu utilisé.
- La courbe (M+B2+ F+P) est superposable sur la courbe (M+B2+F) ce qui montre que le fil de suture seul n'a aucun effet inhibiteur.

- Pour la courbe (M+B2+F+P) l'absorbance a diminué légèrement par rapport à l'absorbance de (M+B2) donc on peut dire que le fil de suture imprégné d'EEP présente une activité inférieure par rapport de la *S. aureus* Figure II.17

Le principe du test est de mesurer l'absorbance de produit après un contact avec les bactéries [t<sub>0</sub>-t<sub>24</sub>]. Les résultats obtenus montrent une diminution de l'absorbance de produit et de leurs constituants après leur contact avec les bactéries. Ceci peut s'expliquer par une diminution de la concentration de ces molécules dans le milieu après incubation en présence de bactéries.

En conclusion, cette étude a permis :

- La mise en évidence d'une fixation de produit et de leurs constituants sur les bactéries
- L'adaptation d'une méthode permettant de suivre la libération du contenu cellulaire en parallèle avec la mortalité des bactéries.

De montrer que le produit exerce leur activité antibactérienne principalement grâce à leurs constituants.

### Discussion générale

Dans cette partie de notre étude de l'effet de fil de suture imprégnée d'extrait éthanolique de propolis a été testé pour leur activité antibactérienne sur *Pseudomonas aeruginosa* et *S. aureus*. L'extrait a montré une activité inhibitrice sur les deux microorganismes mais à des degrés différents.

*Pseudomonas aeruginosa* est certainement l'espèce la plus fréquemment rencontrée en pathologie infectieuse. Elle se place parmi les agents étiologiques majeurs impliqués dans les infections nosocomiales. Une enquête multicentrique menée aux États-Unis par le centre national des infections nosocomiales indiquait qu'entre 1990 et 1992, *P.aeruginosa* était le deuxième bacille à Gram négatif et le cinquième agent pathogène en fréquence [73]. Les résistances acquises sont très fréquentes chez *P. aeruginosa* et touchent les trois principales familles d'antibiotiques utilisées contre cette bactérie : bêtalactamines, aminoglycosides et fluoroquinolones [74]. Les résistances sont parfois associées pour une même souche [75]. Elle est une cause majeure de mortalité chez les grands brûlés [76]. Dans ce dernier cas en particulier, la propolis serait d'un grand secours, car en plus de son effet antibactérien et

antioxydant, c'est un outil de choix dans la cicatrisation des plaies. De plus le risque majeur chez les grands brûlés est la septicémie qui intervient dans un tiers des cas ; même sous traitement, causant ainsi une mortalité élevée (75% environ)

L'activité bactéricide de la propolis et/ou de ses constituants est la plus largement documentée. Cette activité à large spectre a été démontrée sur des bactéries Gram+ et Gram- (de type anaérobie et aérobie) mais avec une plus grande efficacité sur les souches Gram+.

La propolis est constituée de 50 à 55 % de résines et baumes, de 30 % de cires et acides gras, de 10 % d'huiles essentielles, de 5 % de pollen et de 5 % de substances organiques et minérales. [77,78]

Toutes sortes de propolis provenant d'un assemblage complexe de végétaux plus ou moins bien identifiés présents dans la zone géographique au moment de la récolte.

Les différentes études mécanistiques suggèrent que la propolis et/ou ses composés pourraient inhiber la croissance bactérienne par blocage de la division cellulaire, par une désorganisation du cytoplasme, par une inhibition de la synthèse protéique ou par une inhibition du processus d'adhésion. [79,80]

Certaines études ont montré que des souches résistantes, voire multirésistantes aux antibiotiques, étaient sensibles à la propolis. [81]

Il a également été montré que la propolis, lorsqu'elle est prise en association avec certains antibiotiques, augmente leur efficacité (streptomycine, ampicilline, gentamycine, cloxacilline...). [82,83]

Les propriétés de la propolis peuvent s'expliquer par le mode d'action de certains de ses Constituants. Une étude de 2000

Portant sur des propolis européennes compare la composition et l'activité de trois propolis: allemande, autrichienne et française. En ce qui concerne la propolis française, celle-ci est principalement constituée de caféate de benzyle, de pinocembrine et d'acide trans-p-coumarique. L'activité antibiotique a été étudiée sur *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*. Ces pathogènes sont sensibles à la propolis française, mais les propolis allemande et autrichienne sont plus efficaces de part leur composition en pinocembrine, galangine, acide caféique et acide férulique qui sont à l'origine de l'effet antibactérien. [84]

*Conclusion  
Générale*

## Conclusion Générale

---

### Conclusion générale :

La propolis est un produit qui s'obtient par extraction alcoolique. D'un point de vue quantitatif, sa composition varie en fonction de la localisation de l'essaim et de la saison. Ainsi, de nombreuses molécules sont identifiées, dont certaines sont déjà connues pour leurs propriétés thérapeutiques. La propolis est connue pour son activité antibiotique. De nombreuses études le démontrent. Cette étude a permis d'observer les molécules majoritairement présentes dans ces propolis (FTIR) et qui pourraient être à l'origine de l'activité antibactérienne.

*Référence*  
*Bibliographie*

## Référence Bibliographique

---

- [1] : Typhain.P, Damien. T, Dominique. M, Evelyne.R, Batista.R, Antiseptiques et antibactériens locaux dans la prévention et le traitement des plaies, Revue Francophone de Cicatrisation. 2017. 1(2), 31-34.
- [2] : Donadieu Y, La propolis. Editions Dangles. 2008,90.
- [3]: Gregory. S.R, Piccolo. N, Piccolo.M. T, Piccolo.M. S, Hegggers.J.P, Comparison of propolis skin cream to silver sulfadiazine: a naturopathic alternative to antibiotics in treatment of minor burns, Journal Altern Complement Med, 2002,8(1),77-83.
- [4]: Shigenori.K, Hamasaka.T, Nakayama.T, Antioxidant activity of propolis of various geographic origins, Journal Food Chemistry, 2004, 84(3),329-339.
- [5] : Fleur.B, Apropos des ligatures et sutures chirurgicales, Moniteur Hospitalier,1990, 23 ,13-14.
- [6]: Blomstedt.B,Osterberg.B, Suture materials and wound infection, An experimental study, Acta.Chir.Scand,1978,144 (5),269-274.
- [7]: Ghisalberti.E.L, Propolis: a review, Bee World, 1979, 60, 59-84.
- [8]: Veiga.R, De Mendonça.S, Mendes.P, Paulino.N, Mimica.M, Lagareiro.N.A, Lira.I, López.B.C, Negrão.V, Marcucci.M ,Artepillin.C, Phenolic compounds responsible for antimicrobial and antioxidant activity of green propolis and baccharis dracunculifolia DC , Appl Microbiol, 2017, 122, 911–920.
- [9]: Sforsin. J.M, Propolis and the immune system: a review, Journal of Ethnopharmacology ,2007, 113 (1), 1-14.
- [10]: Mahmoud. L, Review Biological Activity of Bee Propolis in Health and Disease Asian Pacific, Journal of Cancer Prevention,2006,7, 23.
- [11]: Aosan.C, Abeilles: La propolis un cadeau polyvalent de la ruche, 2015, 168, 28-31.
- [12]: Bogdanov. S, Propolis: Composition, Health Medicine: A Review, Bee Product Science, 2017,6.
- [13] : Union Nationale de l'Apiculture Française, Apithérapie : les produits de la ruche pour le bien-être et la santé « Abeilles et fleurs », 2012,13.
- [14] : Alphantery.R, La route du miel – Le Grand Livre des Abeilles et de l'Apiculture, Paris,Nathan, 2002, 288.
- [15] : Darrigol.J.L, Le miel pour votre santé, St-Jean-de-Braye(France), Editions D'angles, 1979,140.
- [16] : Cousin.N, Les trésors de la ruche « Miel gelée royale and pollen », Paris, Editions du Club France loisirs avec l'autorisation des Editions *Rustica*, 2010, 143.
- [17] : Lavie.P, Lantibiotique de propolis, Edition Apimondia, Bucharest, France,1975,43.

## Référence Bibliographique

---

[18]: Krell.R, Value-Added products from beekeeping, FAO Agricultural services, Bulletin, 1996.

[19]:« [https://www.google.com/search?q=r%C3%A9colte+de+la+propolis+par+l+homme&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwit6eatsuvhAhURDxQKHT4UBcAQ\\_AUIDygC&biw=1024&bih=457#imgdii=4qimF5NIU\\_OFKM:&imgrc=\\_DnTT2RNjdvH4M](https://www.google.com/search?q=r%C3%A9colte+de+la+propolis+par+l+homme&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwit6eatsuvhAhURDxQKHT4UBcAQ_AUIDygC&biw=1024&bih=457#imgdii=4qimF5NIU_OFKM:&imgrc=_DnTT2RNjdvH4M) ».

[20]: Bonvehí.J, Gutiérrez. A, Antioxidant Activity and Total Phenolics of Propolis from the Basque, Country (Northeastern Spain), *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2011, 88, 1387–1395.

[21]: Ahn.M.R, Kumazawa.S, Usui.Y, Nakamura.J,Matsuka.M , Zhu.F, Nakayama.T, Antioxidant Activity and Constituents of Propolis Collected in Various Areas of China, *Journal Food Chemistry*, 2007,101, 1383–1392.

[22]: Popova.M, Bankova. V, Butovska. D, Petkov. V, Nikolova-Damyanova. B, Sabatini.A. G, Marcazzan. G. L, Bogdanov. S, Validated Methods for the Quantification of Biologically Active, Constituents of Poplartype Propolis, *Phytochemical Analysis*, 2004, 15, 235–240.

[23]: Ratajczak.I, Waskiewicz.A, Wozniak.M, Mrowczynska.L, Rogozinski.M, The role of seasonality on the chemical composition, antioxidant activity and cytotoxicity of polish propolis in human erythrocytes, *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 2019.

[24]: Drago.L, Mombelli.B.D.E, Vacchi.E, Fassina.M.C, Tocalli.L et Gismondo.M.R, In vitro antimicrobial activity of propolis dry extract, *Journal of Chemotherapy* ,2000,12(5),5-390.

[25]: Keskin. N,Selcuk canBaser.K et Mine Kurkc.U, Antibacterial and chemical composition of Turkish propolis, *Zeitschrift für Naturforschung*,2001, 56, 1112-1115.

[26] : Amigou.M, Les résidus de médicaments vétérinaires et des pesticides dans les produits apicoles, « Miel, Pollen, Gelée Royale et Propolis », 2016, 40.

[27]: Gabrys.J, Konecki.J, Krol.W, Scheller.S, Shani.J, Free amino acids in bee hive product (propolis) as identified and quantified gas-liquid chromatography *Pharmacol, Res. Commun*, 1986,18(6) ,513-518.

[28] : Apimondia - standing commission of apitherapy, *Traité d'Apithérapie, La médecine par les abeilles [cédérom]* v.1.01 PC-Mac Produit par Api-Ar International SA R Brussels. 2001 ISBN: 2- 9600270-0-0 65.

[29]: KRELL.R, Value – edded products from beekeeping, Food and agriculture organization of the United Nations Rone, 1996, chapitre5.

[30]: Tosi.E.A , Ciappini,M.C, Cazzolli.A.F, Tapiz.L.M , Physico chemical characteristics of propolis collected in Santa Fe (Argentina), 2006,41,110-120.

## Référence Bibliographie

---

- [31] : Eric.D, La propolis,Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie, Université De Nante, Faculté de pharmacie, 1984.
- [32] : <http://chateaudecyr.com/la-propolis/> (10/08/2018)
- [33] : **Krane.E et Walker.P, constituents of propolis,1987, 18(4),327-334.**
- [34] : Villanueva, France, 1969.
- [35] : Shibata, Japon 1960.
- [36]: Metzner Berlin 1978.
- [37]: Konig, Dustmann RFA 1986.
- [38] : Filipic, Likar et col Slovénie 1978
- [39] : Lebeda Nis 1976 – Essais de toxicité chronique de la propolis sur les rats blancs
- [40]: Alexandre cuvillier.2015.
- [41]: Marcucci.M.C, Propolis: chemical composition, Biological properties and therapeutic activity Apidologie, 1995,26(2) ,83-99.
- [42]: Farooqui.T.A.A.F, Molecular Mechanism Underlying the Therapeutic Activities of Propolis: A Critical Review « Curr Nutr Amp Food Sci », 2010,6(3),99-186.
- [43]: Scazzocchio.F, D'Auria.F.D, Alessandrini.D, Pantanella.F , Multifactorial aspects of antimicrobial activity of propolis Microbiol Res, 2006,161(4),33-327.
- [44]: Kwakman.P.H.S, Velde A.A, Boer.L, Speijer .D, Vandenbroucke-Grauls CMJE, J Zaat SA.J How honey kills bacteria. FASEB, 2010,24(7) ,257-682.
- [45]: Ramos.A.F.N, Miranda.J.L, Propolis: a review of its anti-inflammatory and healing actions, J Venom Anim Toxins Trop Dis, 2007,13(4) ,697-710.
- [46]: Almeida.E.C de, Menezes.H, Anti-inflammatory activity of propolis extracts: a review, J Venom Anim Toxins,2002,8(2),191-212.
- [47]: Almas.K, Mahmoud.A et Dahlan.A,a comparative study of propolis and saline application on human dentin , A SEM study, Indian , Journale Dent Res, 2001,12(1),21-27.
- [48] : Arvouet-grand.A,Lejeune.B , Bastide.P et coll, Extrait de propolis ,II : étude de la cicatrisation de plaies chez le lapin et chez le rat.Journal Pharm Belg, 1993,48(3) ,171-178.
- [49]: Ahn.M.R , Kunimasa.K, Ohta.T et coll, Suppression of tumor- induced angiogenesis by Brazilian propolis : major component artepillin C inhibits in vitro tube formation and endothelial cell proliferation, Cancer Lett,2007, 252(2),235-243.
- [50]: Bankova.V.S, de Castro.S.L et Marcucci.M.C, Propolis : recent advances in chemistry and plant origin, 2000, 31,3-15.

## Référence Bibliographie

---

- [51]: Jdaragic-Ibricevic.H, The effects of propolis on the reparative processes of the pulp and histological analysis of the pulp 28 days after artificial exposure and covering with propolis, *Stomatol vjesn*, 1983,12(3/4) ,111-114.
- [52] : Blanc.M, Propriétés et usage medical de produits de La ruche, thèse : Doctorant pharmacie, université de Limoges,2010.
- [53] : Biri.M, le grand livre des abeilles cours d'apiculture moderne Renna Veto, Ed De Vecchi.S.A,Paris, 2002.
- [54] : Lejeune.B, Pourrat.A,et Dehmouche.H, Propolis utilisation en dérmocosmetologie. *Parfums, Cosmétiques, Aromes*, 1988,73-77.
- [55]: Neumann.D, Gotze.G, Binus.W, Clinical study of the testing of the inhibition of plaque and gingivitis by propolis,*Stomatologie der DDR*,1986, 677-681.
- [56]: Mizuno.M, linuma.M, Kato.H, Useful ingredients and biological activity of propolis, *Journale Fragrance*, 1986,15(2) ,20-28.
- [57] : Mérens.A, Jault.P, Bargues.L et Cavallo.J.D, Infections à *Pseudomonas aeruginosa*, *Maladies infectieuses*, 2013,30(1) ,1-18.
- [58] : Roy-Burman.A, Savel.R.H, Racine.S, Swanson.B.L, Revadigar.N.S, Fujimoto.J et al, *Journale Infect Dis*, 2001, 183,1767-1774.
- [59]: Sadikot.R.T, Blackwell.T.S, Christman.J.W, Prince.A.S, *Am Journale Respir Crit Care Med*, 2005, 171,1209-1223.
- [60]: Körber.A, Schmid.E.N, Buer.J, Klode.J, Schadendorf.D, Dissemmond.J, Bacterial colonization of chronic leg ulcers, current results compared with data 5 years ago in a specialized dermatology department, *Journale Eur Acad Dermatol Venereol* , 2010, 24, 1017-1025.
- [61] : Thaler.F, Rohan.J.E, Loirat.P, *Méd Mal Infect*, 1998, 28,167-174.
- [62]: Wattam.A.R, Abraham.D, Dalay.O, Disz.T.L, Driscoll.T, Gabbard.J.L, Gillespie.J.J, Gough.R, Hix.D, Kenyon.R et al, *Patric*, the bacterial bioinformatics database and analysis resource, *Nucleic Acids Res*, 2014,42,581–591.
- [63]: Easmon.C.S.F, Adlam.C, *Staphylococci and staphylococcal infections*, Vols 1 and 2, Academic Press, London, 1983.
- [64]: Le Loir.Y, Baron.F, Gautier.M, *Staphylococcus aureus and food poisoning*, *Genetics and Molecular Research: GMR*, 2003, 2(1), 63-76.
- [65] : Flandrois.J.P, *Bactériologie Médicale*, Coll Azay, Puf, 2000.
- [66]: Owen.P.L et Johns.T , Xanthine oxidase inhibitory activity of northeastern North American plant remedies used for gout, *Journal of Ethnopharmacology*, 1999 ,64,149-160.

## Référence Bibliographie

---

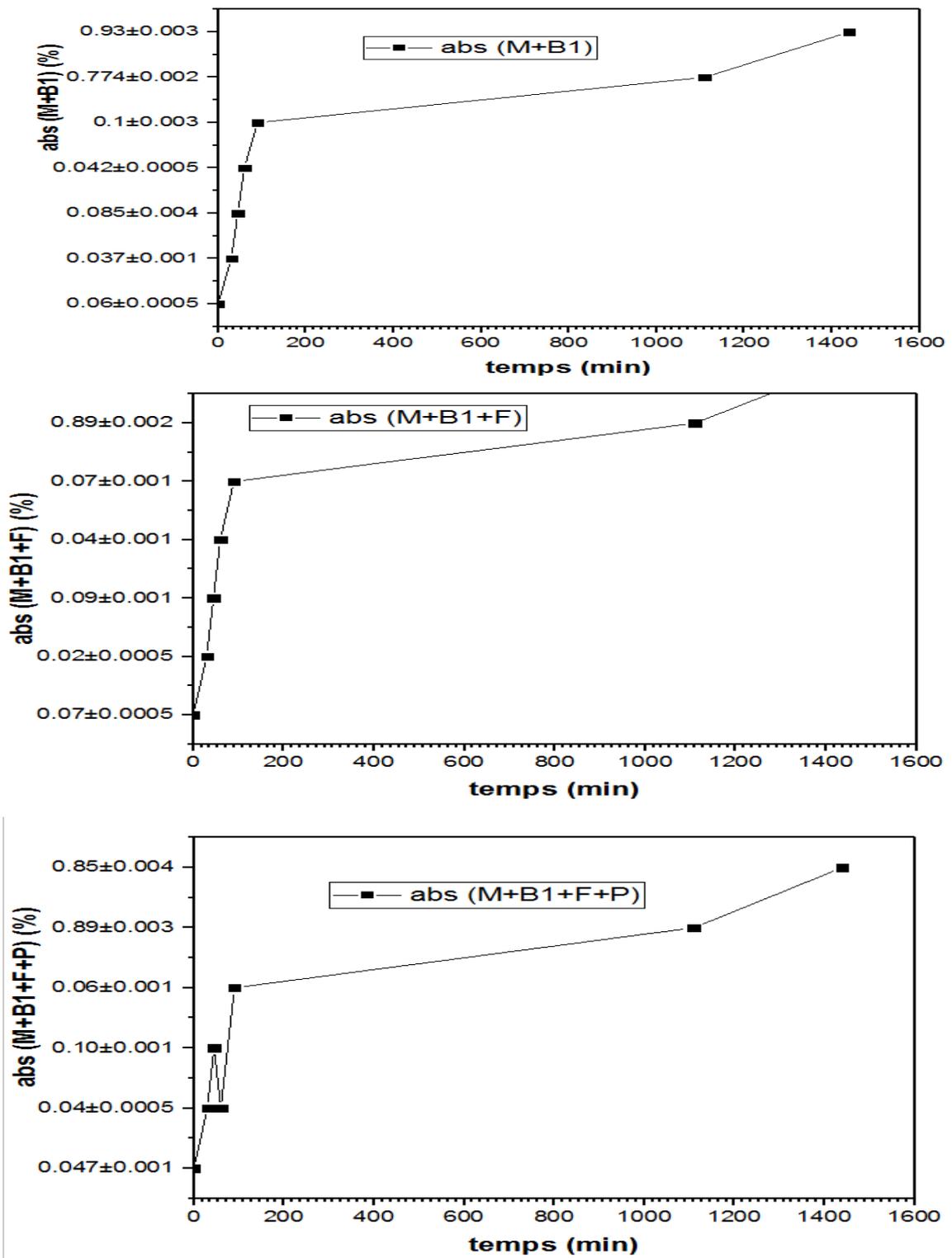
- [67]: Stanojević.L, Stanojević.M, Nikolić.V, Nikolić.L, Ristić.D, Čanadanovic-Brunet.J , and Tumbas.V, Antioxidant Activity and Total Phenolic and Flavonoid Contents of Hieracium pilosella L, *Journal Extracts Sensors*, 2009, 9, 5702-5714.
- [69]: Guiraud, *Microbiologie alimentaire. Techniques d'analyse microbiologiques*, Ed, Dunod. 1998.
- [70]: Bendahou.M, Nenyouchef.M, Benkhada.D, Elissa Costa.J, Influence of the processes extraction on essential oil of *Origanum glandulosum* , *Journal of Applied Sciences*, 2007, 8, 1152-1157.
- [71] : (Di Carlo *et al.*, 1999).
- [72] : <http://www.mpbio.com> (5/8/2018)
- [73] : Emori et Gaynes, 1993.
- [74] : Carpentier et al, 2003.
- [75] : Cavallo et al, 2001.
- [76] : Berche et al, 1988.
- [77]: Marcucci.M.C, Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity, 1995, 26, 83–99.
- [78]: Viuda-Martos.M, Ruiz-Navajas.Y, Fernandez-Lopez.J, et al, Functional properties of honey, propolis, and royal jelly, *Journal Food Sci*, 2008, 73, 24–117.
- [79]: Scazzocchio.F, D'Auria.F.D, Alessandrini.D, et al, Multifactorial aspects of antimicrobial activity of propolis. *Microbiol Res*, 2006, 161, 33–327.
- [80]: Farooqui.T, Farooqui.A, Molecular mechanism underlying the therapeutic activities of propolis: a critical review, *Curr Nutr Food Sci*, 2010, 6, 99–186.
- [81]: Raghukumar.R, Vali.L, Watson.D, et al, Antimethicillinresistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) activity of 'pacific propolis' and isolated prenylflavanones, *Phytother Res*, 2010, 24, 7–1181.
- [82]: Fernandes Junior.A, Balestrin.E.C, Betoni.J.E, et al, Propolis: anti-*Staphylococcus aureus* activity and synergism with antimicrobial drugs, *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 2005, 100, 6–563.
- [83]: Speciale.A, Costanzo.R, Puglisi.S, et al, Antibacterial activity of propolis and its active principles alone and in combination with macrolides, beta-lactams and fluoroquinolones against microorganisms responsible for respiratory infections, *Journal Chemother*, 2006, 18, 71–164.
- [84]: HEGAZI.A.G, ABD EL HADY.F.K et ABD ALLAH.F.A, Chemical composition and antimicrobial activity of European propolis, *Zeitschrift Für Naturforschung.C, Journal of Biosciences*, 2000, 55, n° 1-2, 70-75. PMID: 10739103



*Annexe*

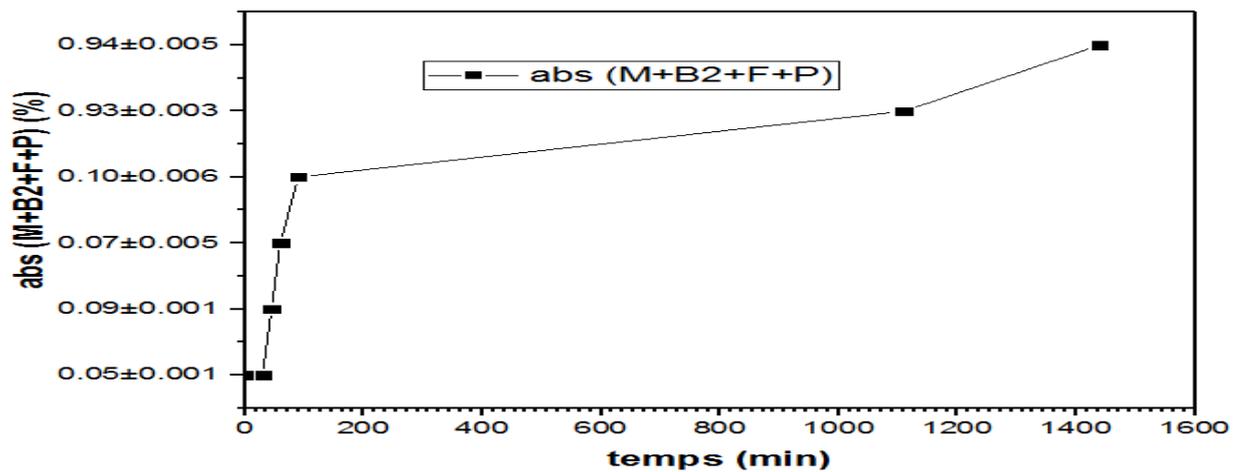
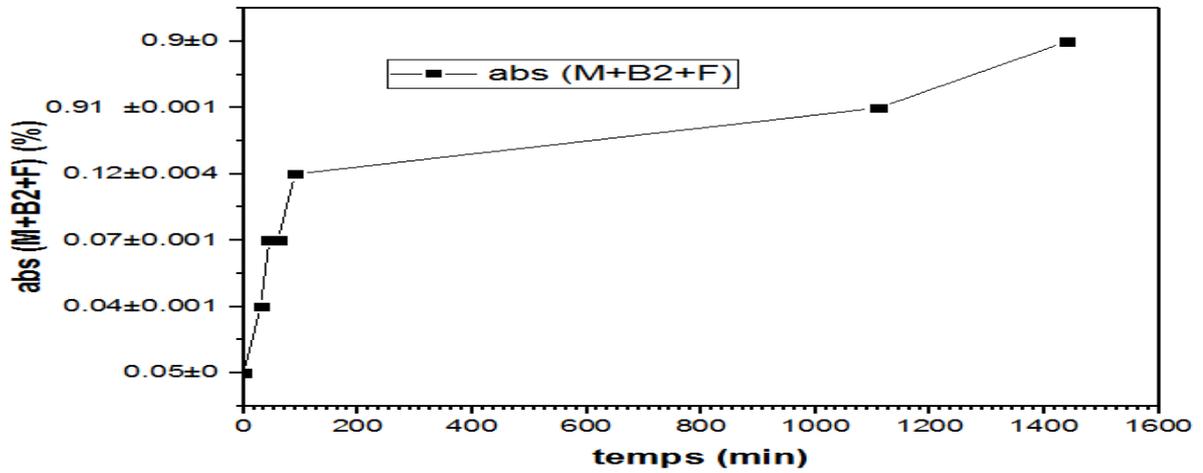
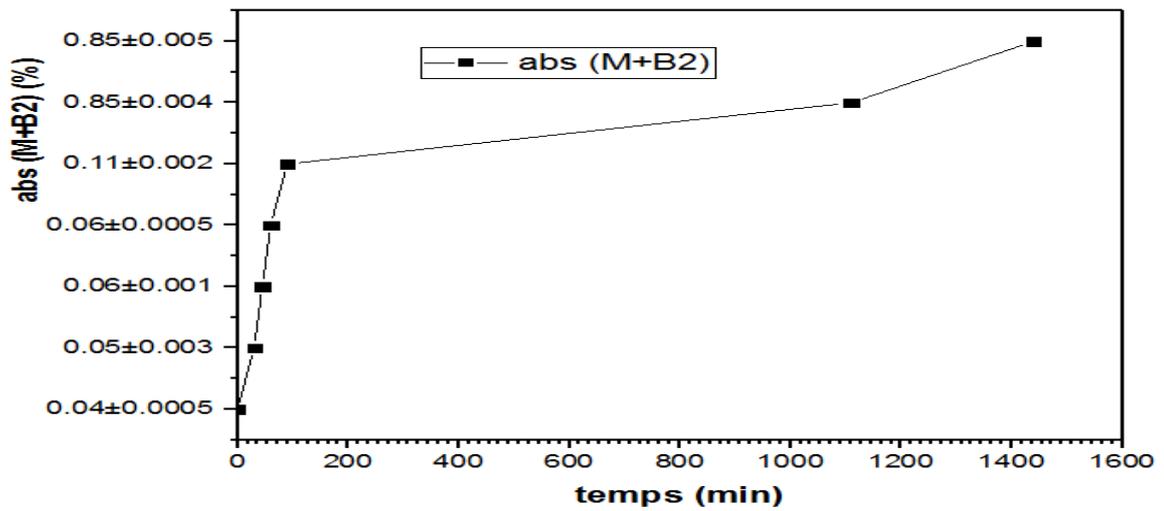
# Annexe

Figure : les courbes de croissance de souche *S. aureus*



## Annexe

Figure : les courbes de croissance de souche *P. aeruginosa*





## Résumé

La présente étude vise à évaluer le potentiel antimicrobien d'un fil de suture imprégné par l'extrait éthanolique de propolis (EEP), en soumettant à son action une sélection de deux souches bactériennes à savoir *Staphylococcus Aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*, la propolis a été extraite à l'aide d'éthanol 99%, deux méthodes d'antibiogramme à la fois solide et liquide ont été utilisées. L'activité antimicrobienne a été évaluée en équivalence avec la formation d'une auréole d'inhibition autour du fil pour la diffusion sur agar, et par mesure de l'absorbance spectrophotométrique de la charge microbienne pour la méthode des tubes, après incubation à 37 °C pendant 24h. Des différences significatives ont été observées tant entre EEP qu'au niveau de la sensibilité suscitée chez les diverses souches testées ;

**Mots clés :** Propolis, EEP .

## Abstract

The present study aims to assess the antimicrobial potential of a suture impregnated with ethanolic propolis extract (EEP), by subjecting to its action a selection of two bacterial strains namely *Staphylococcus Aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*, propolis was extracted with 99% ethanol, two antibiogram methods, both solid and liquid, were used. The antimicrobial activity was evaluated in equivalence with the formation of a halo of inhibition around the thread for diffusion on agar, and by measurement of the spectrophotometric absorbance of the microbial load for the tube method, after incubation at 37 ° C for 24 hours. Significant differences were observed both between EEPs and in the sensitivity elicited in the various strains tested;

**Keywords:** Propolis, EEP.