

الجمهورية الديمقراطية الشعبية الجزائرية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Mouloud Mammeri de Tizi - Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département d'Agronomie

MÉMOIRE

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DEMASTER

Spécialité : Production Animale

Thème

**Evaluation de la production de la gelée royale
dans la région d'Iferhounène, Tizi-Ouzou**

Présenté par :

M^{me}. AÏT FERHAT *Fatma* & M^{lle}. BENAKLI Zina

Jury d'évaluation:

Président : M^rREZZIK H.

MAA

UMMTO

Promotrice : M^{me}. DJOUBER –TOUDERT F.

MA A

UMMTO

Examineur : MlleSAHI Y.

MAA

UMMTO

Année universitaire 2022-2023

Remerciement

Tous d'abord, nous tenons à remercier le bon Dieu, de nous avoir donné la force, la patience et le courage de mener à terme ce travail

*Nos remerciements et nos vives gratitude s'adressent tout particulièrement à notre promotrice **M^{me} DJOUBER Fatima**, maître assistante à l'université MOULOUD MEAMMERI de Tizi ousou, Département d'Agronomie pour toutes les orientations et les conseils qu'elle nous a prodigué tout au long de ce travail.*

Nous tenons à remercier également les membres de jury ;

***Mr. REZZIK H** En sa qualité de président a notre jury d'évaluation*

***M^{lle} .SAHI Y** en sa qualité d'examinatrice.*

A tous les enseignants qui ont participé à notre formation soient sincèrement remerciés.

Zina & Fatma

Dédicaces

*Penser ne vous offrir que le modeste produit de votre fruit n'est
qu'avarice et égoïsme de ma part.*

Je dédie ce modeste travail, symbole de mon amour :

*À l'exemple de ma vie mon très cher père, dont les sacrifices et
ses encouragements en m'ont jamais laissé indifférente.*

*À l'être le plus cher à mon cœur à ma tendre mère qui ne n'a
jamais tarie de par sa tendresse et ses prières.*

À mes grands-parents.

À mes sœurs , pour leurs soutiens et encouragements.

À mes amies sans exception

À toute la promotion 2022/2023

ZINA

DEDICACE

Témoignage de mon amour, de mon affection, je dédie ce modeste essai à mes très chers parents, Faible témoignage de ma grande reconnaissance.

Votre soutien, vos conseils, vos motivations sans cesse prodigués furent pour moi une brise salvatrice et un intarissable puits de courage tout au long de ces années d'étude. Longues vies à vous deux...

A mon mari de m'avoir soutenu dans tous mes choix et a mes adorables enfants :Messiva, Massil et Numidia.

A ma sœur et à mon frère pour votre amour et votre soutien.

A la mémoire de mes grands parents.

A tous les miens que je n'ai pu citer

A toute la promotion 2022-2023



LISTE DES ABREVIATIONS

- GR: Gelée royale.
- MRJP : Major Royal Jelly Protein
- 10HDA: Acide 10-hydroxy-décénoïque.
- 10H2DA: Acide 10-hydroxy-2-décénoïque.
- ADN : Acide Désoxyribonucléique
- PH : Potentiel Hydrogène
- mg : Milligramme
- kg : kilogramme
- ph : Potentiel Hydrogène
- %: Pour cent
- TNF- α : Tumor Necrosis Factor- α
- IL-1 : Interleukine -1
- IL-6 : Interleukine -6
- 57-kDa : 57 kilodalton
- ARN : Acide Ribonucléique
- ITELV : Institut technique des élevages
- ME : Microscope électronique
- C° : Degré Celsius

LISTE DES FIGURES

• Figure 01: les trois sortes d'individus d'une colonie d'abeilles.....	5
• Figure 02: Anatomie de l'abeille.....	6
• Figure 03: La tête d'une abeille.....	8
• Figure 04: Abdomen d'une abeille.....	9
• Figure 05: Le miel.....	10
• Figure 06: Pots de miel de différentes couleurs.....	11
• Figure 07: Composition moyenne du miel.....	12
• Figure 08: La propolis.....	16
• Figure 9: Composition de la propolis.....	17
• Figure 10: Le pollen.....	20
• Figure 11: Composition moyenne de pollen.....	21
• Figure 12: La cire d'abeille.....	22
• Figure 13: Composition moyenne de la cire.....	23
• Figure 14: La gelée royale.....	26
• Figure 15 : Larve de la reine baignant dans la gelée royale ouverte	28
• Figure16: hypopharyngienne photographie sous ME	28
• Figure17: Glandes hypopharyngienne et mandibulaire de l'abeille.....	29
• Figure18: Le pourcentage moyen des composés chimique de la gelée royale.....	30
• Figure19:grille a reine.....	45
• Figure20: Illustration de la technique de (DOOLITTLE et PRATT).....	46
• Figure 21: cadre à trois barbettes de cupules en plastique.....	47
• Figure22:greffage des larves.....	48
• Figure23: Introduction du cadre porte barrettes dans la ruche.....	49
• Figure24:le décalottage.....	49
• Figure25: délarvage.....	49
• Figure 26:Pompe a gelée royale.....	50
• Figure 27 :Vue aérienne du site expérimental à Ifarhounane.....	52
• Figure 28 :Caractéristique climatique de la région IferhouneneTiziouzou.....	53
• Figure 29 :L'abeille locale <i>Apis mellifera intermissa</i>	55
• Figure 30 :La ruche LONGSTROTH munie d'un support.....	56
• Figure 31 :Cadre d'élevage.....	57
• Figure 32 :Les cupules en plastique.....	57
• Figure 33 :Le picking.....	58
• Figure 34 :La lompe.....	58

LISTE DES FIGURES

• Figure 35 :Le matériel de marquage.....	59
• Figure 36 :L'enfumeur.....	59
• Figure 37 :Lève-cadre.....	60
• Figure 38 :La brosse à abeille.....	60
• Figure 39 :La balance.....	61
• Figure 40 :L'alcool.....	62
• Figure 41 :Le greffage.....	62
• Figure 42 :La récolte de la gelée royale.....	64
• Figure 43 : Le greffage	65
• Figure 44 : La récolte de la gelée roya.....	66
• Figure 45:moyenne de nombre de cupules acceptées par essaie.....	68
• Figure46 : évolution de la quantité de gelée royalerécolté par essaie.....	69

INTRODUCTION GENERALE	01
------------------------------------	-----------

PREMIERE PARTIE : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'ABEILLE

1. Définition d'apiculture	03
2. Aspect Commercial Et Economique	03
2.1. L'apiculture dans le monde	03
2.1.1. Situation mondiale.....	03
2.1.2. Production	03
2.2. L'apiculture En Algérie.....	04
3. Systématique D'abeille	04
3.1. Présentation De L'abeille	04
3.2. Classification des abeilles	05
3.3. Anatomie et physiologie de L'abeille	06
3.1.1. La Tête.....	07
3.1.2. Thorax	08
3.1.3. Abdomen	09

CHAPITRE II : LES PRODUITS DE LA RUCHE

1. Miel	10
1.1. Définition	10
1.2. Origine.....	11
1.3. Composition	11

1.4. Propriétés physico-chimique de miel	12
1.4.1. Viscosité	12
1.4.2. La densité	12
1.4.3. Hygroscopicité	12
1.4.4. Cristallisation	13
1.4.5. Conductibilité thermique.....	13
1.4.6. Indice de réfraction.....	13
1.4.7. Coloration.....	13
1.4.8. Le PH.....	13
1.5. Les propriétés biologiques du miel	13
1.5.1. L'activité antibactérienne	13
1.5.2. L'activité antifongique	13
1.5.3. L'activité anti-inflammatoire	14
1.5.4. Propriétés anti-oxydantes	14
1.5.5. L'activité métabolique	14
1.5.6. L'activité antivirale	15
1.6. Utilisation dans la ruche.....	15
1.7. Utilisation humain	15
2. PROPOLIS	15
2.1. Définition	15
2.2. Origine.....	16
2.3. Composition	16
2.4. Propriétés physico-chimique de la propolis	17
2.4.1. Consistance.....	16

2.4.2. Solubilité	16
2.4.3. Densité.....	17
2.5. Propriétés biologique.....	17
2.5.1. Activité antimicrobienne	17
2.5.2. Activité antifongique.....	18
2.3.3. Activité antiviral.....	18
2.3.4. Propriétés cicatrisantes	18
2.3.5. Propriétés thérapeutiques	18
2.4. Utilisation dans la ruche	18
2.5. Utilisation humain	19
3. Pollen.....	19
3.1. Définition	19
3.2. Origine.....	20
3.3. Composition	20
3.4. Propriétés Thérapeutique du pollen.....	21
3.5. Utilisation dans la ruche	21
3.6. Utilisation humaine	22
4. La cire.....	22
4.1. Définition	22
4.2. Origine.....	22
4.3. Composition	23
4.4. Propriétés physico-chimique de la cire	23
4.4.1 Densité.....	23

4.4.2. Viscosité.....	23
4.4.3.L'hydrophobie	24
4.4.4. Le PH.....	24
4.4.5. Indice de réfraction.....	24
4.5. Propriétés thérapeutiques de la cire	24
4.6. Utilisation dans la ruche	24
4.7. Utilisation humain	24
5. Le venin.....	24
5.1. Définition	25
5.2. Origine.....	25
5.3. Composition	25
5.4. Propriétés thérapeutiques du Le venin	25
5.5. Utilisation par les abeilles	25
5.6. Utilisation humain	25
6. La gelé royale	26
6.1. Définition	26
CHAPITRE III : COMPOSITION CHIMIQUE ET PRODUCTION DE LAGELEE ROYALE	
1. Définition	27
2. Biosynthèse de la gelée royale	28
3. La destination de la gelée royale dans la ruche	29
4. Composition chimique	29

4.1. Caractéristiques des composés de la gelée royale	32.
4.2. Teneur en eau	32
4.3. Glucides	32
4.4. Protides et acides aminés	33
4.5. Lipides	34
4.6. Sels minéraux	35
4.7. Vitamines	35
4.8. Composés phénoliques	37
4.9. Flavonoïdes	37
4.10. Les enzymes	37
4.11. Autres composés	37
5. propriété de la gelée royale	38
5.1. Propriétés physique de la gelée royale	38
5.1. Propriétés physique de la gelée royale	38
5.2. Propriétés organoleptiques	38
5.3. Propriétés biologiques de la gelée royale	38
5.3.1. Action revitalisante	38
5.3.2. Action antibactérienne et antivirale	39
5.3.2.1. L'acide trans-10-hydroxy-2-décénoïque (10H2DA)	39
5.3.2.2. Les protides	39
5.3.3. Action anti-inflammatoire	40
5.3.4. Action sur la fertilité	40
6. Les propriétés thérapeutiques de la gelée royale	40

6.1. Action antioxydante	40
6.2. Action régénératrice et cicatrisante	41
6.3. Action immunostimulante	42
6.4. Action Neurotrophique	42
6.5. Cancer et gelée royale	42
6.6. Autres propriétés	43
7. Effets indésirables	43
8. Production de la gelée royale	43
8.1. Conditions requises pour la production.....	43
8.2. Facteurs influençant la production de la gelée royale	44
8.3. Les différentes méthodes de production de GR	44
9. La méthode de cellules artificielles (DOOLITTLE et PRATT)	45
9.1. Les étapes de la méthode des cellules artificielles	45
9.1.1. L'élevage de ruches très performantes	45
9.1.2. La préparation des cadres de cellules royales	46
9.1.3. Le greffage des larves	47
9.1.4. L'introduction du cadre porte-lattes	48
9.1.5. Le décalotage et délarvage	49
9.1.6. Extraction de la gelée royale	49
10. Le conditionnement.....	50
11. Conservation de la gelée royale.....	50
12. Facteurs influençant la production de gelée royale	50
12.1. Les facteurs internes	50

12.2. Les facteurs externes	50
13. Utilisation humaine et bienfait de la gelée royale	51

PARTIE EXPERIMENTALE :

1.L'objectif	52
2.Rucher expérimental	52
2.1. Situation géographique du rucher	52
2.2.Les caractéristiques climatiques	53
2.3.La flore mellifère	53
2.4.Emplacement de rucher	54
2.4.1.Ensoleillement.....	54
2.4.2.Abreuvement	54
2.4.3.Le support	54

3.Matériels et méthodes

3.1. Matériels

3 .1.1. Matériel biologique	54
3.1.2. Matériel Expérimental	55-59
3.1.3. Matériels d'exploitation	59-61
3.1.4. Autres matériels	61-63

3.2.Méthode

3.2.1.Période pré-expérimentale.....	63
3.2.2. Désherbage	63
3.2.3. Visite des ruches et constitution des lots	63
3.2.4. Le nourrissage stimulant	63

3.2.5. Marquage de la reine	64
3.3. Technique expérimentale et étapes d'élevage.....	64
3.3.1. Orphelinage	64
3.3.2. Préparation de la ruche.....	64
3.3.3. Familiarisation des cupules	64
3.4. Elevage proprement dit	65
3.4.1. Greffage ou transfert des larves.....	65
3.4.2. Récolte	66

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Evolution de production	68
1.2. Evolution de production de gelée royale par essaie	68
1.1. Nombre de cupules acceptées par essaie	69

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Depuis la nuit des temps, l'abeille mellifère fascine l'Homme au cœur d'une société hiérarchisée et organisée de façon optimale, ses mystères ont longtemps (et encore aujourd'hui) intrigué. L'abeille est également admirée pour son ardeur au travail et ses bienfaits pour l'Homme au travers des divers produits de la ruche qu'elle fabrique (miel, pollen, cire, gelée royale...) (**BABIN, 2015**).

Ainsi, les produits issus du travail de ce petit insecte sont utilisés depuis des millénaires et leurs emplois sont retrouvés dans de très nombreuses civilisations et autres croyances. Formidablement bien organisées en société, elles représentent un sujet d'études forcément intéressant tout en apportant plaisir, santé, bonheur, revenus à tout un monde (**BLANC, 2010**).

La gelée royale est l'un des produits de la ruche les plus importants aussi bien sur le plan économique que sur le plan biologique vu le rôle majeur qu'elle joue dans la vie des abeilles et la multitude des effets bénéfiques qu'elle procure à l'organisme. Le rôle majeur de cette substance au sein de la colonie est l'acquisition du phénotype royal et la mise en place d'une organisation sociale au sein de la ruche. Elle constitue aussi la seule alimentation de la reine tout au long de sa vie (**WRIGHT et al., 2018**). La gelée royale a une valeur nutritionnelle élevée en raison des quantités abondantes de protéines, d'acides aminés libres, de lipides, de vitamines et de sucres qu'elle contient. Les protéines sont les composants majeurs représentant jusqu'à 50% de poids sec. Par ailleurs, la composition biochimique de la gelée royale est étroitement associée aux activités biologiques du produit, ces dernières sont principalement attribuées aux acides gras bioactifs, aux protéines et aux composés phénoliques (**JAMNIK et al., 2012**).

Les travaux scientifiques réalisés sur ce produit naturel ont démontré qu'elle possède plusieurs activités biologiques comme les activités antioxydantes, antimicrobienne, cicatrisante, anticancéreuse, anti-inflammatoire... (**HASHEM et al., 2021**)

On peut alors se questionner sur la composition de ce produit, sur ces propriétés et comment est-il possible de le produire sachons qu'il n'est pas stocké dans la ruche comme les autres produits (miel, pollen, propolis...)?

INTRODUCTION

Ce présent travail de recherche est scindé en deux parties une, bibliographique traitera la situation de l'apiculteur dans le monde et en Algérie puis seront définis l'ensemble des produits de la ruche ainsi que leurs compositions pour mettre en lumière le pourquoi de leurs activités biologiques. Enfin, la gelée royale, sa composition, ses différentes propriétés et la technique de sa production seront présentées.

La deuxième partie de ce propos sera consacrée à la partie expérimentale qui s'intéressera à la détermination des aptitudes de production de gelée royale par l'abeille domestique *Apis mellifera intermissa* dans la région d'Iferhounène (Tizi-Ouzou).

Chapitre I

Généralités sur l'abeille

L'apiculture est l'art de cultiver l'abeille dans le but de retirer de cette industrie le maximum de rendement avec le minimum dépenses.

1. Définition d'apiculture

L'apiculture est la branche de l'agriculture qui consiste à élever des abeilles pour utiliser les produits de la ruche. Les apiculteurs doivent abriter, soigner et prendre soin de l'environnement du rucher. Il récolte alors certains de ces produits : miel, pollen, cire, gelée royale et propolis. Cette activité se déroule sur tous les continents et varie selon les espèces d'abeilles, le climat et le niveau de développement économique (**MARCHENAY et BERARD, 2007**).

2. Aspect Commercial Et Economique

2.1. L'apiculture dans le monde

2.1.1. Situation mondiale

Le nombre d'apiculteurs dans le monde est estimé à 6,6 millions, avec plus de 50 millions de ruches(**BADREN, 2016**).Le plus grand producteur de miel au monde est l'Asie, suivie de l'Europe, de l'Amérique du Nord et de l'Amérique centrale. Dans le cadre du commerce mondial, la Chine est le premier exportateur mondial de miel avec 93 000 tonnes et l'UE est le premier marché d'importation avec 196 000 tonnes(**ANONYME1**).

2.1.2. Production

La production mondiale de miel a atteint 1.270.000 tonnes. Les trois principaux pays producteurs de miel sont :

- Pour la Chine : 257 000 tonnes ;
- États-Unis : 88 000 tonnes ;
- Argentine : 86 000 tonnes ;

Ils assurent près de 34 % de la production mondiale. Les autres pays parmi les principaux producteurs mondiaux sont : la Turquie, l'Ukraine, le Canada, l'Espagne, l'Inde, l'Union soviétique, l'Allemagne et le Mexique.

L'Afrique compte 130 000 tonnes de miel dont 78% proviennent d'Afrique sub-saharienne : Angola, Ethiopie, Kenya, Tanzanie, le reste principalement d'Afrique du Nord : Maroc, Algérie et Egypte(ANONYME2).

2.2. L'apiculture En Algérie

Au cours des années 1980, les colonies d'abeilles se sont fortement améliorées avec un taux de croissance de 18 % en 1987, avec un effectif dépassant les 300 000 ruches.

A partir de ce jour, le développement du patrimoine apicole a été fortement perturbé avec l'apparition de maladies comme la varroase à travers le pays. Le cheptel apicole algérien est composé de deux races. *Apis mellifera intermissa*, connue sous le nom d'« abeille tellienne » ou « abeille noire du tell », sa gamme se confond avec Tell Atlas. *Apis mellifera sahariensis*, également appelée "abeille saharienne « Situé dans le sud-ouest algérien "Béchar, Ain Safra" noir (ABDELGUERFI *et al.*, 2003).

L'Algérie est riche de possibilités apicoles. A l'exception des régions incultes et désertiques, l'apiculture est largement pratiquée dans les régions montagneuses à population dense, comme les Aurès, la Kabylie, le Dahra: dans les plaines littorales comme celle d'Annaba, de la Mitidja, de Relizane, d'Oran; dans les vallées des grands oueds comme l'oued El Kébir, la Soummam, l'Isser, l'oued El Hammam et la Tafna (Badren, 2016).

L'apiculture est donc pratiquée surtout dans les villes Nord du pays où se trouve une flore mellifère pendant presque toute l'année. Dans le cadre des programmes spéciaux de Wilayas, importants crédits ont été accordés pour permettre le développement de l'apiculture en Algérie et la création de coopératives apicoles intégrant les trois secteurs de l'agriculture : le secteur de la révolution agraire, le secteur autogéré et le secteur privé (Badren, 2016).

3. Systématique d'abeille

3.1. Présentation de l'abeille

L'abeille est un insecte appartenant à l'ordre des hyménoptères et vivant en société, celle-ci étant caractérisée par la division et la spécialisation du travail. Dans les colonies d'abeilles, une seule, la reine, est capable de pondre des œufs; les mâles, appelés aussi faux bourdons, ont pour principal rôle social celui de féconder la reine, rôle qui d'ailleurs n'est joué que par quelques mâles, bien que les faux bourdons soient nombreux au sein d'une même famille. Les ouvrières accomplissent des tâches plus diverses, entre autres la récolte de l'aliment, l'organisation du nid, l'entretien des larves, la défense de la ruche contre les attaques

d'ennemis éventuels(**Figure 01**). Leur rôle est donc de veiller à la sécurité et à la prospérité de la famille (**BIRI, 2010**).

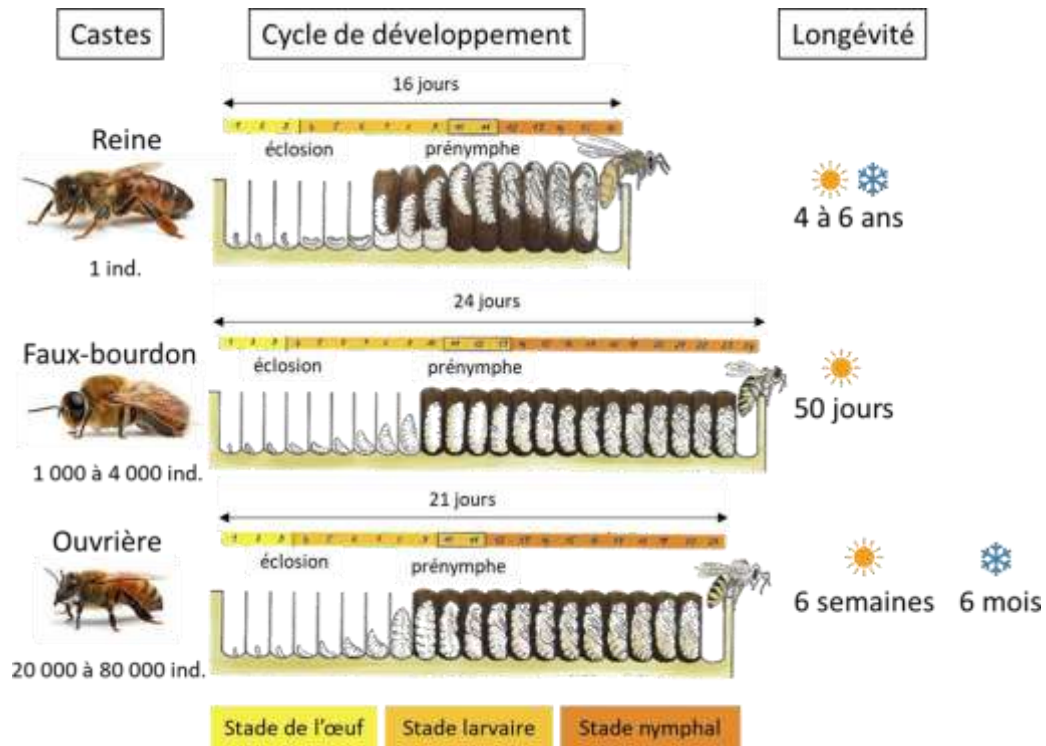


Figure 01 :Les trois sortes d'individus d'une colonie d'abeilles (**RICHARD, 2013**).

3.2. Classification des abeilles

Selon **REGARD (1987)**, les abeilles domestiques appartiennent à la classification suivant :

Tableau 1 : classification systématique de l'abeille (**REGARD, 1987**).

Les abeilles font partie du règne animal	
	Principaux
Classe	Insectes (plus de 800 000 espèces différentes) La classe des insectes se subdivise en 32 ordre
Ordre	Hyménoptères Apocrites (abdomen réuni aux thorax par pédoncule)

	Aculéates (abdomen terminé par un dard ou un aiguillon)
Super-famille	Apoidea Abeilles diverses (20 00 espèces)
Famille	Apidae Abeilles sociale ou solitaire (langue longue-nidification variable)
GENRE	Apis (Abeilles sociales se multiple par essaimage)
Espèce	<i>Apis mellifera</i> (Abeilles domestique)

3.3. Anatomie et physiologie de L'abeille

Corps d'un insecte adulte parfait dont l'enveloppe chitineuse rigide, qui fait en quelque sorte office de squelette, renferme les différents organes vitaux.

Du point de vue morphologique, le corps se divise en trois parties (Figure02) :

- tête;
- thorax;
- abdomen(**RAVAZZI, 2003**).

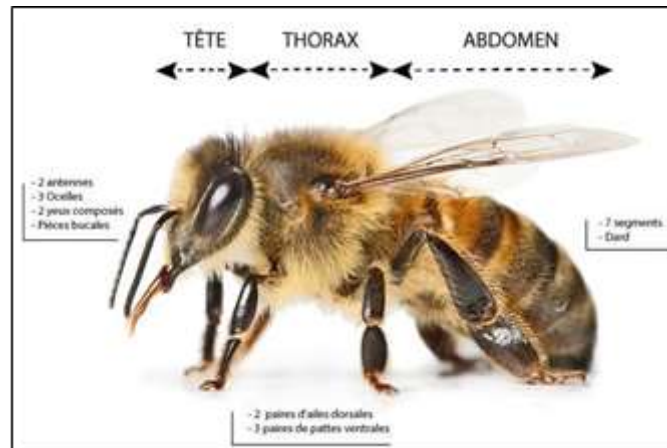


Figure 02 : Anatomie de l'abeille

3.1.1. La Tête

De forme triangulaire, elle est dotée de deux grands yeux proéminents (Figure03).

- **Œil**

Ils sont constitués de milliers de facettes et offrent aux abeilles un champ de vision panoramique certes très large, proche de 360°, mais avec une netteté très proche. La perception de la couleur est très différente de celle de l'homme, lui permettant de reconnaître les rayons ultraviolets que nous ignorons, mais l'empêchant de distinguer le rouge.

Conseil : Ne peignez pas les ruches en rouge ! Vos abeilles n'imaginent pas leur maison, se perdent et auront du mal à retrouver leur colonie. Il est donc recommandé de peindre chaque ruche d'une couleur spécifique : gris, vert, bleu, marron pour simplifier la tâche (ZAMBOU, 2009).

- **Les ocelles**

Trois yeux simples, disposés en triangle au sommet de la tête, enregistrent les changements d'intensité lumineuse, transmettant ainsi des informations de base aux abeilles, telles que l'aube, le crépuscule, l'apparition de nuages annonçant un orage, etc. (WINSTONE, 1993).

- **Les antennes**

Visibles à l'œil nu, ces deux antennes sont situées au centre de la tête, entre les yeux, s'étendant dans toutes les directions, sans jamais s'arrêter, formant un organe majeur. Grâce à

eux, les abeilles sont capables de reconnaître les odeurs, de communiquer entre elles et de naviguer dans l'obscurité de la ruche (FAYT, 2014).

- **L'appareil buccal**

-Un labre qui ferme la cavité vers l'avant

-Les mandibules qui ferment la cavité buccale sur les côtés. Attachées aux parois de la bouche et mues par de puissants muscles, ces pinces très puissantes permettent de manipuler la cire pour construire la ruche, récolter la propolis, manger le pollen, nettoyer la ruche et se défendre.

-trompe qui ferme la cavité vers l'arrière offre aux abeilles la possibilité d'absorber le nectar, le miel et l'eau. Selon sa longueur, elle varie de 5,5 à 7 mm, ce qui rend presque toutes les fleurs visitables (WINSTONE, 1993).



Figure 03 :La tête d'une abeille (Originale, 2023).

3.1.2. Thorax

Le thorax est relié à la tête par un cou très court. Il se compose de trois anneaux soudés entre eux et portant chacun une paire de pattes (il porte 2 paires d'ailes et 3 paires de pattes) (RAVAZZI, 2003).

- **les pattes**

Les abeilles ont 3 paires de pattes. Pour recueillir le pollen, ils sont constitués de brosses à l'intérieur du talon. Les pattes postérieures ont un panier qui repose sur la surface externe du

tibia. Lors de la recherche de nourriture, des milliers de grains de pollen sont attachés à leurs poils, formant des boules de pollen, qui sont stockées dans des paniers(**PROST,2005**).

- **Les ailes**

Le mouvement des ailes est essentiellement lié au vol. Ils servent également à l'aération de la ruche et à la diffusion des phéromones. Les ailes antérieures sont plus grandes que les ailes postérieures. Ce dernier est attaché au premier à l'aide de crochets (hamuli) pendant le vol et détaché du premier en fin de vol(**CLEMENT, 2011**).

3.1.3. Abdomen

L'abdomen comprend sept anneaux. Le premier, pédonculé, se greffe au thorax (Figure04). La dernière porte un aiguillon chez les ouvrières, La reine possède elle aussi un dard qui diffère cependant de celui des ouvrières, comme nous le verrons par la suite Le jabot peut contenir jusqu'à 25ml de miel (**RAVAZZI, 2007**).

- **Les organes internes**

- Intestin : la dernière partie du tube digestif

- Rectum : la dernière partie de l'intestin

- Récoltes : Sacs utilisés comme stockage de nectar sur le chemin de la ruche(**CLEMENT , 2011**).



Figure 04:Abdomen d'une abeille(**Originale, 2023**).

Chapitre II

Les produits de la ruche

Généralement, lorsqu'on parle d'abeilles et de ruche, on pense directement au produit de la ruche. Il y a ce qui sont stockés dans la ruche par les abeilles et que l'homme consomme sans transformation comme la propolis et le pollen, le miel est le produit le plus consommé dans le monde et issu d'une transformation du nectar déposé initialement par les abeilles. L'apiculteur tire aussi de ses colonies de la cire, du venin, de la gelée royale, des reines, des essaims et des paquets d'abeilles.

1. Miel

1.1. Définition

Substance sucrée produite par les abeilles mellifères à partir du nectar des fleurs (Figure05) (**DICTIONNAIRE LAROUSSE**). C'est le produit principale de la ruche, utilisée à la fois comme un aliment principal pour les abeilles qui leur permet de couvrir leurs besoins énergétiques (glucides). En même temps, c'est un aliment très précieux et beaucoup plus comme un médicament pour l'homme (**PASCAL, 2009**).



Figure 05: Le miel(Originale,2023)

1.2. Origine

Le miel a des différentes couleurs (Figure06), qui vient des plantes par l'intermédiaire des abeilles. La sève élaborée est la matière première du miel. Elle est extraite des vaisseaux du liber qui la contiennent de 2 manières :

- par les nectaires élaborant le nectar (origine direct du miel).
- par des insectes piqueurs et suceurs, pucerons principalement, rejetant du miellat (origine indirecte du miel)

En absence de nectar sur les fleurs, les abeilles prélèvent aussi les matières sucrées des Fruits **(JEAN-PROST, 2007)**.



Figure 06 : Pots de miel de différentes couleurs(Originale,2023)

1.3. Composition

La composition chimique du miel varie considérablement en fonction de sa source florale. A ce jour **(Crâne, 1980)**, 181 substances y ont été identifiées. Le tableau 9 présente la composition moyenne du miel principalement obtenue à partir de l'analyse de 490 échantillons différents **(WHITE et al., 1962)**

Le miel contient selon **CLEMENT (2015)** les éléments majeurs (les sucres) et les éléments mineurs(Figure07) :

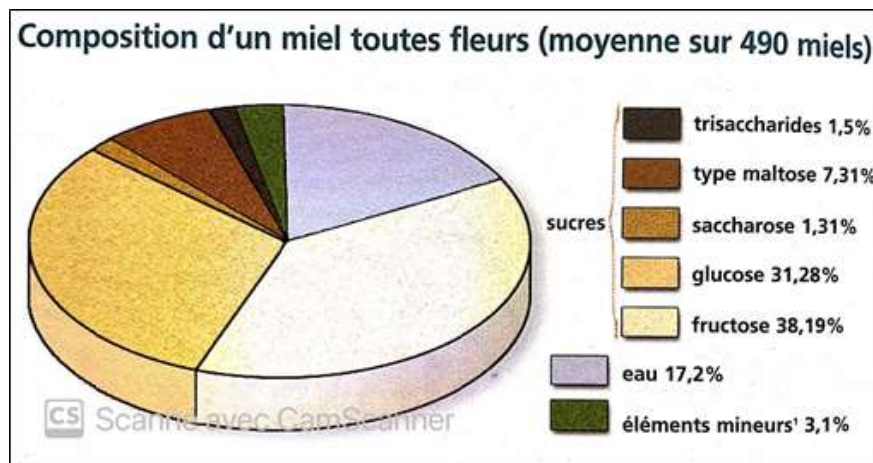


Figure 07 : Composition moyenne du miel(CLEMENT, 2015).

Il contient également des acides organiques, des acides aminés, des protéines, des enzymes (glucose invertase, glucose oxydase, amylases α et β), des vitamines solubles dans l'eau (B et C, en très faible quantité), des inhibines et autres facteurs antibiotiques ainsi que des pigments caroténoïdes (rouges) et flavonoïdes (jaunes) dont les proportions, qui dépendent de l'espèce végétale d'origine, déterminent la couleur du miel. La teneur en eau permet de déterminer la qualité d'un miel (JEAN-PROST, 2007).

1.4. Propriétés physico-chimique de miel

1.4.1. Viscosité

Le miel est un liquide visqueux. Sa viscosité dépend de nombreuses substances, de sorte que sa composition change, en particulier avec les changements de teneur en eau et de température (BOUKRAA, 2010). Elle diminue quand la température s'élève jusqu'à 30°C. Elle varie peu au-delà de 35°C (JEAN-PROST, 2007).

1.4.2. La densité

À 20 °C. La densité du miel est comprise entre 1,410 et 1,435. Elle varie en fonction de sa teneur en eau (JEAN-PROST, 1987). D'autres facteurs tels que les sources de fleurs affectent légèrement la concentration du miel. Le miel de différentes origines ou de différents lots doit être mélangé uniformément pour éviter les chevauchements (BOUKRAA, 2010).

1.4.3. Hygroscopicité

Un miel à 18% d'eau se trouve en équilibre dans une atmosphère dont l'humidité relative est de 60% et dont la température est de 14°C. S'il contient plus de 20% d'eau, le miel dégagera du CO₂ et fermentera (JEAN-PROST, 2005).

1.4.4. Cristallisation

Se produit d'autant plus rapidement que le rapport glucose/eau est élevé. Généralement ce rapport oscille entre 1.6 et 2.5 (colza 2.25 ; acacia 1.63). La cristallisation dépend aussi du rapport fructose/glucose (colza=0.90 contient plus de glucose que du fructose, cristallisation très rapide ; acacia (1.43), c'est l'inverse. S'il est pur il reste liquide), ainsi que la présence d'impuretés (pollen, autres) le fait cristalliser (JEAN-PROST, 1986).

1.4.5. Conductibilité thermique

$540 \times 10^{-3} \text{ W.m}^{-1}\text{.K}^{-1}$. Le miel est 14 fois moins bon conducteur que l'eau (JEAN-PROST, 2005).

En général, plus le miel est conducteur, plus sa teneur en minéraux est élevée (ACQUARONE et al., 2007). Ce paramètre est en rapport avec la couleur du miel (BELAY et al., 2013).

1.4.6. Indice de réfraction

Une variable très importante qui peut être calculée à partir de l'indice de réfraction est la teneur en eau. Plus la teneur en humidité du miel est faible, plus elle est élevée. Il varie entre 1,47 et 1,50 à une température de 20°C (BELAY et al., 2013).

1.4.7. Coloration

La coloration est une propriété physique importante du miel car elle est liée à la source de la fleur et à la composition du miel. Le miel peut venir dans une variété de couleurs, du presque incolore ou blanc au brun foncé. Plus le miel est clair, moins il contiendra de minéraux et inversement. La chaleur, le vieillissement et la lumière assombrissent la couleur du miel (LEQUET, 2010).

1.4.8. Le PH

Tout le miel est acide. En effet, leur pH varie entre 3,2 et 5,5. Le nectar a un pH bas (3,3 à 4,0), tandis que le miel de miellat a un pH légèrement plus élevé (4,5 à 5,5) (BOGDANOV, 2011).

1.5. Les propriétés biologiques du miel

1.5.1. L'activité antibactérienne

Le miel est hautement antimicrobien principalement contre les bacilles à Gram positif, et est antimicrobien et bactéricide contre de nombreuses souches, dont certaines sont résistantes aux

antibiotiques comme le staphylocoque. De plus, certains virus ont été mis en évidence in vitro, comme la rubéole, la leishmaniose et l'échinococcose (BALAS, 2015).

1.5.4. Propriétés anti-oxydantes

De puissants antioxydants se trouvent dans les constituants du miel : pinocembrine, lapinobanksine, chryisine et galagine. La pinocembrine est un antioxydant présent uniquement dans le miel. Ils peuvent réduire le risque de cancer, de maladies cardiovasculaires, d'Alzheimer et d'autres maladies liées à l'âge (BACHA, 2005). De par ses propriétés antioxydantes, le miel est utilisé dans l'industrie agro-alimentaire pour décanter les jus, pour conserver les aliments (pour éviter le brunissement) et enfin comme additif à de nombreux aliments (laitages, pâtisseries, confitures) (BOGDANOV *etal*, 2006).

1.5.3. L'activité anti-inflammatoire

Selon ABUHARFEIL, (1999), le miel accélère la production et la prolifération des lymphocytes B et T, et active les phagocytes protecteurs immunitaires de notre corps. L'inflammation peut devenir nocive et, lorsqu'elle est excessive, empêcher la cicatrisation, surtout si des radicaux libres sont produits dans les tissus. Les antioxydants présents dans le miel n'agissent pas directement sur l'inflammation, mais ils éliminent les radicaux libres et évitent leurs effets néfastes, l'application de miel sur les plaies réduit l'inflammation ainsi que le développement d'œdèmes et d'inflammations. Exsude et aide à soulager la douleur.

1.5.4. L'activité métabolique

Selon (BALAS, 2015). Le fructose contenu dans le miel a abaissé la glycémie chez les modèles de diabète chez les rongeurs et a également prolongé le temps de vidange gastrique, ce qui a ralenti l'absorption intestinale. Le miel est bénéfique pour les micro-organismes non pathogènes de l'intestin. Des études in vivo et in vitro ont montré que le miel peut augmenter le nombre et la croissance des bactéries lactiques telles que *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* et *Streptococcus thermophilus* (BALAS, 2015). De plus, la combinaison de miel et de metformine a entraîné une réduction des triglycérides et du cholestérol total ainsi que du cholestérol LDL et une légère augmentation du cholestérol HDL chez les rats diabétiques (BALAS, 2015).

1.5.5. L'activité antivirale

Le miel traite les boutons de fièvre et l'herpès génital avec plus de soulagement de la douleur, une croûte plus rapide et une guérison observée que l'acyclovir qui est la seule molécule capable de traiter les poussées d'herpès (CLEMENCE, 2005).

1.6. Utilisation dans la ruche

Le miel est une source d'énergie pour les abeilles, et sans eux, une colonie mourrait en quelques heures, une fois épuisées les réserves internes d'abeilles ouvrières contenues dans sa récolte (JEANNE, 1994).

- une ouvrière consomme un tiers de l'énergie récoltée pendant le butinage (PHILIPPE, 1994) ;
- La production d'un kg de cire nécessite la consommation de 10 à 12 kg de miel (JEAN-PROST, 1987) ;
- La sécrétion de la gelée royale par les nourrices exige une alimentation abondante en miel (CAILLAS, 1957) ;
- Selon (REGARD, 1981), une colonie d'abeilles a besoin pour son hivernage de 12 à 18 kg de miel ;
- La consommation annuelle d'une colonie en miel est estimée à 40 kg (JEAN-PROST, 1987) ;

1.7. Utilisation humain

Vu sa richesse nutritionnelle et ses effets thérapeutiques le miel est très utilisé comme aliment et comme médicament.

2. PROPOLIS:

2.1. Définition

Le terme propolis vient du grec pro polis, qui signifie « devant la ville » Il s'agit d'une gomme (Figure 08), que les abeilles prélèvent sur les bourgeons et l'écorce de certains végétaux. (RAVAZZI, 2003). La substance jaunâtre que les abeilles utilisent pour colmater les fissures possède de remarquables propriétés antibactériennes, fongicides et antibiotiques. Par conséquent, la qualité et la quantité de propolis varient d'un endroit à l'autre (MILLET, 2006).



Figure 08: La propolis (Originale, 2023)

2.2. Origine

L'origine de la propolis est principalement végétale. Il s'agit de résines ou de gommes visqueuses et imperméables à l'eau que les butineuses vont récolter sur les bourgeons d'arbres comme le peuplier, les résineux, les bouleaux, marronniers et autres arbres (JEAN-PROST, 2007). Il existe plusieurs types de propolis, selon la zone géographique de la ruche, les plantes présentes dans cette zone géographique, la disponibilité des plantes saisonnières et les espèces d'abeilles. Tout cela explique pourquoi on trouve des propolis allant du jaune ambré au brun foncé, qualifiées de variétés vertes ou rouges. Les abeilles obtiendront leur résine de leur écosystème, et la composition de la propolis dépendra de cet écosystème (BURDOCK, 1998).

2.3. Composition

Avant toute opération de purification, la propolis est en général composée (Figure 9), grossièrement, de 55% de résines et de baumes, 30% de cire, 7% d'huiles essentielles et 44 aromatiques, 3% de pollen et 5% d'autres substances, notamment du bois et des morceaux d'insectes (MONTI, 1983 Et CLEMENT, 2015). La propolis contient également plus de 40 sortes de flavonoïdes (flavones, flavanones, flavonols, chalcones), des composés phénoliques (acide coumarique, acide acétylsalicylique), des aldéhydes aromatiques (vanilline, isovanilline), des terpénoïdes, des acides gras (oléique et stéarique), des sucres, des acides aminés acides (arginine, proline), oligo-éléments (fer, cuivre, manganèse), vitamines (vitamines A et vitamines B) (DONADIEU, 1993).

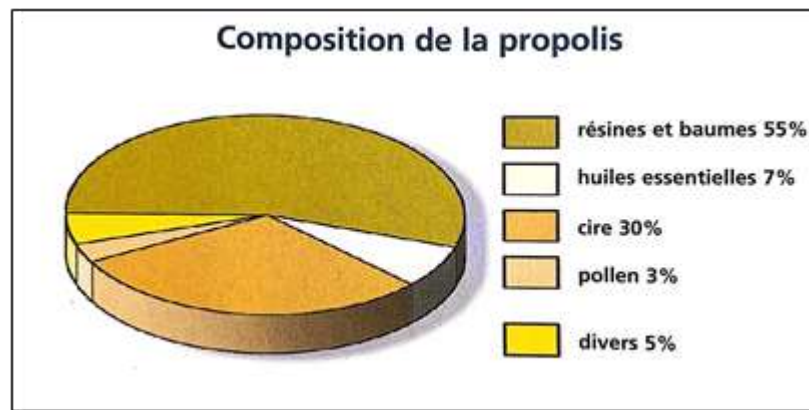


Figure 09: Composition de la propolis(CLEMENT, 2015).

2.4. Propriétés physico-chimique de la propolis

2.4.1. Consistance

A des températures comprises entre 25°C et 45°C, la propolis est une substance douce, élastique et très collante. En dessous de 15°C, surtout lorsqu'il est congelé ou proche du point de congélation, il devient dur et cassant. Même à des températures plus élevées, il restera cassant après ce traitement. Au-dessus de 45°C, il devient de plus en plus visqueux. Généralement, la propolis devient liquide entre 60 et 70°C, mais certains échantillons ont un point de fusion allant jusqu'à 100°C(KRELL, 1996).

2.4.2. Solubilité

Très peu soluble dans l'eau, partiellement soluble dans l'éthanol, l'acétone, le benzène, l'éther... Pour l'analyse chimique, différents solvants peuvent être utilisés pour extraire différentes fractions. De nombreux ingrédients antiseptiques sont solubles dans l'eau ou l'alcool(KRELL, 1996). La fraction insoluble est constituée de tissus végétaux, de grains de pollen, de fragments de cuticule et de soie en nid d'abeille (DEBUYSER, 1984 Et RAOUL, 1992).

2.4.3. Densité

La propolis dont la densité est de 1,11 à 1,20 selon le point de récolte.(soit supérieure à celle de l'eau) (EL HOUSSEINI,2013).

2.5.Propriétés biologique

2.5.1.Activité antimicrobienne

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 les bactéries Gram+ et Gram-

(anaérobies et aérobies), mais a une plus grande puissance contre les souches Gram+. Parmi les bactéries qui ont été supprimées, nous avons trouvé Staphylococcus (*S. aureus* et *Proteus*), Streptococcus (*Proteus*), Bacillus (*cereuset subtilis*), *Proteus* (*common* et *mirabilis*), Pseudomonas, Listeria, Salmonella, Clostridium, pyogenes, Escherichia coli et fécales bactéries et Helicobacter pylori, autant de souches associées à des pathologies oto-rhino-pharyngées, gastro-intestinales, génitales ou buccales (CARDINAULT *et al.*, 2012).

2.5.2. Activité antifongique

La propolis montre une activité antifongique contre de nombreuses levures : plusieurs espèces de Candida, Saccharomyces et Cryptococcus. Il est également efficace contre les champignons filamenteux tels que certaines espèces d'Aspergillus, Microsporum et Trichophyton (dermatophytes) (BOISARD, 2014).

2.3.3. Activité antivirale

Des études ont montré que la propolis et/ou ses composants sont efficaces contre plusieurs virus : myxovirus, poliovirus, coronavirus, rotavirus, adénovirus. Ainsi, la propolis et certains de ses constituants (pigénine, chryisine) ont un effet préventif sur le virus de la grippe, atténuant ses symptômes par un effet antineuraminidase (CARDINAULT *et al.*, 2012).

2.3.4. Propriétés cicatrisantes

Ce sont les flavonoïdes qui sont, en partie, responsables de leurs bienfaits réparateurs. En effet, grâce à leurs propriétés antioxydantes, ils vont tendre un piège aux radicaux libres, responsables d'un stress oxydatif, qui endommage les cellules. La propolis joue également un rôle important au niveau de la stimulation métabolique cellulaire, circulatoire et sur la synthèse des fibres de collagène pour un renouvellement plus rapide des tissus et une meilleure élasticité (CARDINAULT *et al.*, 2012).

2.3.5. Propriétés thérapeutiques

Les propriétés de la propolis, basées sur une utilisation traditionnelle et empirique, seraient des propriétés anti-infectieuses couramment utilisées dans le domaine de l'oto-rhino-laryngologie ainsi que des propriétés antiparasitaires, cicatrisantes et fongicides. Elle serait également efficace pour lutter contre la mauvaise haleine et la prolifération de bactéries dans la sphère buccale (PASUPULETI *et al.*, 2017).

2.4. Utilisation dans la ruche

La propolis est le matériau de construction des abeilles, réparation, d'isolation et de protection dans la ruche (**DONADIEU, 1979**).

La propolis est utilisée par les abeilles pour :

- Comme pâte malléable, pour calfeutrer les entrées d'air,
- Pour enduire des corps étrangers ou bestioles rentrées imprudemment dans la ruche.
- Pour fermer l'entrée de la ruche.
- Couvrir d'une fine pellicule les nouveaux rayons ce qui constitue une désinfection efficace et inhibe la construction des cellules royales.
- Enduire et embaumer les corps étrangers putrescibles morts dans la ruche.

Une colonie bien peuplée récolte en moyenne 200g de propolis par an(**BIRI, 1986**).

2.5. Utilisation humain

La Propolis était déjà utilisée par les Egyptiens pour les onguents et les rituels de momification. Elle était spécifiquement appréciée pour ses propriétés antiseptiques et cicatrisantes (**DOMERGO et al., 2007**).

Elle était utilisée contre les inflammations buccales et les caries dentaires, les champignons pathogènes, les eczémas, les affections oculaires et respiratoires .elle servait à guérir les plaies.

Les Allemands fabriquaient des remèdes à base de Propolis pour probablement soigner des cancers, des ulcères, l'eczéma ou encore les éruptions (**DOMERGO et al., 2016**).

3. Pollen

3.1.Définition

Le terme pollen vient du grec " Palé " qui signifie " farine ou poussière " (**AMIGOU, 2016**). Le pollen est la seule source naturelle protéique de la ruche (Figure10), il sert à la colonie d'abeilles de source d'alimentation pour le couvain. Il est récolté par les butineuses qui le mettent dans des poches spécifique pour former des petites pelotes, sur la 3eme paire de pattes (**ROMANO, 2009**). Sa couleur varie selon la plante d'origine en allant du blanchâtre au rose, du jaune au vert et du rouge au marron foncé (**RAVAZZI, 2003**).



Figure 10: Le pollen (Originale 2023)

3.2. Origine

L'appareil sexuel mâle des fleurs possède plusieurs étamines, chacune étant constituée de deux parties, le filet et l'anthere qui contient des grains de pollen. Les grains de pollen représentent les gamètes mâles chez les plantes supérieures (**FREDERIC et ALEXIS, 2013**). Lemot pollen, qui est d'origine latin, signifie farine de fleur, il se présente sous forme microscopique de tailles très variables, porté dans les fleurs par les anthères des étamines. Le pollen peut avoir des couleurs différentes suivant les espèces de plantes; du blanc le plus pâle au noir le plus intense; mais en majorité, le pollen est jaune ou marron clair (**JEAN-PROST, 2007**).

3.3. Composition

Comme son étymologie grecque l'indique, le pollen ressemble à une poussière : « palé » qui signifie fine poussière ou farine. Le pollen en pelote contient en moyenne :

- 18 % d'eau ;
- 25% de glucides (principalement glucose et fructose issus du nectar) ;
- 25% de protéines (c'est le produit apicole le plus riche en protéines) dont les huit acides aminés essentiels et tous les acides aminés semi-essentiels ;
- 5% de lipides, notamment des acides gras essentiels (acide oléique, oméga 3 et 6) ;
- 5% de minéraux (potassium, calcium, sodium, fer, sélénium, zinc, manganèse...) ;
- 15% de substances cellulosiques provenant de la paroi des grains de pollen ;
- Des vitamines (dont vitamine B) et des enzymes (amylase, phosphatase, diastase, saccharase, pectase...) ;

- Des antioxydants (phénols et flavonoïdes) ;
- Des hormones de croissance ;

L'aspect et la composition du pollen sont variables suivant la fleur dont ils proviennent. La couleur varie du jaune, au marron, voire même du pourpre au noir (SZCZESNA, 2007).

Le pollen en générale compose de (Figure 11) :

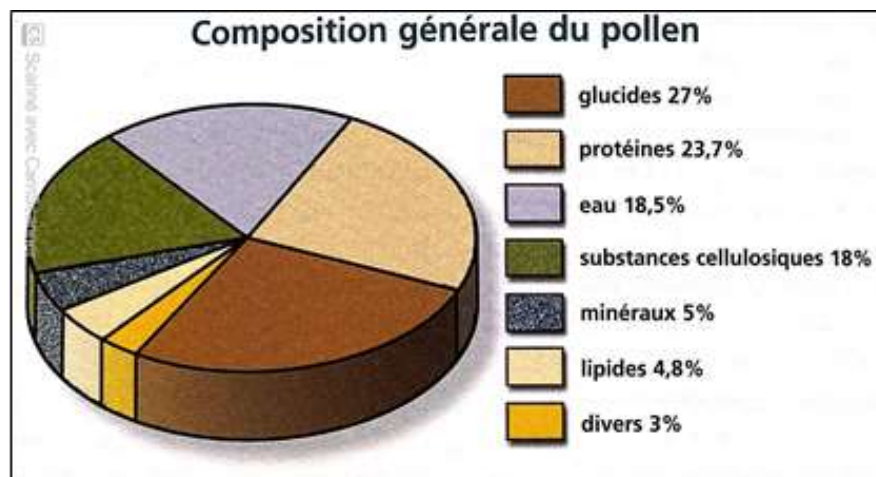


Figure 11: Composition moyenne de pollen. (CLEMENT, 2015).

3.4. Propriétés thérapeutiques du pollen

Le pollen avec sa moyenne de 25% de protéines, est l'aliment le plus riche en acide aminés. 100g de pollen contient la même quantité d'acide aminé qu'un kilo de viande bœuf. Les actions connues sur le corps humain, sont multiple (BLANC, 2010) :

- Action régulatrice des fonctions intestinales ;
- Augmentation du taux d'hémoglobine dans le sang chez les anémies ;
- Regain d'appétit et de poids et apport de l'énergie ;
- Récupération rapide des forces après grippe, ou dépression ;
- Action fortifiante sur le système circulatoire, notamment capillaire ;
- Action bienfaisante sur la fonction du foie et récupération rapide après ictère ;

3.5. Utilisation dans la ruche

Les abeilles récoltent du pollen lorsqu'elles butinent sur les fleurs, et le pollen est stocké en boules dans des cellules de la ruche proches du couvain, qui sert ensuite de nourriture aux larves et permet à la colonie de se reproduire. Il est si important dans la vie des travailleurs qu'on l'appelle parfois "le pain des abeilles" (BROCHET, 1954).

Les abeilles nourrices pour la sécrétion de la gelée royale (CAILLAS, 1957). Selon BIRI (1986), les besoins en pollen d'une colonie moyenne oscillent entre 36 et 38 kg par an.

3.6. Utilisation humaine

Largement utilisé dans l'alimentation humaine au cours des 30 dernières années en raison de sa haute valeur thérapeutique due à sa teneur élevée en protéines et en vitamines (PHYLIPPE, 1994).

4. La cire

4.1. Définition

La cire d'abeille c'est cette matière grasse (Figure12) concrète sécrétée par les huit glandes cirières situées sur la face ventrale de l'abdomen des abeilles ouvrières entre le 13^{ème} et 18^{ème} jour inclus de leur vie d'*Apis Mellifica*. Elle est produite à raison d'une part pour huit parts de miel, mais il est admis qu'elles peuvent même en consommer de 10 à 20 parts (KARLESKIND, 1992).



Figure 12: La cire d'abeille (Originale, 2023)

4.2. Origine

C'est la substance sécrétée par les glandes cirières des jeunes ouvrières. Les écailles de cire, de couleur blanche, sont produites au niveau des miroirs des sternites situés dans la région ventrale entre les anneaux de l'abdomen. Les abeilles âgées de 15 jours sont les plus aptes à produire la cire (JEAN-PROST et al., 2005).

4.3. Composition

C'est un corps gras chimiquement stable, composé principalement d'hydrocarbures saturés, d'esters d'acides gras supérieurs, d'acides libres (acide oléique de cire) et d'alcools (figure 13) on retrouve également de sucres, avec des traces de propolis de l'ordre de 6%, de pigments du pollen et de quelques traces minimales d'abeilles (BRADBEAR, 2010) et les éléments volatils qui lui donnent son odeur particulière. Il contient également de la céphine, de l'acide laurique, du palmitate et des substances colorantes. La céroléine est sa substance molle et la myrécine est sa substance cristalline. (LAMBERT *Et al.*, 1980), des lactones, de la chrysine, de l'eau et divers autres composés vitamine A et substances inconnues (BEGON, 1978 ; DONADIEU, 1984).

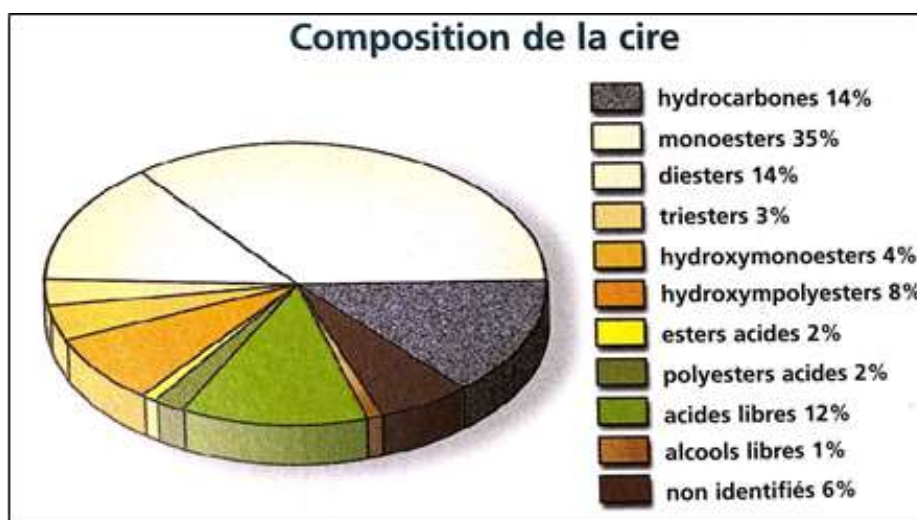


Figure 13: Composition moyenne de la cire (CLEMENT, 2015).

4.4. Propriétés physico-chimique de la cire

4.4.1 Densité

La cire pure d'abeille est caractérisée par une densité (D) comprise entre 0,959 et 0,970 (CHAUVIN, 1968), par conséquent, il est moins dense que l'eau et doit y flotter lorsqu'il est pur. Différentes méthodes sont utilisées pour déterminer cette densité, y compris des méthodes de comparaison avec un mélange d'une densité proche de celle de la cire. Et la méthode d'utilisation d'un pycnomètre de gros calibre ou d'un pycnomètre ordinaire utilisant une formule de calcul spéciale (BOGDNOV, 1999).

4.4.2. Viscosité

La cire d'abeille a une faible viscosité lorsqu'elle est fondue, ce qui la différencie aux autres plastiques (WARRE, 2005).

4.4.3. L'hydrophobie

La cire d'abeille a une structure dense et légèrement granuleuse et est un composé qui ne peut pas interagir physiquement avec l'eau mais qui est soluble dans les solvants organiques tels que le chloroforme, le benzène, l'éther, le disulfure de carbone et le pétrole. C'est une propriété imperméable mais détruite de nombreux plastiques par autres solvants (LAMBERT *Et al.*, 1980).

4.4.4. Le PH

Par définition, l'indice d'acide (AI) est le milligramme de potasse nécessaire pour saponifier l'acide libre contenu dans un gramme de cire. Les cires pures ont un indice d'acidité compris entre 17,2 et 23,5, ce qui est récent et donc peu exposé aux divers facteurs altérant qui pourraient l'augmenter ou le diminuer (BOGDNOV, 1999).

4.4.5. Indice de réfraction

L'indice (IR) est calculé à l'aide d'un réfractomètre, permettant d'effectuer des lectures à des températures supérieures au point de fusion de la cire, qui a été fixé par la Pharmacopée Suisse à 75°C. Pour la cire jaune et la cire blanche, la valeur est de 1.440-1.445 (BOGDNOV, 1999).

4.5. Propriétés thérapeutiques de la cire

La cire présente une action anti-inflammatoire et cicatrisante (GHARBI, 2011), des propriétés antioxydantes contre le stress oxydatif (ANILAKUMAR *et al.*, 2007), une action antibactérienne et antifongique contre les salmonelles, *Staphylococcus aureus* et *Candida albicans* (GHARBI, 2011).

4.6. Utilisation dans la ruche

Il est utilisé pour construire les rayons dont se servent les abeilles. Stockez du miel, du pollen et pondrez des œufs pour la reine.

4.7. Utilisation humain

- Utilisé dans les produits comestibles et les médicaments (la cire a peu de valeur nutritive car elle est mal absorbée) ;
- Fabrication de cosmétiques et de bougies ;
- Imperméabilisation du tissu, du bois et du métal ;

5. Le venin

5.1. Définition

Le venin est un liquide transparent d'une odeur prononcée et d'un goût âcre produit par des glandes situées à la partie postérieure de l'abdomen des ouvrières et de la reine. Il s'accumule dans le sac à venin relié à l'aiguillon piqueur (le dard) (JEAN-PROST, 2007). Lorsqu'une abeille pique, le venin est pompé dans la victime à l'aide d'aiguillon (LEVEN *et al.*, 2005). En effet, il faut environ 10 000 abeilles pour récolter 1 gramme de venin (BRADBPEAR, 2010).

5.2. Origine

Le venin se forme au cours de la première semaine de la vie de l'abeille et les glandes à venin commencent à fonctionner 4 semaines après que les abeilles ouvrières deviennent gardiennes. La glande à venin est reliée à la chambre à venin par un cathéter (DARRIGOL, 1979). Il est sécrété en majeure partie par la glande acide qui fait partie de l'ensemble de l'appareil vulnérant de l'abeille. Une autre glande, la glande alcaline encore appelée glande de Dufour, est connectée au système vulnérant dans l'abdomen de l'abeille ouvrière (JEAN-PROST, 2005).

5.3. Composition

Le venin est un liquide translucide. Sa composition varie selon le nectar et le pollen consommés, l'âge et les espèces apparentées (COUSIN, 2014). Il contient 85% d'eau et 15% de substances différentes telles que des enzymes, des protéines, des sucres, des phospholipides, des glucides, des acides, des amines ainsi que des composés anti-inflammatoires tels que l'apamine et la mellitine (DOMEREGO Et BIAMCHARD, 2012).

5.4. Propriétés thérapeutiques du venin

Le venin possède aussi des enzymes servent dans la régulation de diverses réponses immunitaires et changements physiologiques pour fournir une base pour de futures thérapies pour diverses maladies (HOSSEN *et al.*, 2017).

5.5. Utilisation par les abeilles

Ouvrière défend sa colonie avec ses épines (dard).

D'autre part La reine utilise sa piqûre juste pour tuer les siens.

5.6. Utilisation humain

Selon (PHILIPPE, 1994), il a été récemment utilisé dans le traitement des maladies cardiaques (puisque le venin est un vasodilatateur et un anticoagulant).

6. La gelée royale

6.1. Définition : La gelée royale est une substance centrale de la ruche, elle assure son existence et son fonctionnement. Elle est sécrétée par les glandes hypopharyngiennes et mandibulaires des jeunes nourrices âgées de 5 à 15 jours. La gelée royale sert à nourrir toutes les larves pendant les trois premiers jours et le long de la vie des larves qui sont sélectionnées à devenir reines (RIGAL, 2012). Elle se distingue par des caractéristiques spécifiques : une couleur blanchâtre qui devient jaune au contact avec l'air (Figure 16), une odeur caractéristique du phénol, un goût gélatineux, visqueux (FRATINI et al., 2016), fortement acide et légèrement amer avec une odeur âcre (PHILIPPE, 1999).



Figure 14: La gelée royale (Originale, 2023)

Chapitre III

Gelée royale: composition et production

La gelée royale elle est utilisée en médecine traditionnelle chinoise depuis plusieurs siècles ; elle n'était consommée que par des riches chinois car elle était très rare, ses usages principaux étaient destinée à assurer la longévité et la vigueur sexuelle, en parallèle, elle a été utilisée dans nombreuses cultures en Europe de l'est ; au même titre que le ginseng, en tant que substance adaptogène (**BARRETT, 2011**).

Les premières véritables recherches scientifiques remontent au XVIIe ; par une observation systématique de son utilisation par des abeilles, ces recherches ont permis de découvrir sa consommation très spécifique par la reine et les larves (**CAVARESE et al, 2006**).

La production à grand échelle n'a débuté qu'au début du XX siècle, avec la mise en point par des apiculteurs d'un procédé permettant d'augmenter la production de gelée royale. (**DONNADIEU, 2011**).

1. Définition

La gelée royale est une sécrétion produite par des glandes situées dans la tête des abeilles ouvrière, est particulièrement actives chez les abeilles dites « nourrices » qui ont entre 5 et 14 jours (**BIRI, 2003**).

Pour pouvoir fabriquer cette substance, les nourrices doivent consommer du miel, du pollen et du nectar récoltés dans les fleurs afin de permettre la maturation de leurs glandes qui secrèteront la base de la gelée royale. Après leur dixième jour de vie, elles vont s'atrophier et l'abeille ne pourra plus produire de gelée royale (**RIGAL, 2012**).

La gelée royale, appelée également « lait maternel de l'abeille » est une substance qui se distingue par des caractéristiques spécifiques : une couleur blanchâtre qui devient jaune au contact avec l'air, une odeur caractéristique du phénol, un goût gélatineux, visqueux avec un pH acide compris entre 3 et 4, d'où son acidité en bouche (**FRATINI et al., 2016**)(Figure15).

Cette nourriture très riche, lui permet de vivre pendant 04 à 05 an, et en pleine saison de pondre chaque jours jusqu'à 2000 œufs (**MATZKE et al.,2003**).



Figure15 : Larve de la reine baignant dans la gelée royale ouverte (MOZAFAR *et al.*, 2017).

2. Biosynthèse de la gelée royale

La gelée royale est un produit strictement apiaire, il n'est pas fabriqué à l'aide des matières extérieures comme le pollen ou le nectar des fleurs, mais entièrement composé de sécrétions (BRADBEAR,2010) de deux types de glandes céphaliques des abeilles Ouvrières, entre le 5ème et le 14ème jour de leur existence (ouvrières qui portent alors le nom de nourrices) : glandes hypo-pharyngiennes et mandibulaires(JEAN PROST, 2007).

Les glandes hypo-pharyngiennes sont des paires d'amas alvéolaires de cellules glandulaires, situées entre les yeux et le cerveau des abeilles nourricières (DESNEYN et BILLEN, 2005). Elles jouent un rôle dans la production de la partie protéique de la gelée royale nécessaire à l'alimentation des larves (Figure16)(CRAILSHEIM et STOLBERG, 1989).



Figure 16 : glande hypopharyngienne photographie sous ME (BALDY,2009)

Les glandes mandibulaires sont des glandes situées à côté de chaque mandibule et sont de taille très grande chez les abeilles et moyenne chez les ouvrières. Elles jouent plusieurs rôles dont celui de la production des composés lipidiques de la gelée royale. L'acide 10-hydroxy-2-décénoïque est l'acide gras prépondérant de la gelée royale produit par ces glandes (figure17)(BARKER, 1959).

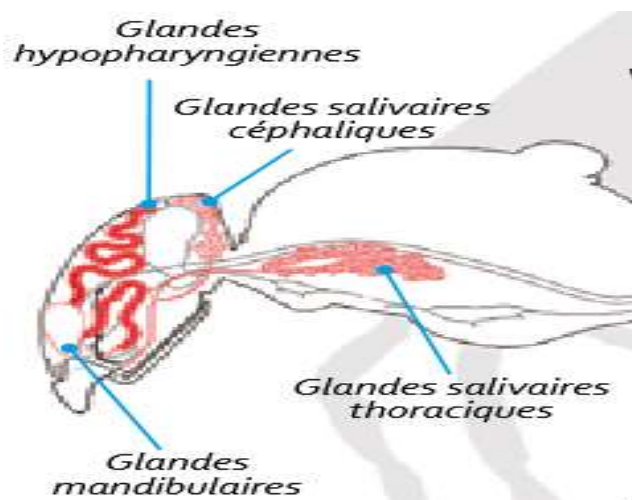


Figure17:Glandes hypopharyngienne et mandibulaire del'abeille (FAYET,2017)

3. La destination de la gelée royale dans la ruche

La gelée royale est principalement la nourriture exclusive de la reine: depuis l'état larvaire jusqu'à la fin de sa vie c'est aussi la nourriture de toutes les larves de la ruche, sans exception, pendant les trois premiers jours de leur vie (KHAZEI et al., 2017). Pendant ces trois jours de nourrissage intensif, les larves grossissent à une vitesse incroyable. A partir du quatrième jour, les larves de mâles et la plupart des larves de femelles sont nourries avec ce qu'on appelle une bouillie larvaire, composée de pollen fermenté et de nectar. Elles deviendront les faux-bourdons et les ouvrières de la colonie (BIRI, 2003).

4. Composition chimique

Avant d'aborder la composition de la gelée royale, il est primordial de rappeler que celle-ci, d'origine naturelle, n'est pas standardisée. Elle dépend des conditions environnementales, la région, le climat l'alimentation des abeilles (FRULEUX, 2018), selon les conditions de conservation (BABIN,2015) et en fonction de l'état métabolique et physiologique des abeilles

ouvrières (SCARSELLI *et al.*, 2005) ainsi que selon l'âge des larves (LERCKER *et al.*, 1993).

Plus de vingt auteurs ont publié des résultats de l'analyse partielle qu'ils ont faite de la composition de la gelée royale. D'après les données de (CLEMENT, 2009) la composition de la gelée royale fraîchement récoltée est comme est indiquée dans la figure suivante.

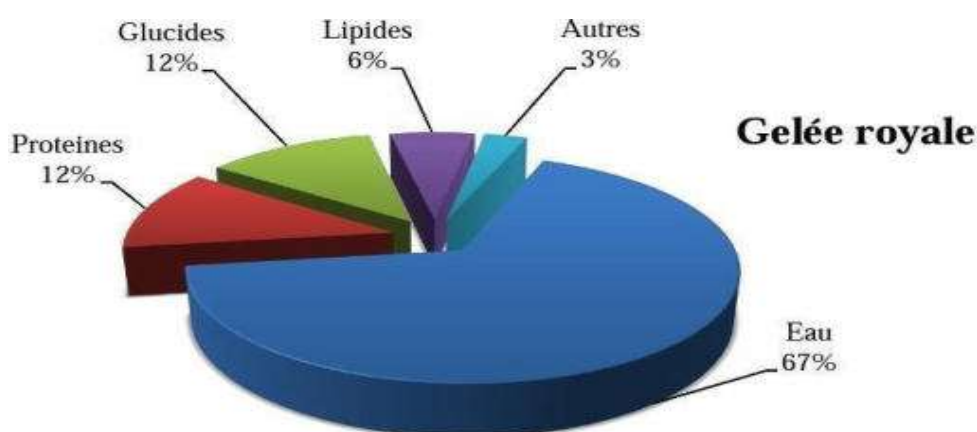


Figure 18: Le pourcentage moyen des composés chimiques de la gelée royale (CLEMENT, 2009).

La Gelée Royale est un véritable concentré d'éléments vitaux responsables de ses bienfaits :

- On y trouve principalement des acides aminés directement assimilables.
- Ses bienfaits tiennent également aux vitamines du groupe B, c'est notamment l'aliment naturel le plus riche en vitamines B5. La gelée royale possède également une grande diversité de minéraux.
- On trouve notamment l'acétylcholine.

Ainsi la composition moyenne et les différents composés de la gelée royale sont décrits dans le tableau qui suit.

Tableau 2 : les principaux composés de la gelée royale (MARTINI et SEILLER, 2006)

Composition	Pourcentage total	Type de composés	Principaux composants

Eau	57 à 70 % (moyenne 70 %)		
Hydrates de carbone	14 %	Monosaccharides	Glucose et fructose
		Disaccharides	Saccharose, maltose...
		Polysaccharides	Mélibiose, erlose, ribose...
Protides	13 %	Acides aminés (dont les 8 essentiels)	Proline, lysine, leucine, arginine, valine, phénylalanine...
		Peptides	Défensine (la royalisine), apisimine, jelleines I, II, III, IV...
		Protéines	MRJP1, MRJP2, MRJP 3, MRJP4
Lipides	4,5 %	Acides gras	<i>Trans</i> -10-hydroxy-2-décénoïque...
		Stérols	Cholestérol et stigmastérol
		Cires	
		Phospholipides	
Substances diverses	2 à 8 %	Minéraux	K, Na, Mg, Ca, Fe, Zn, Cu, S, P, N, C...
		Vitamines	B1, B2, B3 ou PP, B5, B6, B8 ou H, inositol, B9, (B12, C A, D, E, K)
		Enzymes	Glucose-oxydase, ...
		Acétylcholine 1mg/g	
		Hormones (gelée fraîche)	(Estradiol, testostérone, progestérone)
		Acides nucléiques (gelée fraîche)	(ADN et ARN)

MRJP: Major Royal Jelly Protein (MRJP1 ou Apalbumine-1...)

Les substances indiquées entre parenthèses sont à l'état de traces ; les pourcentages sont donnés par rapport au poids total de la gelée royale.

4.1. Caractéristiques des composés de la gelée royale

La gelée royale est un super aliment, qui renferme beaucoup de nutriments et d'éléments vitaux. D'après **DONADIEU, (1994)** et (**ANONYME 5**) On y trouve principalement :

- beaucoup d'acides aminés dont les acides aminés essentiels (ou acides aminés indispensables que notre corps ne peut pas synthétiser mais indispensables à son fonctionnement et à son développement.
- une protéine très spécifique la 57-kDa, baptisée la royalactine, qui sur-activerait la prolifération cellulaire,
- un acide gras très spécifique appelé acide (E)-10-hydroxy-2-décénoïque ou 10HDA. Les bienfaits de la gelée royale tiennent pour une grande partie à la présence du 10HDA que l'on ne retrouve dans aucun autre aliment ou concentré alimentaire connu. Et les concentrations sont très élevées puisque le 10HDA représente 2 à 5 % de la masse de la gelée royale. Ce composé serait responsable de la formation de l'utérus chez les larves nourries à la gelée royale.
- des vitamines de tous les groupes A, C, D, E mais surtout beaucoup de vitamines du groupe B (B3, B5, B8, B9). La gelée royale est le plus riche aliment naturel connu en vitamines B5.
- une grande diversité de minéraux (calcium, magnésium, soufre, potassium, cuivre, phosphore, fer...),
- beaucoup d'oligoéléments (sélénium, germanium, manganèse, zinc ...).

Il faut noter que le taux d'acide 10-hydroxy-2-décénoïque (10 HDA) est un des facteurs permettant de déterminer la qualité de la gelée royale et que la teneur en acide pantothénique (vitamine B5) est l'une des plus fortes que l'on connaisse pour une substance naturelle.

4.2. Teneur en eau

La teneur en eau de la gelée royale variée de 60 à 70 % (**BAUDEL, 2017**). La variation d'humidité peut s'expliquer par l'insolubilité de certains de ses composés (**SABATINI et al., 2009**).

4.3. Glucides

Les principaux sucres existant dans la gelée royale sont le fructose et le glucose avec une teneur qui varie entre 4,06 à 6,4 % et 5,07 à 8,2 %, respectivement. Le saccharose est également présent mais en quantité moindre (0,8 à 3,6 %).

La composition en glucides de la gelée royale pourrait être liée non seulement à l'origine territoriale mais aussi à la méthode et au moment de la collecte et à l'âge des larves (**ZHU et al., 2019**).

La gelée royale d'origine française comporte une teneur en sucres comprise entre 7,9 et 17,9 % avec une moyenne de 13,1 % (**XUE, 2017**).

4.4. Protides et acides aminés

La teneur en protéines dans la gelée royale est d'environ 13 % (**JEANNE, 1992**).

Les protéines de la gelée royale jouent des rôles physiologiques et spécifiques dans le développement de la reine des abeilles (**NOZAKI et al., 2012**). Elles modulent le développement des larves femelles non seulement par leur haute valeur nutritionnelle mais principalement par l'activité physiologique de leurs 400 à 578 acides aminés qui contribuent au rôle de la gelée royale dans la prolifération cellulaire, la suppression des cytokines et l'activité antimicrobienne (**XIN et al., 2016**).

La gelée royale contient un grand nombre de protéines natives et des dérivés protéiniques, parmi les protéines remarquables, la famille des Major Royal Jelly Protéines (MRJP) est constituée par 5 protéines de haut poids moléculaire dont l'apalbumine ou MRJP 1 et MRJP 2, sont les plus représentées avec environ 80 % des protéines totales de gelée royale qui se manifestent au niveau du cerveau (les centres de mémoire) de l'abeille adulte. Elle contient également une γ -Globuline et aussi des protéines de faibles poids moléculaires (**AMIGOU, 2016**).

La royalisine est l'une des protéines présentes dans la gelée royale aux côtés des apalbumines précédemment décrites. La seule source connue à ce jour de la royalisine est la gelée royale. La royalisine appartient à la famille des défensines, c'est le groupe de protéines antimicrobiennes notamment sur les bactéries à Gram positif (**BABIN, 2015**).

Des peptides exclusivement retrouvés dans la gelée royale existent, ils appartiennent à la famille des jelleines, on en distingue 4 numérotés de I à IV (Jelleine-I, Jelleine-II, Jelleine-III,

Jelleine-IV) se composent de 8 ou 9 acides aminés dont l'extrémité C terminale est amidée et sont chargés positivement (**BABIN, 2015**).

Tableau 3: les Acides aminés libres de gelée royale (**BARNUTIU et al., 2011**)

Acides aminés libres	%	Acides aminés libres	%
Alanine	1.7	Serine	3.5
Valine	1.7	Amino butyric acid	3.5
Glycine	2.1	–	–
Isoleucine	1.3	–	–
Leucine	13.3		–
Proline	139.8	–	–
Thréonine	1.0	–	–

4.5.Lipides

La gelée royale a une teneur lipidique d'environ 5 % dont 80 à 85 % d'acides gras sous forme libre à chaîne courte contenant 8 à 12 atomes de carbone et sont généralement de acides gras hydroxyyles ou dicarboxyliques (**XUE, 2017**).

4 à 5 % de phénols responsables du brunissement de la gelée à la lumière et 0,30 % de stérols (**JEANNE, 1992**).

Les acides gras de la gelée royale les plus importants dans l'ordre sont l'acide 10 - hydroxydécanoïque (10- HDA), l'acide 10-hydroxy-2-décénoïque (10H2DA) et l'acide sébacique (SA). Ces acides participeraient à la résistance de la reine dans la ruche et à sa Longévité (**LAURENT, 2014**) et jouent un rôle dans les propriétés biologiques de la gelée royale (**AMIGOU, 2016**).

Ces acides gras sont souvent trouvés en quantité infime mais certains se démarquent quantitativement, dont le 10-hydroxy-trans-2-décénoïque (10H2DA) ; qui est un acide gras le plus important car il tient un rôle central dans l'activité de la gelée royale, des dérivés de cet acide sont également retrouvés sans que leurs activités ne soient identifiées (**LI et al., 2013**).

Le 10-HDA exerce un contrôle épigénétique sur la caste différenciation d'*Apis mellifera* en inhibant les histones désacétylases qui catalysent l'hydrolyse de résidus acétyl-lysine des histones au niveau N-terminal (**BUTTSTEDT et al., 2016**) et (**POLSINELLI et YU, 2018**).

En raison du faible pH de la gelée royale, le 10-HDA agit comme un puissant bactéricide. Il protège donc les larves d'abeilles contre les infections bactériennes virulentes qui affectent les ruches telles que celles causées par certaines souches de *Paenibacillus* (**SEDIVASE et al., 2018**).

La gelée royale est aussi composé de façon minoritaire, des acides adipique, pimélique, Subérique, de stérols (cholestérol, 24-méthylène-cholestérol...), ainsi que de lipides neutres et d'hydrocarbures voisins de composés retrouvés dans la composition de la cire (**LI et al., 2013**).

4.6. Sels minéraux

Le taux des sels minéraux contenus dans la gelée royale est d'ordre de 0,80 g par 100g (**JEANNE, 1992**). Ils sont en quantité moindre que celle contenue dans le pollen. Il en existe dans cet aliment les minéraux : Calcium, Fer, Potassium, Soufre, Magnésium, Phosphate, Sodium, Zinc, Cuivre, Manganèse, Aluminium, Baryum, Strontium, Bismuth, Cadmium, Mercure, Or, Nickel, Titanismes, Vanadium, Cobalt et Molybdène (**LAURENT, 2014**).

Les auteurs évoquent des variations quantitatives en fonction de l'environnement de la ruche et de facteurs biologiques liés aux abeilles elles-mêmes (**BABIN, 2015**).

4.7. Vitamines

La gelée royale contient plusieurs types de vitamines dont le groupe de vitamines B et surtout la vitamine B5 (acide pantothénique) (**ZHOU et al., 2007**), dont elle est le produit naturel le plus riche avec une teneur qui va de 65 à 200 µg/g (**COUSIN, 2014**).

Il en existe aussi en quantité négligeable la vitamine C et des vitamines liposolubles telles que les vitamines A, D, E et K sous forme de traces (**GHARBI, 2011**).

La gelée royale est utilisée pour améliorer la santé des cheveux et favorisée leurs croissances, ceci est due à sa teneur élevée en biotine qui favorise la production de la kératine (**ZHOU et al., 2007**).

Tableau4 : Principales vitamines identifiées dans la gelée royale (**XUE et al., 2017**).

Types de vitamines	Quantités (mg/100g)
Vitamine A	01,10
Vitamine D	00,20
Vitamine E	05,00
Vitamine B1	02,06
Vitamine B2	02,77
Vitamine B6	11,90
Vitamine B12	00,15
Vitamine B5 (acide pantothénique)	52,80
Niacine	42,42
Vitamine C (acide ascorbique)	02,00
Vitamine B9 (acide folique)	00,40

4.8. Composés phénoliques

Les composés phénoliques ou polyphénols sont des métabolites secondaires synthétisés à partir des métabolites primaires. Ils sont parmi les composés bioactifs de la gelée royale, ils proviennent de plante où ils sont largement distribués (**LIU et al., 2008**).

Les composés phénoliques sont présents dans la gelée royale dont la concentration dépend de divers facteurs, notamment les espèces végétales utilisées par les abeilles, la santé de la plante, la saison et les facteurs environnementaux (**RAMADAN et al., 2012**).

L'activité antioxydante de ces composants contribue aux propriétés anti-inflammatoires de la gelée royale (**KOCOT et al., 2018**).

4.9. Flavonoïdes

Le terme « flavonoïde » désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols. Ils possèdent le même élément structural de base, à savoir l'enchaînement 2-phénylchromane. Ils sont caractérisés par leur structure commune en C6-C3-C6 (**PORTET et al., 2007**).

Les principaux flavonoïdes présents dans la gelée royale sont les flavonoles, les flavanones, les flavones et les isoflavonoïdes. L'activité antioxydante de ces composants contribue aux propriétés anti-apoptotiques et anti-inflammatoires de la gelée royale (**KOCOT et al., 2018**).

4.10. Les enzymes

Provenant des glandes salivaires des nourrices, on retrouve les enzymes suivantes : la glucose-oxydase, la glucose-déshydrogénase et un précurseur de l' α -glucosidase, la phosphatase et la cholinestérase (**COUSIN, 2014**).

4.11. Autres composés

La gelée royale contient également d'autres composés qui sont :

- On peut également trouver certains débris tel que des fragments de larves ou encore de la cire (**BABIN, 2015**).
- Des hormones sexuelles : œstradiol, testostérone et progestérone (**DOMEREGO et al., 2009**).
- De la gélatine (précurseur de collagène) et des acides nucléiques (ADN et ARN) (**GHARBI, 2011**).
- Des facteurs antibactériens (**DOMEREGO et al., 2009**).
- De l'acétylcholine (jusqu'à 1 mg/g) (**LAURENT, 2014**).

5. propriété de la gelée royale

5.1. Propriétés physique de la gelée royale

- La gelée royale se présente sous l'aspect d'une pâte gélatineuse assez liquide dont la Consistance à tendance à s'épaissir en vieillissant.
- Elle est parfaitement soluble dans l'eau et sa densité est voisine de 1,1 g/ml.

5.2. Propriétés organoleptiques

- Elle est de couleur blanchâtre ou légèrement jaunâtre, couleur qui peut se modifier Légèrement au contact de l'air après un long stockage.
- Elle présente une odeur piquante, caractéristique. Plus l'odeur est prononcée, plus elle indique la fraîcheur, une gelée royale sans odeur étant suspecte.
- Goût : légèrement Acide (**DOMEREGO et al., 2007**).

5.3. Propriétés biologiques de la gelée royale

La gelée royale possède de nombreuses propriétés notamment au niveau métabolique, nutritif et énergétique. En effet, son extraordinaire composition qualitative et quantitative lui confère nombreuses propriétés thérapeutiques. L'ensemble des recherches effectuées à ce jour permet de montrer plusieurs propriétés biologiques de ce produit. Ces propriétés sont en rapport avec la composition chimique (l'eau, des protéines, des lipides, des hydrates de carbone, des acides aminés, des sels minéraux, des vitamines, des enzymes, des hormones, des oligo-éléments, et des antibiotiques) (**LEGRAND, 1987**).

5.3.1. Action revitalisante

La gelée royale augmente la capacité de l'effort musculaire, de la capacité vitale, de la fonction respiratoire et du niveau énergétique de l'organisme. De plus, elle augmente le tonus et la vitalité chez les patients atteints d'une fatigue chronique (BATCHELDER, 2002). Elle améliore l'appétit, la force et la masse corporelle pour les sujets maigres, déprimés et dans les cas d'anorexie (FOSSATI, 1972).

5.3.2. Action antibactérienne et antivirale

La gelée royale possède une activité inhibitrice sur de nombreux microorganismes soit bactéries, champignons ou virus (MATEESCU, 2016) cette activité est liée à la présence de :

5.3.2.1. L'acide trans-10-hydroxy-2-décénoïque (10H2DA)

Des études ont montré que l'activité antibactérienne de la GR contre gram positif et gram négatif est due en majorité à la présence d'un acide gras, l'acide trans-10-hydroxy-2-décénoïque, qui est actif sur différentes bactéries : *Escherichia coli*, *Bacillus*, *Staphylococcus aureus* (BARNUTIU et al., 2011).

5.3.2.2. Les protides

Des protéines et des peptides jouent également un rôle important dans le pouvoir Antibactérien de la gelée royale. Il s'agit des protéines majeures de la gelée royale ou MRJP, ainsi que de trois types de peptides : une défensine (laroyalisine), les jelleines (jelleine I, II, III, IV), et l'apisimine. Ce dernier peptide ne possède pas d'activité antimicrobienne mais forme un complexe avec l'apalbumine (MRJP1) et serait impliqué dans l'activation de mécanismes cellulaires (FONTANA et al., 2004). La royalisine inhibe les bactéries à gram positif tel que *Bacillus subtilis*. Elle est aussi active sur *Escherichia coli*, comme l'apalbumine (BARNUTIU et al., 2011).

Des études ont démontré les propriétés bactériostatiques et bactéricides de la gelée royale et notamment contre les colibacilles que sont *Proteus* et *Escherichia coli* et contre le bacille de Koch à l'origine de la tuberculose. (MICHAEL, 2010), grâce à la présence d'acide 10-hydroxy-trans-2-décénoïque (RIGAL, 2012). Ainsi, deux substances ont été identifiées: l'acide hydroxytransdécénoïque et une protéine appartenant à la famille des gammaglobulines seraient à l'origine de cet effet antibactérien. Toutefois, d'autres substances sont impliquées comme la royalisine, d'origine protéique (FUJIWARA et al., 1990).

La royalisine aussi est un type de peptide qui joue un double rôle : antifongique en inhibant la croissance du champignon *Botrytis cinerea* et antibactérien en empêchant la multiplication des bactéries *Bacillus subtilis* et *Sarcina lutea* (MATEESCU, 2016).

L'activité antivirale a été supposée lors de l'adjonction de la gelée royale dans le traitement de l'hépatite et de la grippe. Malgré que, la gelée royale possède des vertus et stimulants non spécifiques de système immunitaire, son action directe sur les virus n'a pas encore été démontrée. A forte dose, son action anti virale est plus importante (GHARBI,2011).

5.3.3. Action anti-inflammatoire

La gelée royale contribue à la suppression des dommages inflammatoires causés par les cellules micro-gliales. En 2004 une étude démontre les propriétés anti-inflammatoires de la gelée royale, cet article, apparu en 2004 dans le 68ème volume de Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry démontre la présence de facteurs responsables de l'inhibition, dose dépendante, des cytokines pro-inflammatoires, telles que TNF- α , IL-6 ou IL-1, activé par des macrophages. Après avoir effectué des analyses chromatographiques, ces auteurs ont suggéré que la gelée royale serait un aliment fonctionnel pour retarder les progrès inflammatoires dans le future et elle contient des facteurs, parmi lesquels la protéine majeure3 (MRJP3) qui inhibe la sécrétion des cytokines pro-inflammatoires (YOU et al., 2018).

5.3.4. Action sur la fertilité

une étude mené par (GHANBARI et al., 2015), a démontré que les personnes atteintes du diabète qui sont traitées par la gelée royale présentent quelques symptômes positifs par rapport aux diabétiques sans traitement tels que : l'augmentation de poids des testicules, le nombre, la motilité et la viabilité des spermatozoïdes ainsi que les taux sériques de testostérone.

La gelée royale est très efficace pour les femmes qui ont les symptômes de lapré ménopause, de l'ostéoporose. Elle améliore l'équilibre hormonal et la fertilité pour l'homme et la femme par l'amélioration de la qualité des ovules (LEWIS, 2005).

6. Les propriétés thérapeutiques de la gelée royale

6.1. Action antioxydante

La gelée royale est un antioxydant puissant par sa composition en métabolites secondaires (**BALKANSKA et al., 2017**).

La présence des composés phénoliques dans la(GR) lui permet d'exercer une activité antioxydante contre la peroxydation des lipides (**COUSIN, 2014**).

Les acides aminés libres, y compris les acides aminés essentiels, les petits peptides, tels que les dipeptides (Lys-Tyr, Arg.-Tyr et Tyr-Tyr) obtenus à partir de protéines de gelée royale, hydrolysées par protéase, possèdent des groupes hydroxyles phénoliques qui piègent les radicaux libres par transfert d'atome d'hydrogène de leur groupe hydroxyle (**MARTINELLO et MUTINELLI, 2021**) et (**GUO et al., 2009**)

Grâce à sa richesse en produits antioxydants, la gelée royale aiderait à retarder les effets du vieillissement cutané. Elle contient des oligoéléments et des vitamines qui, jouent un rôle protecteur vis-à-vis des radicaux libres. En plus de la vitamine C, la gelée royale contient de inflammatoires, expliquant son action protectrice contre les effets nocifs du soleil (**MARTINI et al., 2006**).

6.2. Action régénératrice et cicatrisante

Grâce à sa forte teneur en acides aminés, notamment la proline et l'hydroxy proline connue comme étant des précurseurs de l'élastine et du collagène, la gelée royale est utile dans les phénomènes de réparation tissulaire (**BLANC et al., 2010**) et (**RIGAL, 2012**).

De plus, les protéines majeures de la (GR) ou MRJP (major royal Jelly protéines) qui constituent un groupe de cinq protéines seraient capables, notamment la MRJP1, d'induire la prolifération des kératinocytes (**MAJTAN et al., 2010**).

Le 10 H2DA intervient dans le processus de cicatrisation en favorisant la production de facteur de croissance TGF- β 1 (Facteur de croissance transformant beta) par les fibroblastes ou bien il stimule la production de collagène et son dépôt dans les dermes (**KOYA-MIYATA et al., 2004**).

La gelée royale contient aussi des oligoéléments et des vitamines qui interviennent dans le processus de kératinisation par la régulation de la division des cellules basales de l'épiderme (**MARIE, 2012**).

La gelée royale diminue significativement la période de cicatrisation des lésions cutanées desquamées (FUJII *et al.*, 1990).

6.3. Action immunostimulante

La(GR) stimule les organes hématopoïétiques (MICKAEL, 2010). La γ -globuline et le 10H2DA présents dans la gelée royale ont une action sur les organes hématopoïétiques en effet elles stimulent la prolifération cellulaire, la production d'anticorps et des globules blancs et rouges. Aussi, elles ont une activité eupeptique et régulatrice des troubles digestifs fonctionnels bénéfiques à l'immunité par l'amélioration du rendement physique et intellectuel conférant un état de bien-être général (COUSIN, 2014).

6.4. Action Neurotrophique

La gelée royale participe à l'équilibre neuropsychique grâce à sa forte teneur en acétylcholine un neurotransmetteur dans les systèmes nerveux périphérique et central et le seul neuromodulateur utilisé dans la division motrice du système nerveux somatique. Elles sont utilisées notamment pour améliorer la mémoire, prévenir la sénilité, augmenter l'énergie, réduire l'anxiété et calmer les sujets hyperactifs. Récemment, il a été rapporté que la gelée royale augmente la différenciation de tous les types de cellules cérébrales neurales, tandis que l'acide 10-hydroxy-trans-2-décénoïque (10HD2A), un acide gras insaturé caractéristique de gelée royale, augmente la production des neurones et diminue celle des astrocytes des cellules souches neurales. Ainsi, elle a un effet antidépresseur, anxiolytique et favorise l'attention en améliorant l'oxygénation du cerveau (PAVEL *et al.*, 2011).

Sa richesse en acétylcholine et en vitamine du groupe B lui permet d'intervenir dans l'équilibre neuropsychique (MICKAEL, 2010).

6.5. Cancer et gelée royale

Après observation, le cancer chez les apiculteurs, fort consommateurs des produits de la ruche, est quelque chose de rare. En effet, la gelée royale aurait une action sur l'ADN des cellules cancéreuses, hypothèse vérifiée chez la souris dans des études réalisées au Japon et au Canada. L'acide hydroxytransdécénoïque, acide gras de la gelée royale, serait la source de cette activité. Cependant, le rôle de la gelée royale dans la prévention du cancer chez l'homme n'a pas encore été démontré (BOUVYER, 2004) et (TAMURA *et al.*, 1987). La gelée royale

est reconnue pour ses effets de facteur de croissance en stimulant la multiplication des cellules normales mais peut tout aussi bien exercer ceux-ci au niveau des cellules malignes, idée non encore démontrée et en opposition avec l'action sur le système immunitaire du produit de la ruche. Ainsi, le risque que cette substance donnée à une personne atteinte d'un cancer aggrave celui-ci ne doit pas être négligé car le contraire n'a pas encore été étudié (**ASSOCIATION EUROPEENNE D'APITHERAPIE**).

6.6. Autres propriétés

- la gelée royale présente des effets physiologique et pharmacologique chez les mammifères, y compris les activités vasodilatatrices, hypotensives, activité hypercholestérolémique (**FUJII, 1995**) et (**MATEESCU, 1999**).
- Elle diminue le taux de sucre dans le sang (jusqu'à 30%) chez les diabétiques trois heures après une prise de la gelée royale (**PHILIPPE, 1999**).

7. Effets indésirables

La gelée royale n'est soumise à aucune contre-indication précise (en dehors du cas particulier des patients cancéreux) et est reconnue d'une totale innocuité, mais sa richesse en protéines l'expose tout de même à un risque allergénique possible (**CAILLAS, 1977**) et (**SWEETMAN, 2002**). Le risque d'avoir une allergie à la gelée royale est plus élevé chez les personnes qui ont d'autres allergies (**LEUNGLE et al., 1997**).

8. Production de la gelée royale

La production de gelée royale requiert un travail minutieux, des apiculteurs spécialisés et une bonne organisation. Une production intensive peut fournir jusqu'à 500 g par ruche, en gardant à l'esprit qu'une production de 250 g est considérée comme un bon rendement. Cette activité, bien que plus contraignante que la récolte du miel, est très rémunératrice pour l'apiculteur.

8.1. Conditions requises pour la production

La colonie d'abeille orientée à la production de gelée royale doit réunir un certain nombre de critères (**BABIN, 2015**) :

- ✓ Une forte colonie : densité d'abeille proche d'une colonie en état de propension à l'essaimage.
- ✓ Un rapport équilibré entre les abeilles nourrices et les abeilles butineuses
- ✓ Une colonie en bon état sanitaire

- ✓ Une reine jeune et bonne pondeuse, et de préférence sélectionnée, La sélection doit

Aboutir à un équilibre : bonne productrice GR/ une bonne résistance contre les maladies.

- ✓ Des provisions suffisantes : miel et pollen
- ✓ De la chaleur et de l'humidité.
- ✓ La technique et la disponibilité de l'apiculteur.

8.2. Facteurs influençant la production de la gelée royale

La production de gelée royale peut être affectée par les gènes des abeilles et l'environnement externe ou interne de la colonie, impliquant des facteurs biologiques et comportementaux intrinsèques. Ainsi, parmi les facteurs internes, nous citons la position et l'acceptation des larves, et pour les facteurs externes, on trouve la nutrition, les conditions climatiques, la température, les précipitations et l'humidité (FAQUINELLO *et al.*, 2011). Par ailleurs, la production de gelée royale est influencée par le nombre de collections (levées) par saison, la localisation géographique du rucher, l'expérience de l'apiculteur et l'origine Génétique des abeilles (OPIDA, 2009).

8.3. Les différentes méthodes de production de GR

Pour produire la GR, l'apiculteur doit rendre une colonie orpheline, soit en tuant la reine, soit en la plaçant dans une autre ruche avec quelques cadres d'abeilles. Cette opération oblige les ouvrières à créer des cellules royales dans le but d'élever une nouvelle reine. Au bout de 3 jours, l'apiculteur peut détacher ces cellules gorgées de gelée royale. S'il reste encore de jeunes larves, la récolte pourra être renouvelée les 6e et 8e jours après l'orphelinage. Ensuite, il faudra fournir aux abeilles un cadre de couvain frais et continuer la récolte tous les 2 ou 3 jours. Après 6 récoltes, si la reine a été tuée, il faudra répartir les abeilles dans d'autres colonies, sinon, elle pourra être réintroduite dans sa ruche.

Il existe beaucoup d'autres méthodes pour récolter la gelée royale. Par exemple, il arrive que des ouvrières se mettent à pondre et dans ce cas, il n'est pas nécessaire d'apporter du couvain frais pour continuer la récolte.

Certaines méthodes permettent de réaliser la récolte dans une ruche possédant sa reine, que ce soit dans des cellules artificielles (méthode de **Doolittle et pratt** ou méthode de greffage des larve), qui sera détaillée afin de comprendre le principe général (PROST *et al.*, 2005).

9. La méthode de cellules artificielles (DOOLITTLE et PRATT)

Cette technique de production consiste à rendre la ruche orpheline en lui enlevant sa reine pour que les ouvrières élèvent alors une nouvelle reine (CHERBULIEZ et DOMEREGO, 2003). Nous choisissons un modèle de ruche à 10 cadres. Une grille à reine verticale partage la colonie en deux compartiments (figure 19).



Figure 19: Grille à reine (ITELV, 2013).

La grille à reine permet la mobilité des abeilles librement entre les deux compartiments mais empêche le passage de la reine d'un compartiment à l'autre. La grille à reine emprisonne la reine dans le compartiment B. L'autre compartiment A est appelé alors partie orpheline. C'est dans cette partie de la colonie que la gelée royale sera produite suite à l'instinct d'orphelinage. Cet instinct pousse les abeilles nourrices à nourrir les jeunes larves à la gelée royale pour élever une nouvelle reine (BABIN, 2015) (figure 20).

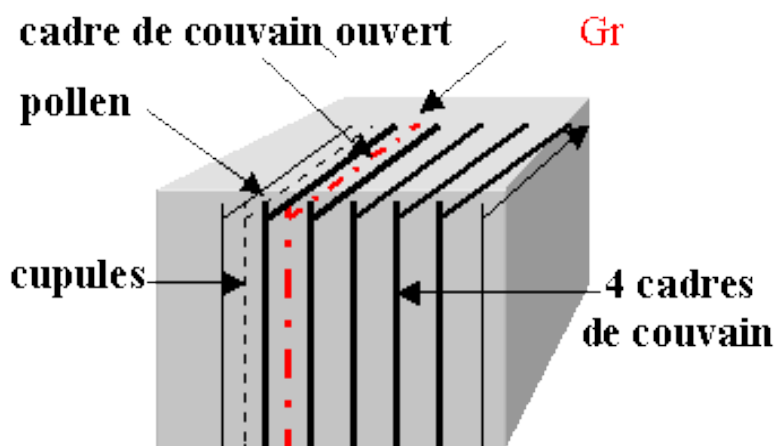


Figure20: Illustration de la technique de **DOOLITTLE** et **PRATT**

9.1. Les étapes de la méthode des cellules artificielles

9.1.1. L'élevage de ruches très performantes

La production de gelée royale demande beaucoup d'effort aux abeilles. Les abeilles consomment plus de miel pour produire de la gelée royale que pour les autres produits de la ruche ce qui demande un suivi personnalisé très important. Les ruches utilisées pour produire de la gelée royale doivent être très peuplées et fortes.

9.1.2. La préparation des cadres de cellules royales

Les cellules destinées à recevoir l'élevage royal sont différentes par rapport aux cellules classiques des ouvrières. Les cellules royales, appelées cupules, peuvent être en cire ou plus couramment en plastique. Elles sont fixées sur des lattes, elles-mêmes emboîtées dans un cadre classique de ruche (Figure 21).



Figure 21 : Cadre à trois barbettes de cupules en plastique (**ORIGINALE, 2023**).

Il est important de noter que les cupules sont, avant leur première utilisation, placées durant une journée dans une ruche quelconque. Les abeilles éliminent ainsi les odeurs étrangères à la ruche, nettoient et imprègnent les cupules de leur odeur. Cette familiarisation permet une meilleure acceptation des cellules par la suite.

Avant de procéder au greffage, l'apiculteur doit préparer les cellules royales en y déposant au fond un mélange : gelée royale/eau (1/3;2/3), qui optimise la survie de la larve après le greffage. Par ailleurs, il doit également avoir récupéré un cadre de jeunes larves (nées depuis moins de 24h-36H) dans l'une des ruches (zone B, ou la reine peut pondre). Ces deux conditions étant réunies, le greffage peut débuter (**BABIN,2015**).

9.1.3. Le greffage des larves

Le greffage des larves peut se faire de manière manuelle et à l'œil nu mais compte tenu de la très petite taille de celle-ci, le producteur de gelée royale préférera s'équiper d'outils optiques (loupes éclairées) et d'outils de picking spécialement conçus.

Les larves sont installées dans des cupules spéciales, de taille équivalente aux cellules royales naturelles dans la ruche. Les abeilles nourrices comprendront alors que ces larves doivent être élevées comme des reines et rempliront les cupules de gelée royale (Figure22).



Figure 22: Greffage des larves (original 2023)

9.1.4. L'introduction du cadre porte-lattes

Quelques heures avant l'introduction du cadre d'élevage greffé et amorcé, diviser le corps de la ruche élèveuse en 2 compartiments par une grille à reine verticale pour empêcher la reine de changer de compartiment.

Du côté orphelin (compartiment A) et contre la grille à reine verticale, placer 1 cadre avec du couvain ouvert et laisser 2 espaces qui recevront le cadre porte-cupule greffé et le cadre de nourriture du starter. La reine et le reste des cadres se trouvent de l'autre côté de la grille (compartiment B). Le couvain du compartiment A va attirer les nourrices ; quelques heures plus tard, introduire le cadre d'élevage greffé et le cadre de nourriture et brosser toutes les abeilles du starter. Eventuellement, introduire une cire gaufrée dans le compartiment B pour occuper les abeilles cirières et éviter des constructions sauvages autour des cellules royales du compartiment A (**BABIN, 2015**) (figure 23).



figure23 : Introduction du cadre porte barrettes dans la ruche (**Originale,2023**).

9.1.5. Le décalotage et délarvage

Après trois jours, la gelée royale est récoltée (**BOSELLI et al., 2003**)l'apiculteur précède au décalottage qui consiste à couper le haut de la cellule en Cire les abeilles ont, durant les trois jours,allongé la cellule royale avec de la cire. Pour le faire il faut couper la cire au ras de la gelée royale afin de faciliter l'extraction larvaire par la suite. Cette opération se fait avec un couteau ou un cutter à condition que Ceux-ci soient de qualité alimentaire. Le principal risque de cette étape est de blesser la larve et de faire écouler ses fluides dans la gelée royale (**BABIN,2015**).



Figure 24 : Le décalottage (**Originale, 2023**)



Figure 25:délarvage (**Originale, 2023**)

9.1.6. Extraction de la gelée royale

La gelée royale est extraite à l'aide d'une spatule ou plus couramment d'une petite pompe à vide (figure25) puis la filtrer (0,4-0,7mm) avant de la conditionner en pot de verre. La conservation se fait à l'abri de la lumière.



Image26 : Pompe à gelée royale (BABIN, 2015)

10. Le conditionnement

L'apiculteur extrait la gelée placée dans le bocal pour la conditionner dans des pots de 10 grammes. Les pots sont ensuite replacés au réfrigérateur, puis placés dans un emballage isotherme juste avant leur vente.

11. Conservation de la gelée royale

La gelée royale est un aliment dont la conservation est difficile; très périssable, il faut la mettre, dès le prélèvement, dans de petits flacons de verre sombre et aseptique (GOUT et JARDEL, 2008) et La conservation se fait par plusieurs moyens :

Gelée royale fraîche : température de stockage au réfrigérateur entre 2 à 5 °C, pour éviter qu'elle ne se dégrade irréversiblement (BIRI, 2011).

La gelée royale congelée : la conservation doit être maintenue à une température inférieure à -18°C (max. 18mois après la date de récolte) (OPIDA, 2009).

On peut également trouver de la gelée royale lyophilisée sous forme de gélules ou de capsules mais présentée ainsi, elle perd une partie de ses propriétés par l'évaporation de ses composants volatiles. Il existe toutefois d'autres formes comme les ampoules sous vide ou en flacons, en comprimés ou mélangée avec du miel.

12. Facteurs influençant la production de gelée royale

Plusieurs facteurs influence la production de la gelée royale citons :

12.1. Les facteurs internes : ce sont les facteurs inter-coloniaux tels que la position des larves et leur acceptation (FAQUINELLO et al, 2011).

12.2. les facteurs externes : tels que la nutrition, les conditions climatiques, la température, les précipitations et l'humidité (FAQUINELLO et al., 2011).

La température externe maximale et l'humidité relative interféraient positivement, c'est-à-dire augmentent la production de gelée royale, tandis que les précipitations ont une influence négative (TOLEDO et MOURO, 2005).

La production de gelée royale est influencée par le nombre de collections (levées) par saison, la localisation géographique du rucher, l'expérience de l'apiculteur et l'origine génétique des abeilles d'après les résultats d'une recherche menée par (SEREIA et al., 2010) sur les compléments avec différents nutriments dans l'alimentation des abeilles(OPIDA, 2009).

La production de la gelée royale varie avec la nutrition, qualité des sources disponibles et supplémentassions protéinique recommandée dans les colonies d'abeilles. De plus, l'utilisation de compléments alimentaires sur la production de la gelée royale fait partie des spécifications de qualité de ce produit (OPIDA, 2009).

13. Utilisation humaine et bienfait de la gelée royale

La gelée royale et sous différentes forme, mais si on cherche une efficacité maximale elle vaut mieux la consommer fraîche et pure avec une cure d'un gramme par jour, au-début (MICHEL et LOIC, 2018).

La Gelée royale aide principalement l'organisme à lutter contre la fatigue et à se défendre contre les agressions psychiques, climatiques, bactériennes, etc. Elle est également utilisée en période hivernale, lors de stress, de grande dépense physique ou en convalescence. La gelée royale permet une meilleure oxygénation des tissus et notamment du cerveau (ROCH et al., 2007).

PARTIE EXPERIMENTAL

MATERIELS ET METHODE

1. L'objectif

Le but de notre expérimentation consiste à produire de la gelée royale par l'abeille locale : *Apis mellifera intermissaen* utilisant un biruche pour avoir une colonie très peuplée et par conséquent un bon rendement.

2. Rucher expérimental

2.1. Situation géographique du rucher

Cette étude a été réalisée pendant la période de fin Juin à début Juillet 2023, dans un rucher privé de Monsieur Ould Fella Noureddine pratiquant l'apiculture depuis dix ans. L'exploitation est située au village Ath El Arbi à Iferhounene dans la wilaya de Tizi Ouzou en Algérie (Figure 27). Elle est située à 8 km au sud-est d'Ain El Hammam et à 70 km environ au sud-est de Tizi Ouzou dans la région de Kabylie, elle est délimitée par :

- Le Nord on trouve Ait Yahia et Imsouhal
- Le Sud Wilaya de bouira
- L'Est Ililten
- L'Ouest Akbil et Abi Youcef



Figure 27 : Vue aérienne du site expérimental à Iferhounane (Originale Google earth)

2023).

2.2. Les caractéristiques climatiques

Le village d'Ath El arbi commune d'Iferhounene est une région montagneuse se situe à 710 m d'altitude ; le décalage de saison recensé cette année a fait que la période de notre expérimentation se caractérise par un temps humide et une température comprise entre 26 et 30 ° (Figure 28).

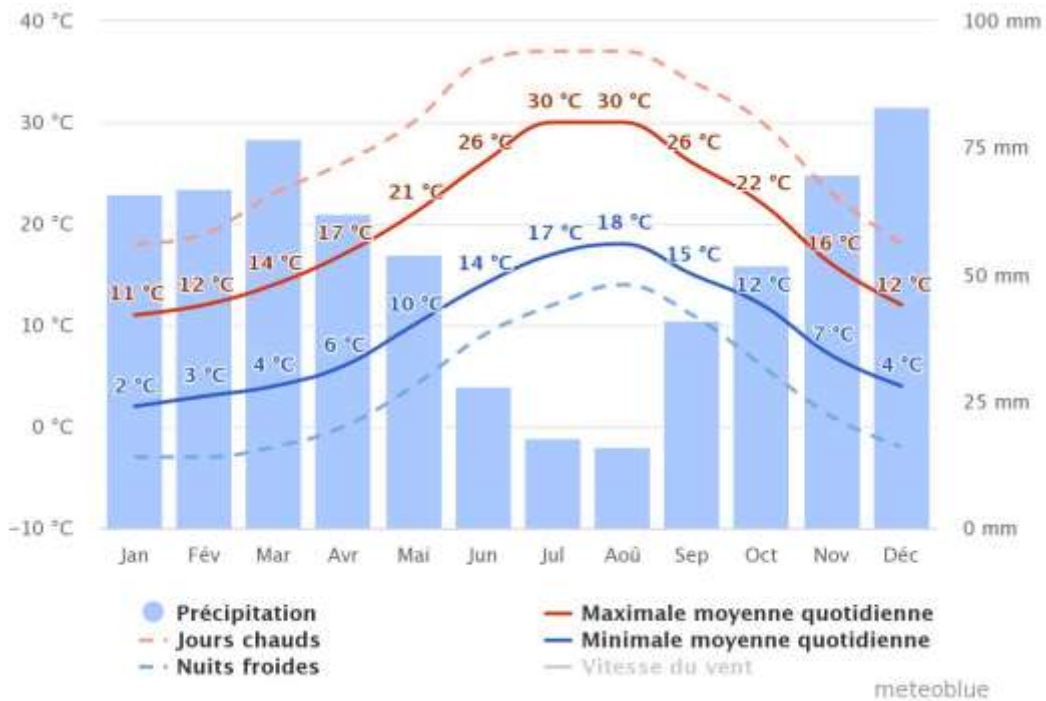


Figure 28 : Caractéristiques climatiques de la région Iferhounene Tizi ousou, 2023.

2.3. La flore mellifère

Pour la réussite d'un rucher, la présence de la flore en quantité et en qualité est indispensable. Le climat de la région Ifarhounene favorise l'installation d'une flore mellifère diversifiée qui peut satisfaire les besoins des abeilles en nectar, en pollen et en propolis. Cette flore est divisée en trois catégories :

2.3.1. La flore spontanée

Elle est représentée par une variété d'espèces dont la bourache, la vipérine, l'oxalis, le chardon, le mélilot, la mélisse, la luzerne, le ciste de Montpellier, le ciste à feuille de sauge, l'aubépine, le thym, la lavande....etc.

2.3.2. La flore sub-spontanée

Elle est représentée essentiellement par l'eucalyptus qui est une essence très mellifère durant la période estivale.

2.4.Emplacement de rucher

2.4.1.Ensoleillement : Afin de bénéficier du soleil durant une longue période de la journée, les trous de vol des ruches sont orientés vers le Sud-est.

2.4.2.Abreuvement : Les abeilles ont un besoin quasi constant d'eau notamment en période d'élevage de couvain. Le rucher est proche d'une source d'eau.

2.4.3.Le support : chaque ruche est posée sur un support solide avec une hauteur est de 30cm, afin de permettre une bonne circulation de l'air sous le plancher et éviter l'humidité dans la ruche.

3.Matériels et méthodes

3.1. Matériels

Au sein de notre essai nous avons utilisé : matériel biologique et matériel expérimental.

3.1.1. Matériel biologique

La race d'abeille sur laquelle nous avons effectué notre expérimentation est l'abeille Tellienne : *Apis mellifica intermissa* (Figure 29).

Selon LOUVEAUX (1985) cette race présente les caractéristiques suivantes :

- Elle est très agressive et très pillarde ;
- Elle est très essaimieuse ;
- Elle a une forte sensibilité aux maladies du couvain;
- Elle récolte la propolis en grande quantité ce qui rend la manipulation des cadres difficile.



Figure 29: L'abeille locale *Apis mellifera intermissa*(Originale, 2023)

3.1.2. Matériel Expérimental

1. Ruche

Les colonies d'abeilles se trouvent dans des ruches de type LANGSTROTH créée en 1850, à dix cadres. Actuellement, il est le modèle le plus répandu dans le monde et en Algérie. Son grand avantage est l'interchangeabilité des corps et des hausses ce qui facilite les manipulations par l'apiculteur. Dans les pays grands producteurs de miel, presque tout le matériel d'élevage, de manutention, de transport, de transhumance et d'extraction est fabriqué pour convenir au modèle LANGSTROTH. Qui est devenu une ruche de référence dans la plupart des stations de recherche apicole (PHILLIPE, 1994) (Figure30).



Figure 30 : La ruche LONGSTROTH munie d'un support (Originale, 2023)

2. Ruchette

Elle est de type LONGSTROTH réduite à 5 cadres avec un plateau, un trou de vol étroit. La ruchette sert:

- A transporter les cadres d'élevages et les cadres de couvain ouvert du rucher au laboratoire;
- A recueillir la reine et les cadres de couvain pendant l'orphelinage.

3. Cadres d'élevage

Appelés encore cadres portes barrettes, sont des cadres analogues à ceux du corps des ruches, sur lesquels sont placées des lattes port-cupules au lieu de la cire (Figure31).



Figure 31

: Cadre d'élevage (Originale, 2023)

4. Cupules en plastique

Amorce de cellule royale en plastique, généralement fixée sur une latte par série de trente unités (Figure32). On y dépose la larve de quelques heures, qui sera mise à élever en vue de produire la gelée royale.

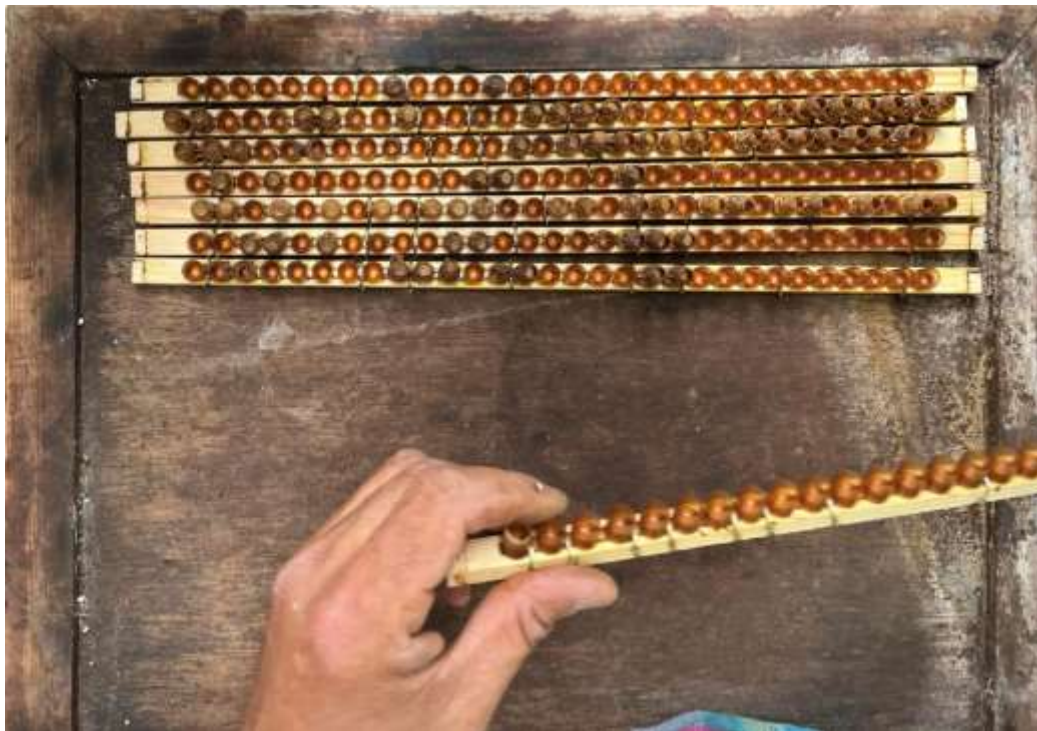


Figure 32: Les cupules en plastique (Originale, 2023)

5. Picking

C'est un matériel en plastique, ayant une extrémité aplatie qui sert à transférer les jeunes larves de leur bain de gelée royale dans les cupules où elles seront élevées (Figure 33).



Figure 33 : Le picking (Originale, 2023)

6. Chevalet de greffage

Est un encadrement servant de support sur lequel on place le cadre pourvoyeur de larves à greffer (Figure 34).



Figure 34: Chevalet de greffage

7. La lampe

Elle facilite la vision des larves lors du greffage. L'éclairage doit être froid pour ne pas dessécher les larves (Figure35).



Figure 35 : La lampe (Originale, 2023)

8. Matériel du marquage de reine

Constitué d'un appareillage pour saisir la reine et d'un marqueur (Figure36).



Figure 36: Le matériel de marquage de reine (Originale, 2023)

3.1.3. Matériels d'exploitation

1. Combinaison apicole

Utilisée contre les piques d'abeilles, elle se compose d'un chapeau à très large bord, muni d'un voile de protection qui assure une vision parfaite et une paire de gants.

2. Enfumoir

Outil indispensable pour la manipulation des colonies permet l'introduction de la Fumée afin de calmer les abeilles (Figure 37)



Figure 37: L'enfumoir (Originale, 2023)

3. Lève-cadre

C'est une barre en fer qui sert à détacher et décoller les cadres de la ruche que les abeilles ont soudé avec de la propolis (Figure38).



Figure 38 : Lève-cadres(Originale, 2023)

4. Brosse à abeilles

Elle sert à balayer les abeilles des cadres à récolter (Figure39).



Figure 39: La brosse à abeille (Originale, 2023)

3.1.4. Autres matériels

1. La balance

Elle est utilisée pour le pesage de la gelée royale après la récolte (Figure40).



Figure 40 : La balance précision(Originale, 2023)

2. Sac isotherme

Un sac isotherme ou glacière utilisés lors du transport de la gelée royale.

3. Flacons ombrés

Ils servent au conditionnement de la gelée royale.

4. Alcool

Il est employé pour les diverses opérations de désinfection, notamment : du picking avant d'entreprendre le greffage et le délavage, et des flacons avant le conditionnement de la gelée royale (Figure41).



Figure 41 : L'alcool (Originale, 2023)

5. Coton tiges

Ils sont utilisés pour désinfecter et nettoyer les cupules après chaque récolte.

6. Couteau pour le décalottage

Il est utilisé pour diminuer la hauteur des cellules royales dans le but de faciliter la récolte.

3.2.Méthode

Notre expérimentation a été réalisée fin Juin à début Juillet (2023).

3.2.1.Période pré-expérimentale

Les travaux effectués durant cette période visent à former des colonies fortes avec un couvain développé et des provisions suffisantes. C'est ainsi que la ruche est rendue prête pour la production de gelée royale. Les opérations effectuées sont les suivantes:

3.2.2. Désherbage

C'est l'élimination des herbes qui se trouvent en dessous et aux alentours des ruches. Le désherbage permet une très bonne circulation de l'air, dégage le trou de vol et évite un excès d'humidité qui peut disséminer les maladies dans la ruche.

3.2.3. Visite des ruches et constitution des lots

Le rucher Iferhounene est composé de 20 ruches pleines. Le choix des ruches expérimentales au niveau du rucher a tenu compte des caractères suivants :

- Présence d'une jeune reine;
- Le nombre des cadres à couvain (une moyenne de 7 cadres par ruche);
- Présence de provisions suffisantes;
- L'état sanitaire des colonies;
- Une colonie forte.

3.2.4. Le nourrissage stimulant

La fréquence de distribution a été de deux fois par semaine durant un mois, avec un sirop dont la dose est de 1 kg de sucre pour 1 litre d'eau. Ce nourrissage stimule la ponte de la reine ce qui permet d'obtenir de fortes populations.

3.2.5. Marquage de la reine

On marque les reines pour qu'elles soient reconnues facilement lorsqu'on procède à l'orphelinage. Cette opération consiste à individualiser d'abord la reine ensuite l'encager dans un appareil pour saisir la reine et teinter son thorax à l'aide d'un marqueur de couleur.

3.3. Technique expérimentale et étapes d'élevage

Pour la conduite de notre essai, nous avons utilisé la technique d'élevage dans une colonie orpheline.

3.3.1. Orphelinage

Nous avons emprisonné la reine afin d'induire chez les abeilles l'instinct de démarrer un élevage royal.

3.3.2. Préparation de la ruche

On divise la biruche en deux compartiments qui sont séparés par une grille à reine verticale (Figure 42). La reine est confinée dans une partie ou compartiment. Dans le deuxième compartiment orphelin, un cadre porte-lattes prend position. Notre travail consiste à placer 3 à 4 cadres de couvain fermés, un cadre de provision et des cadres dont le couvain est en grande partie éclos. En positionnant de préférence le cadre porte-latte entre un cadre de couvain ouvert et un cadre de provision, on attire les nourrices vers les larves à élever.



Figure 42 : Grille à reine verticale

3.3.3. Familiarisation des cupules

Avant la première utilisation des cupules, les abeilles doivent nettoyer et éliminer les odeurs artificielles et étrangères à la ruche. Pour cela nous avons confié le cadre porte barrettes garnis

de cupules à une population d'abeilles durant une journée. Pour accélérer cette familiarisation nous avons arrosé le cadre avec de sirop. Il n'est pas nécessaire de répéter cette opération entre chaque récolte.

3.4. Elevage proprement dit

3.4.1. Greffage ou transfert des larves

Une fois la durée de familiarisation achevée, nous avons pris les cadres d'élevage ainsi que 2 cadres à couvain ouvert d'une autre ruche au laboratoire.

Une fois en possession de ce cadre de jeunes larves, nous l'avons placé sur un support incliné chevalet de greffage, afin d'avoir les deux mains libres. Nous avons pris la barrette dans une main et le picking dans l'autre, puis nous avons prélevé des larves âgées de 12 à 36 heures à l'aide de ce picking désinfecté. Nous avons déposé les larves au fond des cupules. Nous avons poursuivi cette opération jusqu'à ce que toutes les 100 cupules aient été greffées (Figure 43).



Figure 43 : Le greffage (Originale, 2023)

A la fin de greffage nous avons fixé les lattes sur les cadres d'élevage puis transportées dans une ruchette et introduites dans la colonie orpheline.

3.4.2. Récolte

Les récoltes (Figure 44), ont eu lieu au troisième jour d'élevage où la gelée royale se trouve à son maximum d'abondance.

- **Déroulement**

Nous avons coupé à l'aide d'un couteau l'amorce de cire que les abeilles ont construit autour des cupules acceptées;



Figure 44 : La récolte de la gelée royale (Originale, 2023)

Nous avons procédé au délarvage (enlevé les larves) à l'aide d'une aiguille afin d'éviter de retirer trop de gelée royale;

Nous avons récolté la gelée à l'aide d'une spatule.

Matériels et méthodes

La gelée récoltée est directement déversée dans un flacon ombré puis entreposée rapidement au frais, et à l'abri de la lumière.

Chaque barrette est pesée pleine, donc avec la gelée royale après le délarvage et vide après l'extraction, sur une balance de précision. Par différence, nous avons déterminé la production à chaque levée.

A la fin de chaque série, nous avons greffé dans les mêmes cupules les larves pour l'élevage de la série suivante.

RESULTAT ET DISCUSSION

1. Evolution de production :

1.1. Nombre de cupules acceptées par essaie :

Nous avons greffé 33 larves sur deux barrettes et 34 larves Sur une barrette donc un total de 100 larves. Le nombre de cupules acceptées est de 65 en premier essaie 69 en deuxième et 70 en troisième essaie (tableau 05).

Tableau 05 : Acceptation des larves par essaie :

Essaie	Date de récolte	Nombre de Cupules	Nombre de cupules acceptées
E1	27/6/2023	100	65
E2	03/6/2023	100	69
E3	06/7/2023	100	70

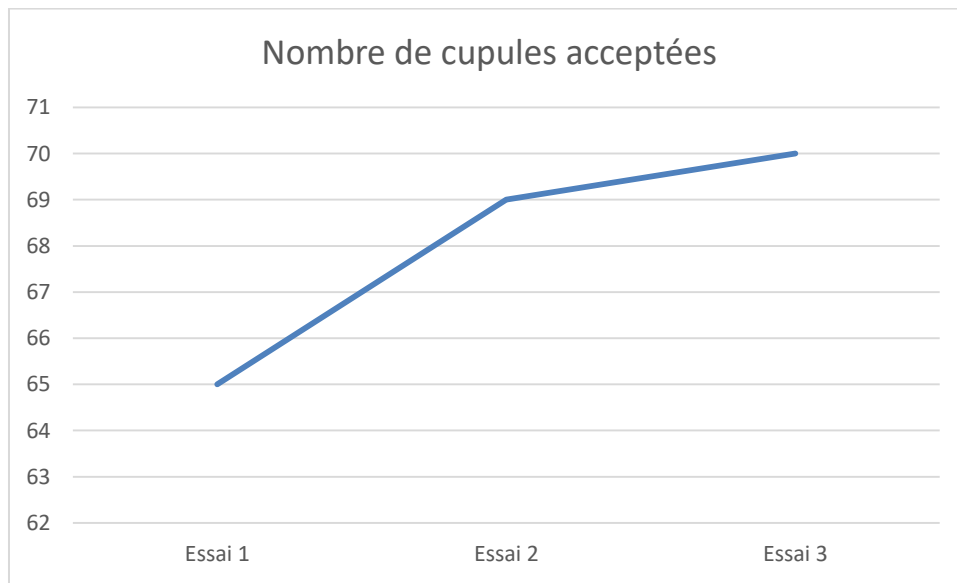


Figure45 : Moyenne de nombre de cupules acceptées par essaie.

On se basant sur les résultats rapportés par le (tableau05) et illustrés par la (figure45) ont note que le nombre de larves acceptées est faible à la première récolte il n'est que de 65%, il est de69% à la deuxième récolte pour atteindre 70% à la troisième récoltes.

La faiblesse de l'acceptation des larves à la première récolte et la deuxième récolte pourrait s'expliquer par les facteurs suivants :

Une mauvaise manipulation des larves, tout traumatisme mène a la non acceptation de la larve et a l'insuffisance de la durée de familiarisation.

-Selon PICKARD et KIKHER, (1983) cité par PHILLIPE(1994), il est important de déposer la larve dans la même position que celle qu'elle avait dans les alvéole d'origine. Ils mirent en évidence le rôle de L'amorce de gelée royale au fond de la cupule au moment de greffage, et obtinrent des résultats significatifs : 55% d'acceptation sans gelée royale, 75% avec cette dernière et 85% avec de la gelée royale diluée dans l'eau.

-la possibilité d'un traumatisme des larves greffées au cours des manipulations soit par le picking, soit par des facteurs physiques comme la température.Selon PAIN(1968), il est admis que les larves abandonnées ont été traumatisées au cours de manipulation, soit par le crochet servant à leur transposition des rayons vers les cellules artificielles soit par les facteurs physique tels que la température.

- l'insuffisance de la durée de familiarisation des cupules, en effet les cupules sont introduites pour la première fois dans les ruches d'élevage, pour cela les abeilles doivent nettoyer et éliminer les odeurs artificielles et étrangères à la ruche et induisent les cupules d'une substance attractive dite de familiarisation qui favorise l'acceptation des larves par les nourrices (PROST, 1987).

L'augmentation des résultats obtenus à la 3 ème récolte est probablement due :

- Tout d'abord à l'amélioration de la technique de greffage, ainsi que à la bonne familiarisation des cupules qui favorise l'acceptation, en effet les cupules de réemploi sont mieux acceptées que les cupules qu'on a introduit la 1ere fois ceci rejoint l'avis de VUILLAUME, (1968). Les cupules qui ont déjà acceptées le seront mieux encore si on les utilise plusieurs fois. De même le temps de familiarisation augmente l'acceptation (PROST, 1986).

-D'autre part, la gelée royale resté dans les cupules après les premières récoltes favorise l'acceptation des larves greffées.

1.2. Evolution de production de gelée royale par essaie :

Résultats et discussions

Nous constatons que la quantité de gelée dégorgée dans l'ensemble des cupules acceptées est d'environ 0,46 g par cupule. De ce fait nous avons récolté 29,90g lors de la première récolte et 31,74g et 32,20g respectivement pendant le deuxième et le 3^{ème} essaie.

Tableau 06 : Evolution de production de gelée royale par récolte :

Essaie	Date de récolte	Nombre de cupules	Quantité de gelée produite (en g)
E1	27/6/2023	100	29,90
E2	03/6/2023	100	31,74
E3	06/7/2023	100	32,20

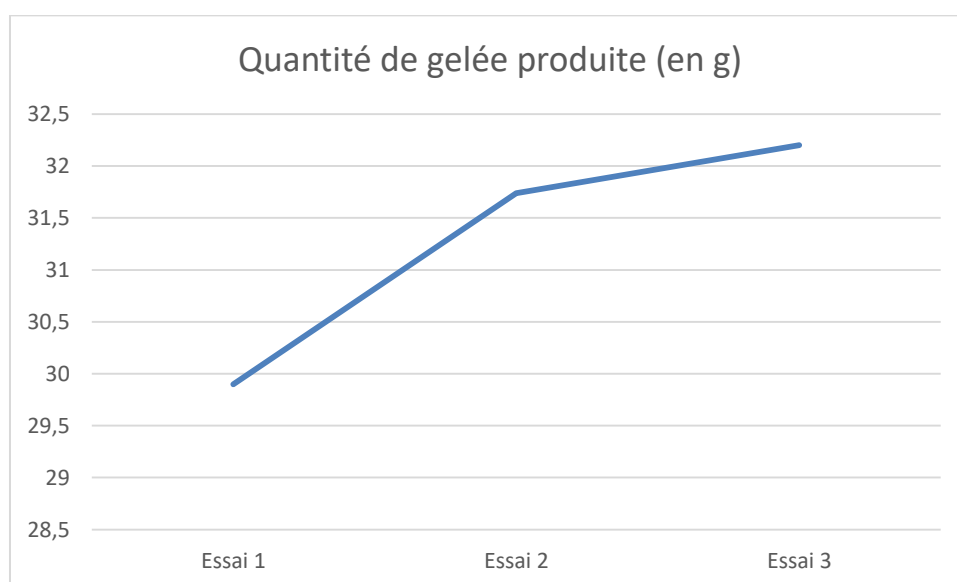


Figure46 : Evolution de la quantité de gelée royale récolté par essaie.

En production conventionnelle, la GR est récoltée 72 heures après le greffage des larves (72 h) en raison de l'accumulation maximale de GR dans les cellules royales à ce moment-là. La récolte de la GR à 24 heures (24 h RJ) ou 48 heures (48 h RJ) après l'enlèvement est également adoptée par certains producteurs.

Cependant, l'étude de (UcakKoc et al.,2021) indique que l'extraction de la gelée royale 24, 48 ou 72 h après l'enlèvement va influencer la qualité de la gelée royale. Ces résultats semblent

Résultats et discussions

confirmés par le fait qu'il existe au Japon une demande pour une gelée royale récoltée après seulement 24 h d'enlèvement.

Par ailleurs **CAILLAS, (1957)** attesta que l'on peut tirer une quantité moyenne de 150 mg de gelée royale par cellule dans de bonnes conditions ; **SMITH (1959)** cité par **JEANNE (1992)** obtint au bout de 72 heures, 235 mg par cellule alors que **CHAUVIN (1968)** cité par **JEANNE (1992)** signala une production variante entre 200 et 250 mg. Cependant d'après nos résultats il paraît que notre race d'abeille tellienne a produit une excellente quantité de gelée royale évaluée à 460 mg par cupule.

CONCLUSION

Conclusion

Egalement appelée « lait des abeilles » **La gelée royale** est une substance naturelle sécrétée par les jeune abeilles ouvrières, est considérée comme l'un des produits les plus importants des abeilles mellifères . Elle est réputée pour sa richesse en nutriments, notamment des protéines, des vitamines et des minéraux, ce qui en fait un produit prisé dans certaines cultures pour ses potentiels bienfaits pour la santé.

Notre étude concernant des quantités de gelée royale produite par l'abeille tellienne *Apis mellifera intermissa* a montré que notre race d'abeille présente de bonnes aptitudes cette production. Elle est apte à produire 0,46g de gelée par cupule. Cependant elle ne peut pas être produite en grande quantité. Les techniques actuelles permettent d'obtenir de 300 g de gelée royale par an et par ruche. C'est donc un produit rare et cher.

La production de gelée royale révèle un processus complexe et fascinant, où les abeilles ouvrières jouent un rôle essentiel dans la synthèse et la récolte de cette substance nutritive. La compréhension approfondie des facteurs influençant la production de gelée royale, tels que la génétique des abeilles et les conditions environnementales, offre des opportunités d'amélioration des rendements et de la qualité. Toutefois, malgré les avancées dans ce domaine, des défis subsistent, nécessitant une recherche continue pour optimiser les méthodes de production. La gelée royale demeure un sujet de grande importance, tant pour l'apiculture que pour ses potentiels bénéfiques dans le domaine de la santé humaine, stimulant ainsi la curiosité scientifique et l'exploration future.

Selon MANADI N. et ADEL M, (1999) notre race d'abeilles produit de bonnes quantités de gelée royale même en automne. Il serait alors souhaitable de tester la méthode intensive de production de gelée royale pour mieux apprécier les performances de cette race dans les conditions apicoles algériennes.

**SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE**

ABDELGUERFI Et al., (2003). Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of honey. *Food Research International*, 63; 183-1991

ACQUARONE, C., BUERA, P. ET ELIZALDE, B. (2007). Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys. *Food Chemistry*, 101: 695–703. *Algérie Revue Acta Botanica*, p253-265. ALPEN.95P

AMIGOU, M. (2016). Les résidus de médicaments vétérinaires et de pesticides dans les produits apicoles alimentaires (Miel, Pollen, Gelée royale et Propolis). Thèse de doctorat vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, Paris.

ANILAKUMAR K. R., KRISHNA K. R. S., CHANDRAMOHAN G., KHANUM F. AND BAWA A. S. (2007). Bees wax polyphenols as suppressor of cel 4 - induced oxidative stress in rats. *Physiol Pharmacol*, 51 (4) : 361-367.

APIMONDIA - STANDING COMMISSION OF APITHERAPIE 2001 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

ASSOCIATION EUROPEENNE D'APITHERAPIE, La médecine par les abeilles – Traité d'apithérapie , CD-ROM d'Apithérapie v1.0

BABIN, M. (2015). La gelée royale de son origine à sa valorisation pharmaceutique. Thèse de doctorat en pharmacie. Faculté de médecine, Angers.

BACHA. H. C. 2005. Le miel entre le coran et la science. *La revue Al-iaajaz Alilmi* : N°15. 6-11p.

BADREN, M A., 2016. La Situation De L'apiculture En Algérie Développement. Mémoire.

BALAS F, 2015. Les propriétés thérapeutiques du miel et leurs domaines d'application en médecine générale : revue de la littérature. *Médecine humaine et pathologie*. ffdumas-01293955.

BALDY A., (2009). Etude de différents stress chez l'abeille : le cas des glandes hypopharyngiennes ; Rapport de stage pour l'obtention du DUT Génie Biologique option Agronomie 11.

BALKANSKA R. (2018). Correlations of physicochemical parameters, antioxidant activity and total polyphenol content of fresh royal jelly samples. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(4), 2319-7706..

Balkanska R. (2018). Correlations of physicochemical parameters, antioxidant activity and total polyphenol content of fresh royal jelly samples. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(4), 2319-7706.

BARKER C. A. (1959). Price changes of stock-dividend shares at ex-dividend dates. *The Journal of Finance*, 14(3), 373-389.

- BARNUTIU L., MARGHITAS L., DEZMIREAN D., MIHAI C. and BOBIS O. (2011).** Chemical composition and antimicrobial activity of royal jelly review. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 44(2), 67-72.
- BEGON J., 1978** La cire pure d'abeilles, La Belgique apicole, Février 1978.
- BELAY A., SOLOMON W.K., BULTONA G., ADGABA N. ET MELAKU S., 2013.** Physicochemical Properties of the Haremma forest honey, Bale, Ethiopia. *Food Chemistry*, 141: 3386-3392. Jean P.P., 2005. 7e édition revue et complétée par le conte y. *Apiculture :Connaître l'abeille. Conduire le rucher.*
- BIRI M., 1986.** L'élevage moderne des abeilles, manuel pratique. Ed. DE VECCHI. 321 P
- BIRI M., 2010.** Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture, Ed De vecchi, Paris, 302P.
- Blanc M., (2010).** Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de Doctorat pharmacie. Université de Limoges. P. 138.
- BLANC M., CHULIA A. (2010).** Propriétés et usage médical des produits de la ruche.
- BOGDANOV S (2006).** Contaminants of bee product. *Apidologie*37: 1-18.
- BOGDANOV S, GALLMANN P, STANGACIU. S; THEODORT CT, 2006:** Produits apicoles et santé. *ALP Forum*. N°41F. 52p.
- BOGDANOV S.,(2011).** The honey book. Chapter 5, Honey composition. *Bee Product Science* : 1-10
- BOGDANOV S.,(1999) .** Critères d'appréciation de la qualité de la cire d'abeille, Centre suisse de recherche Apicole, J. suisse. d'apicult..
- BOGDANOV S., RUOFF K., ODDO L.P. (2004).** Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie*, 35, S4-S17.
- BOISARD S., (2014).**Caractérisation chimique et valorisation biologique d'extraits de
- BOUKRAA L., (2010).** Honey in Traditional and Modern Medicine, CRC Press, 26-32. ISBN, 978-1-4398-4016-0.
- BOUVYER A.,(2004).** «L'apithérapie s'attaque aux pathologies lourdes», *Pratiquesde santé*, n°16, samedi 25 Septembre 2004, p.4-5.
- BRADBEAR N., (2010).** Le rôle des abeilles dans le développement rural. Manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome, 2010. 238 p123-p133
- BROCHET A., (1970).** Les maladies et parasites d'abeilles. Ed. VEGOT FRERE.486P. Bucco-dentaire. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire.

BURDOCK GA., (1998). Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (propolis). *Food Chem Toxicol* 36: 347–63

BUTTSTEDT A., IHLING C.H., PIETZSCH M. and MORITZ R.F. (2016). Royalactin is not a royal making of a queen. *Nature*, 537, 10-13.

BADREN M.A., (2016). La situation de l'apiculture en Algérie et les perspectives de développement. Mémoire présenté pour l'obtention Du diplôme de Master Académique. Université de Tlemcen. p 26.

CAILLAS A., (1977). Si la gelée royale m'était contée, Editions de la pensée moderne,Orléans,1977.

CAILLAS A., (1957). Les trois aliments miracles; La gelée royale. Ed. Paris. Pp 139-229.

CARDINAULT, N., CAYEUX, M. O., & DU SERT, P. P. (2012). La propolis: origine, composition et propriétés. *Phytothérapie*, 10(5), 298-304.

CHAUVIN R., (1968). Traité de biologie de l'abeille, système nerveux, comportement et régulation sociale, Edition Masson et compagnie, pp 241-330.

CHERBULIEZ T., DOMEREGO R.,(2003). L'apithérapie Médecine des abeilles. Bruxelles :Amyris, 2003. 255p.

CLEMENCE H., (2005). le miel : de la source à la thérapeutique. Thèse pour obtenir : le Conseils pratiques a L'intention de L'apiculteur Amateur ; Thèse de Doctorat ; Université CLAUDEBERNARD - LYON I

CLÉMENT H., (2006). Le traité Rustica de l'apiculture. Paris : Rustica éditions , p.64.

CLEMENT H., (2011). Le Traite Rustica De L'apiculture, 2° Edition, Paris, Editions Rustica.CRAI.

CLEMENT H., (2015). Le traité Rustica de l'apiculture. 2015e éd. Rustica éditions.

COUSIN L. (2014). L'abeille et le conseil à l'officine. Thèse de Doctorat en Pharmacie.Université de Poitiers. 77, 21-39.

CAILLAS A., (1957). les trois éléments miracles ;la gelée royale,Ed.Paris139-229

CRAILSHEIM K. and STOLBERG E. (1989). Influence of diet, age and colony condition upon intestinal proteolytic activity and size of the hyopharyngeal glands in the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Journal of Insecta Physiology*, 35 (8), 595-602.

DARRIGOL J-L., (1979). Le miel pour votre santé, Saint Jean De Braye, Editions Dangles.de l'apiculture, recettes, histoire, ruches et ruchers. Paris, Delachaux et Niestlé. dei principali costituenti della gelatina reale. *Apicoltura* 8: 27-37.doctorat pharm

DEBUYSER (1984) IN BOUFADI,M.Y. 2014. Exploration du potentiel antimicrobien et antioxydant de la Propolis d'Algérie [Thèse de doctorat, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, Algérie]. e-biblio.univ-mosta

DESEYN J. and BILLEN J. (2005). Age-dependent morphology and ultrastructure of the hypopharyngeal gland of *Apis mellifera* workers (Hymenoptera, Apidae). *Apidologie*, 36,49- 57.

DIEUDONNE B., (2008). Manuel de Formation Apicole, Abeilles – Environnement – Développement,p44.

DOMEREGO R. & BLANCHARD C., (2012). la thérapie au venin d'abeille (Baroch Editions, 2012)

DOMEREGO R., IMBERT G., & BLANCHARD C.(2007). Les remèdes de la ruche, Monaco Alpen Editions, 96p.

DOMEREGO, R., IMBERT, G., & BLANCHARD, C. (2016). Guide pratique de la MEDECINE des abeilles : miel, pollen, propolis, gelée royale... au quotidien. Éditions Baroch.

DONADIEU Y ,(1993). La propolis thérapeutique naturelle, 4^o Edition, Paris, Maloine édit., , 61p

DONADIEU Y, et MARCHISET C. 1984. La cire thérapeutique naturelle, Paris, Maloine édit, p131.

DONADIEU Y.,(1994) . La Gelée royale, thérapeutique naturelle, éd. Maloine, 1994 (7e édition).

DONADIEU Y. (1978). Le miel thérapeutique naturelle. Ed. MALOINE. 37 p

EL HOUSSEININ., (2013). Intérêts et applications cliniques de la propolis en médecine .

FAQUINELLO P., TOLEDO V.A., MARTINS E.N., OLIVEIRA CAL., SEREIA MJ., COSTA-MAIA FM., RUVOLLO-TAKASUSUKI MCC.(2011). Parameters for royal jelly production in Africanized Honeybees. *Sociobiology* ; 57:p 495–509.

FAQUINELLO P., TOLEDO VAA., MARTIN EN., OLIVEIRA CAL., SEREIA, MJ., COSTA-MAIA FM., RUVOLLO-TAKASUSUKI MCC.(2011). Parameters for royal jelly production in Africanized Honeybees. *Sociobiology* ; 57:p 495–509.

FAYET A., (2017). fiches techniques, anatomie interne, système glandulaire, biologie.p 17.

FAYET A., (2014). Morphologie&anatomie de l'abeille, fiche biologie pour l'association

- FONTANA R., MENDES M-A., DESOUZA B-M., KONNO, K., CESAR L-M., MALASPINA O. et PALMA M-S. (2004).** Jelleines: a family of antimicrobial peptides from the Royal Jelly of honey bees (*Apis mellifera*). *Peptides*, 25:p 919-928.
- FRATINI F., CILIA G., MANCINI S., FELICOLI A. (2016).** Royal Jelly: An ancient remedy with remarkable antibacterial properties. *Microbiological Research*, S0944- 5013, 30083-0
- FREDERIC B ., ALEXIS D., (2013).** Le miel : Origine et composition .Actualité .
- FRULEUX S., (2018).**Composition de la gelée royale. Consulté le 06/04/2023. Disponible en ligne : <https://www.miel-direct.fr/composition- gelée-royale/>
- FUJII A., (1995).** Pharmacological effect of royal jelly. *Honeybee Science*, 16:97–104
- FUJIWARA S., IMAI J., YAESHIMA T.,KAWASHIMA T. and KOBAYASHI K. (1990).** A potent antibacterial protein in royal jelly. Purification and determination of the primary structure of royalisin. *Journal of Biological Chemistry*, 265(19), 1333-1337.
- GHARBI M., (2011).** Les produits de la ruche : Origines - Fonctions naturelles - Composition Propriétés thérapeutiques Apithérapie et perspectives d'emploi en médecine vétérinaire. Thèse de Doctorat en Médecine-pharmacie, Université Claude-Bernard - Lyon I, pp. 221.
- GUO H.,KOUZUMA Y. and YONEKURA M. (2009).** Structures and properties of antioxidative peptides derived from royal jelly protein. *Food Chemistry*, 113, 238–245.
- HASHEM N. M., HASSANEIN E. M. and AMP; SIMAL-GANDARA J. (2021).** Improving reproductive performance and health of mammals using honeybee products antioxidants. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 10(3), 336-346.
- HOSSEN MD. SAKIB, SIE HUA GAN,2 AND MD. IBRAHIM KHALIL. (2017)** journal Of Chemistry, Article .
- INOUE S., KOYA-MIYATA S., USHIO S., IWAKI K., IKEDA M., KURIMOTO M. (2003).**Royal jelly prolongs the life span of C3H/HeJ mice; correlation with reduced DNA damage, *Exp. Gerontol.*, 38(9), 965-969
- JAMNIK P., P RASPOR and JAVORNIK B. (2012).** A proteomic approach for investigation of bee products: royal jelly, propolis and honey. *Food Technology and Biotechnology*, 50: 270–274.
- JAMNIK P., GORANOVIC D., RASPOR D. (2007).**Antioxidative action of royal jelly in the yeast cell, *Experimental Gerontology*, 42(7), 594-600
- JEANNE F . (1992).** La gelée royale nature et composition. *Bulletin Technique Apicole*,19(2), 93- 96.
- KARLESKIND A., (1992).**Manuel des corps gras, pp 296-300 et 1177-1178.

KHENFER M.M., MORLIER P., and AZZOUZ, L. (2001). Manufacturing process of multilayer sheets. *Concrete Science and Engineering* 3, 185–188

KOCOT J., KIELCZYKOWSKA M., LUCHOWSKA-KOCOT D., KURZEPA J. and MUSIK I.(2018).Antioxidant potential of propolis, bee pollen, and royal jelly: possible medical application.oxidative. *Medicine and Cellular Longevity*, 1-29.

KOYA-MIYATA S., OKAMOTO I. and USHI S. (2004). Identification of a collagen production- promoting factor from an extract of royal jelly and its possible mechanism. *Bioscience, Biotechnology, Biochemistry*, 68(4). 767-773.

KRELL, R.,(1996). Value-added products from beekeeping (No. 124). Food & Agriculture Org. <http://www.fao.org/docrep/w0076e/w0076e14.htm>

LAMBERT, N ; LABONTE, R.,(1980).Préparation de la cire, p2

LAURENT C.,(2014). L'abeille et le conseil à l'officine. Thèse de Docteur en Pharmacie. Université de Poitiers. 77, 21-39.

LEGRAND J.J.,(1987). Les abeilles sont-elles les cosmétologues du règne animal. Aujourd'hui l'apithérapie, supplément n°465 : 48 p.

LEQUET L., (2010). « Du nectar a un Miel de Qualité » : Contrôle Analytique du Miel.

LEVEN, L., BOOT, W. J., MUTSAERS, M., SEGEREN, P., & VELTHUIS, H. (2005). L'apiculture dans les zones tropicales. Agromisa/CTA.

LEWIS R. (2005). The Infertility Cure: The Ancient Chinese Wellness Program for Getting Pregnant and Having Healthy Babies, ed. Little, Brown and Company.

LI X., HUANG C., XUE Y. (2013).Contribution of lipids in honeybee (*Apis mellifera*) royal jelly to health. *J Med Food*. Feb; 16(2):p.96–102.

LI J, WANG T, ZHANG Z. (2007). Proteomic analysis of royal jelly from three strains of western honeybees (*Apis mellifera*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55 :8411–8422.

LIU J. R., YANG Y. C., SHIL. S. and PENG C. C. (2008). Antioxidant properties of royal jelly associated with larval age and time of harvest. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(23), 11447-11452.

MARCHENAY.P Et BERARD.L.(2007). L'homme, l'abeille et le miel De Borée.

MARTINELLO M. and MUTINELLI F. (2021).Antioxidant activity in bee products: A review.*Antioxidants*, 10(1), 71

MARTINI M.C.,(2006). Introduction à la dermopharmacie et à la cosmétologie. 2e édition. Paris ; Londres ; New York : Editions Tec & Doc ; Cachan : Editions Médicales internationales, 2006. XXIX-411 p.

MARTINI M-C., SEILLER M. (2006). Actifs et additifs en cosmétologie. 3e édition. Paris : Editions Tec & Doc ; Cachan : Éditions Médicales internationales. XXVIII-1051 p.

MATEESCU C. (2016). Les produits de sécrétion et leurs rôles dans la colonie d'abeilles, [en ligne]. Adresse URL: <https://www.researchgate.net/publication/237480596>

MATEESCU C. et BARBULESCU D., (1999). Enhanced nutritive functional and therapeutic action of combined bee products in complex food supplements. Roumanian Biotechnology Letter, 4 :163-172

MATZKE A., (2003). Les produits de la ruche et apithérapie, Editions VDRB, p 104

MICHEL C., LOIC F. (2018). La gelée royale, bienfaits et mode d'emploi. Consulté le 19/04/2020. Disponible en ligne : <https://www.rtl.fr/actu/bien-etre/michel-cymes-la-gelée-royale-bienfaits-et-mode-d-emploi-7792820477>

MICKAEL B. (2010). Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de

MILLET J., (2006) Matières premières produites par l'abeille. In Actifs et additifs en cosmétologie, Paris, Lavoisier, 2006, p. 335-363

MONTI M., BERTI E., CARMINATI G., CUSINI M.(1983). Occupational and cosmetic dermatitis from propolis. Contact Dermatitis. 1983, pp. 9, 163.

NOZAKI R., TAMURA S., ITO A., MORIYAMA T., YAMAGUCHI K. and KONO T.(2012). A rapid method to isolate soluble royal jelly proteins. Food Chemistry, 134, 2332-2337.

OLDROYD B. P., REID R. J., ASHE A. and REMNANT E. J. (2018). Honey bees, royal jelly, Epigenetics. 5, 660-665.

OPIDA (2009). The guide technique of royal jelly producer, in French]. Le guide Technique du producteur de gelée royale. Lion: Office Pour L'information et la Documentation en Apiculture; 2009. 117 p.

PASCAL, R., (2009). Les abeilles et la fabrication du miel, Astronome, Europe.

PASUPULETI VR, SAMMUGAM L, RAMESH N, GAN SH. HONEY. (2017). Propolis, and Royal Jelly: A Comprehensive Review of Their Biological Actions and Health Benefits. Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 1-21.

PAVEL C.I., MARGHITAS L.A., BOBIS O., DEZMIREAN D.S., SAPCALIUS A., RADOI I., & MADAS M.N.(2011). Biological activities of royal jelly-review. Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies, 445(2), 108-118.

PHILIPPE J. M., (1999). le guide de l'apiculteur, Troisième Edition EDISUD, 1999, p.1087.

PPHILIPPE J.M., (1994). Le guide de l'apiculture, 2-me Ed., 347P. Article. propolis. Thèse de doctorat. Université d'Angers. CARDINAULT, N., CAYEUX, M. O., & DU SERT, P. P.

2012. La propolis: origine, composition et propriétés. *Phytothérapie*, 10(5), 298-304.

POLSINELLI G.A. and YU H.D. (2018). Regulation of histone deacetylase 3 by metal cations and 10-hydroxy-2E-decenoic acid: Possible epigenetic mechanisms of queen-worker bee differentiation. *13*, 1-12.

PORTET B. (2007). Recherche bioguידee de molecules antipaludiques d'une plante guyanaise *Piper hostmannianum* var. *Berbicense*. Thèse de doctorat, Université Toulouse, p.270.

PROST J. P., (2005). Apiculture, connaître l'abeille, conduire le rucher. Teme Edition. J.B.BAILLIERE, Paris.689 P.

PROST J.P., (1986). Apiculture, connaître l'abeille, conduire le rucher. Ed. LAVOISIER. 579P.

PROST J.P., (1987). Apiculture, Ed J. B. Baillière, Gime Ed., 579P.

PROST J.P., (2007). Apiculture, connaître l'abeille, conduire le rucher.7eme Edition LAVOISIER.

RAMADAN M.F.and AL-GHAMDI A. (2012). Bioactive compounds and healthpromoting properties of royal jelly. *Journal of functional foods*, 4 ,1-52.

RAVAZZI G., (2003). Abeilles et apiculture. Ed DE VECCHI. Pp .14-13.

RAVAZZI G., (2007). Cours d'apiculture .Ed. De Vecchi S.A, paris.P.10.

REGARD A., (1981). Apiculture intensive en rucher sédentaire, 131P.

REGARD A., (1987). Le manuel de l'apiculteur néophyte. Ed. Lavoisier, p. 12 et p.65

RICHARD D., (2013). La bible de l'apiculteur: abeilles, miels et autres produits : pratique.

RIGAL M-L. (2012). Miel et gelée royale : utilisations thérapeutiques dans le domaine cutané et applications en cosmétologie. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université de Limoges, Faculté de Pharmacie, pp. 156.

ROCH D., GAELLE I., CHRISTAN B., (2007). Les remèdes de la ruche,miel, pollen, propolis, gelée royale. Edition Alpen, 7 rue du Gabian-MC-98000 MONACO, p10-62.

ROMANO B., (2009). Le chemin du miel Ed AGRIDEA, Lausanne, 20 P

ROSSANT A., DESMOULIERE A.(2011). (dir.). Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. 132 p. Thèse de doctorat : Pharmacie. Limoges : Université de Limoges :2011.

SMITH M.,(1959) Queen differenciation and the biological royaljelly.Corn.exp.Sta.Mem.356P

SABATINI A-G., MARCAZZAN G-L., CABONI M-F., BOGDANOV S., ALMEIDA-MURADIAN L-B. (2009).Quality and standardisation of Royal Jelly. JAAS, 1(1): 1-6.

SEDIVA M., LAHO M., KOHUTOVA L., MOJZISOVA A., MAJTAN J. and KLAUDINY, J.(2018). 10- HDA, A major fatty acid of royal jelly, exhibits ph dependent growth-inhibitory activity against different strains of paenibacillus larvae. Molecules, 23, 14..

SWEETMAN S.-C.(2002). Royal jelly, Martindale, The complete drug reference, 33°Edition, Pharmaceutical Press, Londres, 2002.

SzczêSna, T., (2007). Apitherapy News: Study on the Sugar Composition of Honeybee-Collected Pollen. Journal of Apicultural Science. 27 mars 2007. Vol. 51, n° 1, pp. 15-22.Université De Nante

T MAJTAN J., KUMAR P., MAJTAN T. (2010). Effect of honey and its major royal jelly protein 1 on cytokine and MMP-9 mRNA transcripts in human keratinocytes. Experimental Dermatology, vol. 19, n° 8, p. e73-e79.hèse de doctorat : Pharmacie. Limoges : Université de Limoges.

TAMURA T.,(1987). Antitumor effects of royal jelly, Nippon Yakurigaku Zasshi,1987.

WARRÉ A., (2005). L'apiculture pour tous, Sème édition, Paris, p. 153-167.

WINSTON M L., (1993). La Biologie De L'abeille. Paris .Edition FRISON _ROCHE (1993).276P.

WRIGHT G. A., NICOLSON S. W. and AMP; SHAFIR S. (2018). Nutritional physiology and ecology of honey bees. Annual review of Entomology, 63, 327-344.

XIN X ., CHEN Y., CHEN D., XIAO F., PARNELL L.D., ZHAO J., LIU L., ORDOVAS J.M.,LAI C-Q. and SHEN L-r.(2016).Supplementation with major royal-jelly proteins increases lifespan, feeding, and fecundity in drosophila. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 64, 5803– 5812

XUE X., WU L. and WANG K. (2017). Chemical composition of royal jelly. Institut of Apicultural Research, Chinese Academy of Agriculture Science, 182-190.

YOU M.M., CHEN Y.F., PAN Y. M., Liu Y. C., TU J., WANG K. and HU F. L., (2018).Royal jelly attenuates LPS-induced inflammation in BV-2 microglial cells through modulating NF-κB and p38/JNK signaling pathways. Mediators of Inflammation, 1-11.

ZAMBOU M., 2009. Technicien apicole, Guide pratique sur l'apiculture.

https://www.doc-developpement-durable.org/file/Elevages/apiculture/bonnes_pratiques/Guide%20pratique%20sur%20l-apiculture

ZHOU J., XIAOFENG X., LI Y. I. and ZHANG J. (2007). Optimized determination method for trans-10-hydroxy-2decenoic acid content in royal jelly by high-performance liquid chromatography with an internal standard. Chromatographia, 90, 244–249.

ZHU Z., ZHANG Y., WANG G., LI X., WANG W. and HUANG Z.
(2019).Characterization of sugar composition in Chinese royal jelly by ion chromatography with pulsed amperometric detection. Journal of Food Composition and Analysis, 78, 101-107.

Webographie :

ANONYME 1 <https://agronomie.info/fr/lapiculture-dans-le-monde/>

ANONYME 2 <https://agronomie.info/fr/lapiculture-en-algerie/>

Résumer

La gelée royale est un des produits de la ruche qui bénéficie depuis longtemps d'une bonne réputation. Le but de ce travail est dans un premier temps de connaître la situation de la filière apicole mondiale et algérienne et les différents produits de la ruche ainsi que leurs compositions. Comprendre l'origine et les étapes de la production de la gelée royale on s'attachant à déterminer aussi la composition chimique de cette substance en détail. Majoritairement constituée d'eau, elle présente une composition qualitativement riche en macronutriments dont un acide gras particulier l'acide 10 hydroxy-2-décénoïque. Pour ensuite, la relier aux propriétés thérapeutiques. Dans la deuxième partie notre étude s'intéresse aux quantités de gelée royale produite par l'abeille tellienne *Apis mellifera intermissa* qui a montré que notre race d'abeille présente de bonnes aptitudes de cette production. Elle est apte à produire 0,46g de gelée par cupule. Cependant elle ne peut pas être produite en grande quantité. Les techniques actuelles permettent d'obtenir 300g de gelée royale par an et par ruche.

Summary

Royal jelly is one of the hive products which have enjoyed a good reputation for a long time. The purpose of this work is initially to know the situation of the world and Algerian beekeeping industry and the different hive products as well as their compositions. To understand the origin and the stages of the production of royal jelly on S' attaching to also determine the chemical composition of this substance in detail. Mainly made up of water, it has a composition that is qualitatively rich in macronutrients, including a particular fatty acid, 10-hydroxy-2-decenoic acid. To then link it to therapeutic properties. In the second part, our study focuses on the quantities of royal jelly produced by the Tellian bee *Apis mellifera intermissa*, which has shown that our race of bee has good abilities for this production. It is capable of producing 0.46g of jelly per well. However, it cannot be produced in large quantities. Current techniques make it possible to obtain 300g of royal jelly per year and per hive.

ملخص

غذاء ملكات النحل هو أحد منتجات النحل التي تتمتع بسمعة طيبة منذ زمن طويل. الهدف من هذا العمل مبدئياً هو التعرف على وضعية صناعة تربية النحل العالمية والجزائرية ومنتجات الخلية المختلفة وتركيباتها وفهم أصل ومراحل إنتاج غذاء ملكات النحل مع إرفاق تحديد أيضاً التركيب الكيميائي لهذه المادة بالتفصيل. يتكون بشكل أساسي من الماء، ويحتوي على تركيبة غنية نوعياً بالمغذيات الكبيرة بما في ذلك حمض دهني معين، حمض 10-هيدروكسي-2-ديسينويك. ليتم بعد ذلك ربطه بالخصائص *Apis mellifera intermissa* العلاجية. وفي الجزء الثاني ركزت دراستنا على كميات الغذاء الملكي التي تنتجها نحلة التليان مما يدل على أن سلالة النحل لدينا لديها قدرات جيدة لهذا الإنتاج. إنها قادرة على إنتاج 0.46 جرام من الجيلي لكل كوب. ومع ذلك، لا يمكن إنتاجها بكميات كبيرة. تتيح التقنيات الحالية الحصول على 300 جرام من غذاء ملكات النحل سنوياً لكل خلية.