

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministre de l'Enseignement Supérieur de la Recherche Scientifique

Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou



Faculté des sciences biologiques et des sciences Agronomiques

Département des sciences alimentaires

Mémoire de fin d'études

En vue d'obtention du diplôme de Master en Sciences Alimentaires

Spécialité : Sécurité Agroalimentaire et Assurance de Qualité

Thème

**Gelée Royale : Composition, Production,
Propriétés et Qualités sanitaires**

Réalisé par :

M^{lle} MOUDJARI DOUNIA & M^{lle} RABIA NAIMA

Membres de jury :

Président : Mr Sadoudi. R M.C.A UMMTO

Encadreur: Mr BENGANA. M M.C.B UMMTO

Examinatrice: Mme REMANE. Y M.C.B UMMTO

Année universitaire : 2022/2023

Remerciements

En premier, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné santé, courage et patience pour terminer ce modeste travail.

A Mr. BENGANA Mohamed, Maître de conférences, pour son encadrement, son suivi et ses conseils qui ont été pour nous une source d'encouragement et qui ont contribué efficacement à l'aboutissement de ce mémoire.

Tous nous sinsères remerciement au président de juré Mr SADOUDI RABEH d'avoir accepté d'évaluer ce travail.

A notre examinatrice Mme REMANE qui nous a fait le plaisir d'examiner ce travaille,

Enfin, à toute personne ayant contribué directement et indirectement à la réalisation de ce modeste travail, ainsi que tous ceux qui nous ont accompagné durant tout notre cursus universitaire, vous avez toute notre gratitude.

Dédicaces

*Tout d'abord, je tiens à remercier **ALLAH**, le tout puissant et le miséricordieux, de m'avoir donné la santé, la patience et la volonté pour réaliser ce travail*

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour :

*A ma mère **FATIHA**. Pour son soutien, patience, amour et encouragement.*

*A mon chers frères **Hamza**, ma grande mère **Zohra** ma tante **Ourida** avec ses enfants.*

*A esprit de mon grand père **Mohammed** et ma tante **Sabíha**, Puisse dieu, le tout puissant, bénisse leurs âme et le paradis éternel.*

*A ma chère copine, sœur, binôme **NAIMA** et a toute sa famille.*

*A mes copines et mes chères collègues **Nassíma**, **Mounía**, **Tínhínane**,
Imen*

J'adresse aussi mes dédicaces à toute la promotion des sciences alimentaires

DOUNIA

Dédicaces

A la mémoire de mon grand-père, MOHAMED AMOKRANE, que dieu repose son âme en paix.

A me très chers parents, qui ont été la source de l'amour, de la tendresse, du soutien et du courage. Ceux qui m'ont et qui continueront, inshallah , à me soutenir tout au long de ma vie.

A mes sœurs et frères, ainsi qu'à ma chère grand-mère.

Je dédie également ce travail à mes tantes et oncles, en particulier ma tante FAZIA, toujours présente dans les meilleurs moments comme les pères, avec son soutien et encouragements.

Aussi mon oncle KARIM, qui m'a apporté son soutien moral et intellectuel tout au long de ma démarche, ainsi qu'à son adorable épouse RABIA et à leurs magnifiques enfants que j'aime beaucoup, IKRAM, MERIEM et AMOKRANE.

A mes amies sans exception et à toutes les personnes qui ont contribué à accomplir ce modeste travail de près ou de loin.

NAIMA

Liste des tableaux

Tableau I : Composition chimique de la gelée royale..... 04

Tableau II : Acides aminés libres de gelée royale 07

Tableau III : La composition vitaminique de la gelée royale. 09

Tableau IV : Les bactéries inhibées par la gelée royale. 10

Tableau V : Critères physico-chimiques de la gelée royale..... 26

Liste des figures

Figure 01. Une cellule royale contenant une larve de future reine et la gelée royale 03

Figure 02. Cadres à cellules royales 19

Figure 03. Greffage des cellules 20

Figure 04. Délarvage. 21

Figure 05. Aspiration et filtration cellule par cellule. 21

Figure 06. Conditionnement de GR 22

Figure 07. Le logo du GPGR..... 30

Figure 08 Produit Bio combinant les produits de la ruche (miel, gelée royale, pollen, propolis). 35

Figure 09. Complément alimentaire à base de gelée royale et de fer sous forme d’ampoules. 35

Figure 10. Ampoules de Gelée royale – camomille – coquelicot. 36

Figure 11. soin de nuit régénérant à la gelée royale et cire d’abeille 36

Figure 12. Association de gelée royale, de ferments lactiques et de Vit D3..... 37

Figure 13. Association de la gelée royale, de zinc, de cuivre et de taurine..... 37

Figure 14. Association de la gelée royale et de ginseng..... 37

Figure 15. Différentes sources de contamination de la colonie d’abeilles 40

Liste des abréviations

ISO: International Organization for Standardization

MRJP: Major Royal Jelly Proteins

GR: Gelée royale

10H2DA : L'acide 10-hydroxy-trans-2-décénoïque

TNF : Facteurs de nécrose tumorale

IL: Interleukine

ProRJ: Protease N treated royal jelly

MMPs : Matrix MetalloProteinases

GPFGR : Groupement de producteurs français de gelée royale

FAO : Organisation pour l'alimentation et l'agriculture

ONU : Organisation des Nations unies

OMS : Organisation mondiale de la santé

DLUO : La date limite d'utilisation optimale

GBPHA : Guide des bonnes pratiques d'hygiène en apiculture

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

GPGR : Groupement de producteur de gelée royale

DLUO : Date limite d'utilisation après ouverture

GRF : Groupes de recherches de formation

CA : Compte administratif

HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques

PCB : Polychlorobiphényles

E.Coli: Echerchia Coli

FDA: Food and Drug Administration

PMS : Le plan de maitrise sanitaire

GBPA : Guide des bonnes pratiques apicoles

LMR : Limites maximales de résidus

Sommaire

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Synthèse bibliographique

Introduction 01

CHAPITRE I : Compositions et Propriétés de la gelée royale

I-1 Gelée royale 03

I-1-1 Définition 03

I-1-2 Origine 03

I-2 Compositions de la gelée royale 04

I-2-1 De l'eau 05

I-2-2 Des glucides 06

I-2-3 Des protéines, peptides et des acides aminés 06

I-2-4 Les lipides 08

I-2-5 Les minéraux 08

I-2-6 Les vitamines 08

I-2-7 Les enzymes 09

I-2-8 Autres 09

I-3 Propriétés de la gelée royale 10

I-3-1 Propriétés biologiques 10

I-3-1-1 Action antibactérienne 10

I-3-1-2 Action antifongique et antivirale.....	11
I-3-1-3 Action anti-inflammatoire.....	12
I-3-1-4 Action sur la fertilité.....	12
I-3-2 Propriétés pharmacologiques.....	12
I-3-2-1 Action anti-hypertensive.....	12
I-3-2-2 Action anticancéreuse et antitumorale.....	13
I-3-2-3 Action immunostimulante.....	13
I-3-2-4 Action neurotrophique et régénératrice.....	14
I-3-3 Propriétés antirhumatismales.....	14
I-3-4 Propriétés thérapeutiques.....	15
I-3-4-1 Activité antioxydante.....	15
I-3-4-2 Propriétés cicatrisantes.....	15
I-3-5 Propriétés physico-chimiques.....	16
I-4 Effets indésirables.....	16
CHAPITRE II: Production de la gelée royale.	
II-1 Production de la gelée royale.....	17
II-1-1 Principe de la technique.....	17
II-1-2 Préparations préalables de la colonie d'abeille.....	17
II-1-3 Organisation de la colonie d'abeille productrice de gelée royale.....	18
II-1-4 Différentes étapes de la technique de production de gelée royale.....	18
II-1-4-1 Préparation de cadres de cellules royales.....	18
II-1-4-2 Greffage.....	19
II-1-4-3 La récolte.....	20
II-1-4-4 Délarvage.....	20
II-1-4-5 Aspiration et filtration.....	21

II-1-4-6 Conditionnement.....	22.
II-2 Mesures d'hygiène.....	22
II-3 Facteurs influençant la production de la gelée royale.....	22
CHAPITRE III: Qualité et commercialisation de la gelée royale.	
III-1 Normes de qualité de la gelée royale.....	24
III-1-1 Définition de la norme.....	24
III-1-2 Définition de la qualité.....	24
III-1-3 La norme ISO 12824.....	24
III-1-4 Les points-clés de la norme internationale ISO 12824.....	24
III-1-4-1 Une définition objective avec deux qualités de gelée royale.....	24
III-1-4-2 Des exigences physico-chimiques mesurables et vérifiables pour s'assurer de la qualité de la gelée royale.....	25
III-1-4-3 Exigences en termes d'étiquetage.....	27
III-2 Fraudes sur la gelée royale.....	28
III-2-1 Définition de la fraude.....	28
III-2-2 Fraudes intentionnelle : par adultération (falsification.....	28
III-2-3 Fraudes non intentionnelles : Pollution par des contaminants toxiques.....	28
III-3 Démarches d'élaboration de la qualité de la GR.....	29
III-3-1 Guide de bonnes pratiques de production de GR.....	29
III-3-2 Groupement de producteur de gelée royale (GPGR.....	30
III-4 Commercialisation de la GR.....	32
III-4-1 Le marché de la gelée royale.....	32
III-4-2 Types de gelée royale existants sur le marché.....	32

III-4-3 Combinaison de la GR avec d'autres produits comestibles	33
III-4-3-1 Combinaison avec les produits de la ruche	33
III-4-3-2 Combinaison avec des plantes médicinales	34
III-4-4 Conseils à l'officine et produits associés	38
CHAPITRE IV: Sécurité sanitaire de la gelée royale	
IV-1 Définitions	39
IV-1-1 Sécurité sanitaire des aliments	39
IV-1-2 Les contaminants	39
IV-2 Sources de contaminations des produits apicoles	39
IV-2-1 Contamination par l'environnement.....	40
IV-2-2 Contamination à partir des pratiques apicoles	40
IV-3 Contaminants de la gelée royale.....	41
IV-3-1 Contaminants microbiologiques	41
IV-3-2 Contaminants chimiques.....	41
IV-3-3 Contaminants physiques	41
IV-4 Dangers liées à la contamination.....	42
IV-4-1 Dangers biologiques	42
IV-4-2 Dangers chimiques.....	42
IV-4-3 Dangers physiques	43
IV-5 Les mesures de maîtrise des contaminants.....	43
IV-5-1 Définition	43
IV-5-2 Mesures de maîtrise des contaminants biologiques	44
IV-5-3 Mesures de maîtrise des contaminants chimiques	44

IV-4 Mesures de maîtrise des contaminants physiques 45

Conclusion générale **46**

Références bibliographiques

Résumé

Introduction générale

Depuis l'aube des temps, l'homme a toujours été intrigué et intéressé par la nature qui l'entourait. Il a su tirer à partir des ressources naturelles pour s'adapter à son environnement et ainsi évoluer, créant la domestication de l'agriculture telle que l'apiculture (**Gharbi, 2011**). L'apiculture est une activité agricole qui permet d'obtenir, grâce à l'élevage des abeilles, des produits directs (miel, pollen, gelée royale, propolis, cire, venin, etc.) et indirects (accroissement de la production agricole grâce à la pollinisation des fleurs par les abeilles) (**Biri, 2011**).

Le miel est mis en évidence par le chimiste suisse Adolf von Planta (1820-1895) qui a donné les premières analyses détaillées du miel considéré comme un produit "noble" par sa haute valeur nutritive et ses qualités thérapeutiques qu'il possède. La gelée royale est un autre produit noble de la ruche.

Les Grecs dans l'Antiquité associent la gelée royale à un pouvoir d'immortalité des dieux de l'Olympe.

A la même époque, les Chinois pensaient que la gelée royale assure la longévité d'ailleurs elle était très consommée que par des riches chinois car elle était très rare.

La gelée royale était observée que vers la fin du XVII^e siècle par Swammerdam et par Aristote par la suite.

Depuis le début du XX^e siècle, elle s'est imposée dans le marché chinois à grand échelle, la mise en point par des apiculteurs d'un procédé permettant d'augmenter la production de gelée royale. La gelée royale possède de nombreuses propriétés notamment au niveau métabolique, nutritif et énergétique et surtout thérapeutique en raison des quantités abondantes de protéines, d'acides aminés, de lipides, de vitamines et de sucres, acides gras bioactifs, aux composés phénoliques (**Jannik et al., 2012**). Pour cette raison, elle est largement utilisée dans des produits médicaux, aliments, santé et produits cosmétiques (**Sabatini et al, 2009**). Le peuple asiatique consomme la gelée royale sous forme des boissons énergisantes (**Docteur Donnadiou, 2011**) et dans des préparations pour : traitement du diabète, des douleurs articulaires, de la fatigue physique et intellectuelle, de l'hypertension artérielle, de l'hépatite chronique, des troubles menstruels et de l'infertilité.

En Europe de l'Est et en Russie, la gelée royale est considérée comme une substance antistress, qui protège le corps contre les variations extérieures.

Cette recherche bibliographique a été subdivisée en quatre chapitres :

- **Premier chapitre :** définit la composition de la gelée royale et ses propriétés physico-chimique, pharmacologique, thérapeutique et biologique en plus de ses effets secondaires.
- **Deuxième chapitre :** les étapes de la production de la gelée royale.
- **Troisième chapitre :** commercialisation et qualité de la gelée royale.
- **Quatrième chapitre :** la sécurité sanitaire de la gelée royale.

Chapitre I

Compositions et propriétés de la gelée royale

I-1 Gelée royale

I-1-1 Définition

La gelée royale, appelée également « lait maternel de l'abeille » (**Fratini et al., 2016**). La gelée royale est une substance centrale de la ruche, elle assure son existence et son fonctionnement. Elle se distingue par des caractéristiques spécifiques : une couleur blanchâtre qui devient jaune au contact avec l'air (Figure 10), une odeur caractéristique du phénol, un goût gélatineux, visqueux, fortement acide et légèrement amer avec une odeur âcre (**Philippe, 1999**).

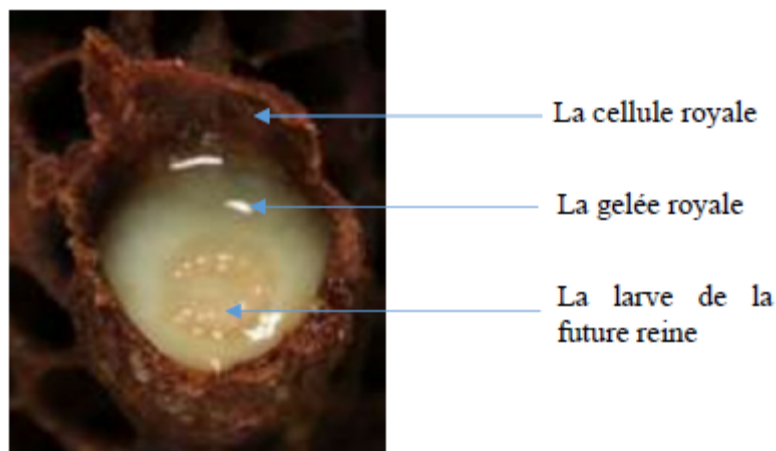


Figure 1 : Une cellule royale contenant une larve de future reine et la gelée royale (**Gharbi, 2011**).

I-1-2 Origine

La gelée royale est un des seuls constituants de la ruche qui n'est pas fabriqué à l'aide de matière extérieure comme le pollen ou le nectar des fleurs, la norme ISO a défini la gelée royale comme un mélange de sécrétions de glandes hypopharyngiennes et mandibulaires des jeunes nourrices âgées de 5 à 15 jours sans aucun additif lorsqu'elles disposent de pollen, d'eau, de miel dans leur ruche, à une température convenable, La sécrétion des glandes labiales céphaliques pourrait participer aussi à la formation de la gelée royale (**Ravazzi, 2007**). 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**). 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. Les glandes hypopharyngiennes et mandibulaires situées dans la tête de l'abeille ouvrière sont bien développées, elles secrètent les différents composants de la gelée

Compositions et propriétés de la gelée royale

royale. Après leur dixième jour de vie, elles vont s'atrophier et l'abeille ne pourra plus produire de gelée royale.

I-2 Compositions de la gelée royale

Avant d'aborder la composition de la gelée royale, il est primordial de rappeler que celle-ci, d'origine naturelle, n'est pas standardisée.

La composition de la gelée royale est différente suivant qu'elle est destinée aux larves d'abeilles ouvrières ou aux larves de reines. Selon la littérature, elle peut varier en fonction de l'état métabolique et physiologique des ouvrières ainsi que l'âge et elle peut dépendre également de la race des abeilles la produisant (**Rigal, 2012**) et les conditions saisonnières et régionales (**Biondi et al., 2003**).

Tableau I : Composition chimique de la gelée royale (Rigal, 2012).

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...
Protéines	13 %	Acides aminés essentiels	Proline, lysine, leucine...
		Peptides	Défensine ; royalisine Jelleines I, II, III, IV
		Protéines	MRJP1, MRJP2, MRJP 3, MRJP4
Lipides	4,5 %	Acides gras	Trans-10- hydroxy-2-décénoïque
		Stérols	Cholestérol et Stigmastérol
		Cires et Phospholipides	–
		Minéraux	K, Na, Mg, Ca, Fe, Zn.

Compositions et propriétés de la gelée royale

Substances Diverses	2 à 8 %	Vitamines	B1, B2, B3, B5, B6, B8.
		Enzymes	Glucose-oxydase
		Acides nucléiques	(ADN et ARN)
		Hormones	Estradiol, testostérone progestérone

En effet, la composition de la gelée royale varie selon l'âge des larves. Selon (**Elser, 1919**) la quantité de protides diminue après le deuxième jour de vie de la larve à l'inverse des sucres qui croissent. Par ailleurs, la gelée royale s'enrichit en eau au fil des jours. Au contraire (**Haydak, 1943**) montre que la matière sèche et les cendres minérales diminuent avec le temps alors que les protéines augmentent. Ces deux études, bien qu'en désaccord sur le sens des variations des différents composants de la gelée royale en fonction de l'âge, confirment que la composition varie avec le temps.

Selon les ressources disponibles dans l'environnement et l'âge des nourrices, la composition de la gelée royale peut changer (**Haydak, 1960**). Ainsi, les abeilles produiront une gelée royale plus riche en eau et en vitamines en général. Par ailleurs, la gelée royale sera d'autant plus riche en vitamines que l'abeille nourrice est jeune, âgée de 11 à 15 jours.

L'International Honey Commission a publié en 2009 un article concernant la standardisation de la composition de la gelée royale en vue de l'élaboration de normes applicables à l'échelle internationale et en se basant sur des analyses de gelée royale provenant de plusieurs pays (**Sabatini et al., 2009**).

La gelée royale est composée :

I-2-1 De l'eau

Est l'un des composants majeurs de la gelée royale, la relative constante humidité est assurée par la rapidité entre la synthèse et la distribution aux larves de la gelée royale. La teneur en eau est assez uniforme, supérieure à 60%. Elle est caractérisée par une teneur en eau la plus élevée par rapport aux autres produits de la ruche (miel, pollen, propolis, cire d'abeille).

Plusieurs études ont été menées plus récemment afin de déterminer la quantité d'eau dans la gelée royale (**Sesta et Lusco., 2008**) procèdent à une analyse gravimétrique après dessiccation des échantillons à l'étuve sous vide 24h à 48°C. Cette étude a pour objectif de montrer la relation entre la quantité d'eau dans la gelée royale et l'indice de réfraction. Vingt sept échantillons sont alors testés, la moyenne du taux d'eau contenue dans la gelée royale est

de 62,3% (**Babin, 2015**) (**Messia et al., 2005**) ont utilisé des échantillons de gelée royale provenant d'un apiculteur de la région de Bologne, analysés par gravimétrie suite à une dessiccation à une température inférieure à 60°C et pression inférieure à 50 mm Hg, leurs résultats proposent une teneur moyenne en eau de 67,20% pour ces échantillons de la gelée royale.

Ces résultats montrent bien que l'eau est le constituant majeur de la gelée royale, avec dans la plupart des cas plus de 60 % d'eau, toutefois, l'origine du produit n'a pas d'influence sur la quantité d'eau.

I-2-2 Des glucides

Présents dans la gelée royale sont assez constants d'un point de vue qualitatif. Ainsi, les principaux glucides présents dans la gelée royale sont les monosaccharides (le fructose avec 11.32% étant toujours majoritaire, le glucose avec 9.76%) et le disaccharide (saccharose avec 0.94% qui est toujours présent mais souvent à des concentrations très variables) (**Gharbi, 2011**). Représentant à eux seuls 90% des sucres. Les autres sucres secondaires sont des oligo-saccharides, retrouvés en quantité moindre, sont le galactose, le mannitol, le maltose, le maltulose, le turanose, le trehalose, le palatinose, l'isomaltose, le gentiobiose, le melezitose, l'erlose et le maltotrios, leur présence garantit l'authenticité et la pureté du produit.

I-2-3 Des protéines, peptides et des acides aminés

La gelée royale est un aliment très riche en protéine et en peptides. Par ailleurs, selon (**Bărnăuțiu et al., 2011**), la gelée royale est l'un des produits naturels les plus riches en acides aminés que ce soit sur le plan quantitatif ou sur le plan qualitatif. La qualité de la gelée royale tient dans la présence de tous les acides aminés essentiels et semi-essentiels qui représentent entre 9 et 18% de la composition totale (**Sabatini et al., 2009**). Elle contient au moins 17 acides aminés, y compris les 8 essentiels ; proline, lysine, acide glutamique, alanine, phénylalanine, acide aspartique et sérine (**Boselli et al., 2003**), plus 5 composés apparentés non identifiés. La composition en acides aminés de la gelée royale est illustrée dans le Tableau II.

La gelée royale contient un grand nombre de protéines natives et des dérivés protéiniques, parmi les protéines remarquables, la famille des Major Royal Jelly Proteins(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 la GR qui se manifestent au niveau du cerveau (les centres de mémoire) de l'abeille adulte, en plus la royalactine qui aurait un rôle majeur dans la différenciation des abeilles au stade

Compositions et propriétés de la gelée royale

larvaire par la production d'une hormone juvénile. Elle contient également une γ -Globuline et aussi des protéines de faibles poids moléculaires (**Amigou, 2016**). Un petit peptide l'apisimine au poids moléculaire de 5540,4 Da a été identifié au niveau de cerveau des abeilles nourrices et butineuses (**Mateescu, 2016**).

La royalisine, est un peptide qui appartient à la famille des défensines, c'est le groupe de protéines antimicrobiennes notamment sur les bactéries à Gram positif le plus important chez les insectes, sa seule et unique source est la GR. ce dernier est présent aussi a cotés des apalbumines sous décrites. Sa masse moléculaire est de 5,52 kDa pour 51 acides amines (dont 6 cystéines).

Trois ponts disulfures représentés par la liaison entre cystéines lui donnent une structure tridimensionnelle et lui assurent une grande stabilité au pH faible et à une forte température. La royalisine est de nature amphiphile.

D'autres 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 amines dont l'extrémité terminale est amidée et sont chargés positivement (**Babin, 2015**).

Tableau II : Acides aminés libres de gelée royale (Bărnăuțiu *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	/	/

I-2-4 Les lipides

La composition lipidique de la gelée royale a notamment été explorée par (**Li et al, 2013**). Ils ont classés les acides gras libres selon leur nombre de carbones dans la chaîne principale. A la différence de la majeure partie des acides gras d'origine animale et végétale, les acides gras de la gelée royale ont 8 à 10 atomes de carbone, ce sont donc des acides à courte chaîne. Il s'agit des acides gras libres avec une proportion de 80 à 90%, par contre les triglycérides et les diglycérides sont absents. L'acide 10-hydroxy-trans-2-décénoïque (10H2DA) représente l'acide gras le plus important, sa teneur est comprise entre 1,98 et 6,37% (**Gharbi, 2011**). Cet acide gras joue un rôle important dans les propriétés biologiques de la gelée royale (rôle antibactérien qui aurait un effet inhibiteur sur certaines tumeurs, antifongique et immunostimulant) (**Amigou, 2016**). Il participerait à la résistance unique de la reine dans la ruche et sa longévité (**Li et al, 2013**) ainsi que la détermination de la qualité de la gelée royale (**Rigal, 2012**). La gelée royale contient également des acides gras volatils, des stérols, des lipides neutres et des hydrocarbures avec une proportion de 10% (**Amigou, 2016**).

I-2-5 Les minéraux

La gelée royale présente une faible quantité des minéraux de (0,3à 8%) il s'agit des éléments majoritaires retrouvés par ordre décroissant le potassium, le calcium, le sodium, le magnésium, le zinc, le fer, le cuivre et le manganèse, également on trouve en quantités infimes de l'Aluminium, Baryum, Mercure, Plomb, Antimoine, Tellurium, Tungstène l'Etain, Chrome, l'Or, du Nickel,. mêmes(**Babin, 2015**).

I-2-6 Les vitamines

Les concentrations de vitamines dans la gelée royale sont réparties sur un large spectre; des vitamines hydrosolubles est très élevée montrant des valeurs assez uniformes; spécialement pour le groupe de vitamine B (**Mateescu, 2016**). Elles sont Ordonnés comme suit : la thiamine (B1), la riboflavine (B2), la niacine(B3), l'acide pantothénique (B5) sa source naturelle est la GR dont elle est le produit naturel le plus riche avec une teneur qui va de 65 à 200 µg/g et aussi un constituant du coenzyme A et intervient par conséquent dans de nombreux processus métabolique comme la synthèse du cholestérol, de lipides, glucides et protéines, des anticorps et de l'acétylcholine ainsi que certaines hormones. Il stimule l'immunité et participe à la bonne formation des phanères (**Cousin, 2014**), la pyridoxine(B6) et secondairement de l'inoitol(B7), la biotine(B8) et l'acide folique(B9) (**Bărnăuțiu et al., 2011**). La gelée royale contient également de la vitamine C, cependant les vitamines

liposolubles, c'est-à-dire A, D, E et K sont présentes en quantités négligeables sous forme de traces (Cousin, 2014). La composition vitaminique de la gelée royale est décrite dans le tableau trois.

Tableau III : La composition vitaminique de la gelée royale (Bărnăuțiu *et al.*, 2011)

Vitamines	mg/100g
Vitamine A	1,10
Vitamine D	0.2
Vitamine E	5.00
Vitamine B1	2.06
Vitamine B2	2.77
Vitamine B6	11.90
Vitamine B12	0.15
Vitamine B5 (acide Pantothénique)	52.80
Niacine (PP)	42.42
Vitamine C (acide ascorbique)	2.00
Vitamine B9 (acide folique)	0.40

I-2-7 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).

I-2-8 Autres

- Des pigments (flavonoïdes) (Gharbi, 2011).
- De l'acétylcholine (jusqu'à 1 mg/g) (Phillippe, 1999).
- Des hormones sexuelles (oestrogènes, progestérone, testostérone) (Amigou, 2016).
- Des facteurs antibactériens
- Des hormones sexuelles : oestradiol, testostérone, progestérone
- Des facteurs hypoglycémiantes et hyperglycémiantes
- Des substances similaires aux gibbérellines (qui sont des phytohormones)
- La gélatine : précurseur du collagène

- Des acides nucléiques : ADN et ARN
- La Néoptérine, c'est un dérivé de la guanine triphosphate qui est synthétisé par le système immunitaire humain au cours d'affections faisant intervenir l'immunité cellulaire. C'est un antioxydant, mais elle induit également l'apoptose.
- Des flavonoïdes comme la catéchine et l'épicatéchine (**Cousin, 2014**).
- Par ailleurs, on peut également trouver certains débris tel que des fragments de larves ou encore de la cire.

I-3 Propriétés de la gelée royale

L'ensemble des recherches effectuées à ce jour permet de montrer plusieurs propriétés biologiques, pharmacologiques et thérapeutiques 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) (**Domerego et al., 2007**).

I-3-1 Propriétés biologiques

I-3-1-1 Action antibactérienne

L'importance médicale de la gelée royale est connue depuis l'Antiquité; une solution aqueuse de gelée royale pure a été utilisée *in vitro* comme un puissant agent antibactérien contre plus de 150 bactéries, plusieurs champignons et virus (**Mateescu, 2016**) citant dans le tableau 4:

Tableau 4 : Les bactéries inhibées par la gelée royale (**Mateescu, 2016**).

Bactéries	Familles
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Lactobacillaceae
<i>Escherichia coli</i>	Enterobacteriaceae
<i>Leuconostoc mesenteroïdes</i>	Leuconostocaceae
<i>Micrococcus luteus</i>	Micrococcaceae
<i>Bacillus licheniformis</i>	Bacillaceae
<i>Bacillus subtilis</i>	Bacillaceae
<i>Enterococcus faecalis</i>	Enterococcaceae
<i>Erwinia carotovora</i>	Entérobactériacés
<i>Lactococcus lactis ssp</i>	Streptococcaceae
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Pseudomonadaceae
<i>Micrococcus varians</i>	Micrococcaceae

Plusieurs substances sont responsables de cette activité antibactérienne à savoir :

A/-Les flavonoïdes : sont des cofacteurs de l'activité antimicrobienne dans la gelée royale. Plus particulièrement, l'Acide 10-hydroxy-2-décénoïque (10-H2DA) à des effets antibactérien et antifongique reconnus. Notamment, il exerce une activité contre *Micrococcus pyogenes* ; il représente $\frac{1}{4}$ de l'activité de la pénicilline. En outre, il joue un effet inhibiteur contre *Escherichia coli*. L'activité de cet acide n'est que de $\frac{1}{5}$ de l'activité de la chlorotétracycline qui est un antibiotique bactériostatique de la famille des tétracyclines. Son activité antibactérienne s'exerce par inhibition de la synthèse protéique (**Mateescu, 2016**).

En complément de cette action contre ces micro-organismes, la gelée royale participe à la régénération de la flore intestinale, comme le pollen et la propolis. Ceci est évidemment intéressant dans les traitements antibiotiques qui agressent cette Flore. La gelée royale pourrait donc prendre le relais d'un tel traitement pour aider à la récupération, surtout chez le sujet âgé (**Caillas, 1977**).

B/-Les peptides et les protéines: jouent également un rôle important dans le pouvoir antibactérien de la gelée royale. Il s'agit des protéines majeures de la gelée royale ou MRJ (**Bogdanov, 2011**), ainsi que de trois types de peptides : une défensine, la royalisine qui présente une action antibactérienne contre les bactéries à Gram-positif tel que *Bacillus subtilis*, elle est aussi active sur *Escherichia coli*, comme l'apalbumine (**Barnutiu et al., 2011**). Les jelleines (jelleine I, II, III, IV) qui sont actifs contre certaines espèces bactériennes à Gram positif et à Gram négatif, et l'apisimine. Ce dernier peptide ne possède pas d'activité antimicrobienne mais forme un complexe avec l'apalbumine (MRJP 1) et serait impliqué dans l'activation de mécanismes cellulaire (**Fontana et al., 2004**).

C/-L'acide 10-hydroxy-2-décénoïque : La GR possède des propriétés bactériostatiques et bactéricides contre *Proteus* et *Escherichia coli* et contre le bacille de Koch grâce à la présence d'acide 10-hydroxy-trans-2-décénoïque (**Rigal, 2012**), qui est une protéine gammaglobulines. Cet acide gras à aussi une action sur l'ADN des cellules cancéreuses (**Mickaël, 2010**).

I-3-1-2 Action antifongique et antivirale

La royalisine a un effet antifongique sur la croissance du champignon *Botrytis cinerea* (**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**).

I-3-1-3 Action anti-inflammatoire

La gelée royale contribue à la suppression des dommages inflammatoires causés par les cellules micro-gliales. En 2004 est sortie une étude sur 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 majeure 3 (MRJP3) qui inhibe la sécrétion des cytokines pro-inflammatoires (**You et al., 2012**).

Une autre étude réalisée en 1990 a démontré que l'administration de gelée royale par voie orale favorise la cicatrisation chez des souris diabétiques en présentant un effet anti-inflammatoire et en favorisant la formation du tissu de granulation (**Fujii et al., 1990**).

I-3-1-4 Action sur la fertilité

Dans une étude dirigée par (**Ghanbari et al., 2015**) ont remarqué que le poids des testicules, le nombre de spermatozoïdes, la motilité, la viabilité et les taux sériques de testostérone ont augmenté chez le groupe diabétique traité par la GR. Une autre étude à démontré chez les rats diabétiques traités par la GR comparativement au groupe diabétique une diminution significative de la déformation des spermatozoïdes, de l'intégrité de l'ADN, et de la qualité de la chromatine.

La gelée royale est très efficace pour les femmes qui ont les symptômes de la pré-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 et du sperme (**Lewis, 2005**), Le traitement pendant 48 jours avec la gelée royale conduit à l'augmentation de la quantité et la motilité du sperme (**Amirshahi et al., 2014**).

I-3-2 Propriétés pharmacologiques

I-3-2-1 Action anti-hypertensive

L'hypertension est devenue un facteur de risque grave pouvant entraîner une insuffisance cardiaque, un infarctus aigu du myocarde et un accident vasculaire cérébral chez les humains (**Takaki-doi et al., 2009**).

Récemment, il a été rapporté que les hydrolyses enzymatiques gastro-intestinales de la gelée royale peuvent être responsables de la réduction de l'hypertension artérielle chez l'homme. Un rapport scientifique a montré que les protéines majeures de gelée royale (PMGR) ont un effet fonctionnel potentiel dans la résistance à l'hypertension (**Kajimoto et**

al., 2005) .De plus, la protéase ProRJ (Protease N treated royal jelly) et ses peptides: Ile-Tyr (IY), Val-Tyr(VY), Ile-Val-Tyr(IVY) inhibent l'activité de l'enzyme de conversion de l'angiotensine I (ACE) impliqué dans l'hypertension artérielle (**Tokunaga, 2004**).

I-3-2-2 Action anticancéreuse et antitumorale

Après observation, le cancer chez les apiculteurs, fort consommateur des produits de la ruche, est quelque chose de rare. En effet, la gelée royale aurait une action sur l'ADN des cellules cancéreuses, des études réalisées au Japon et au Canada sur des souris confirme cette hypothèse.

En effet, récemment des recherches ont mis en évidence l'action antitumorale de la GR et l'acide 10-hydroxy-2-décanoïque (10HAD) serait la source potentielle de cette activité (**Gharbi, 2011**). Ce dernier exerce une action inhibitrice sur l'angiogenèse induite par le VEGF (vascular endothelial growth factor), bloquant ainsi la prolifération et la migration des cellules, qui mène à l'inhibition de la vascularisation de la tumeur (**Izuta et al., 2009**).

Egalement, des travaux ont montré que la GR est efficace dans les cas de leucémie (cancer du sang) chez l'enfant en stimulant l'appétit et donc la résistance physique (**Tamura et al., 1987 ; Bouvyer, 2004**).

La gelée royale contient aussi l'apalbumin-1 et l'apalbumin-2, deux protéines majeures stimulent la synthèse de TNF- α (Tumor Necrosis Factor) par les macrophages (**Šimúth et al., 2004**).

De plus, une autre fraction protéique de la GR, appelée RJP30 joue également un rôle anti-tumoral. Elle exerce une action cytotoxique sur les cellules du carcinome utérin, diminuant 2.5 fois la densité initiale des cellules après 7 jours de traitement (**Salazar-Olivo et al., 2005**).

I-3-2-3 Action immunostimulante

Le 10H2DA et la γ -globuline sont des acides gras responsables de la stimulation des organes hématopoïétiques (la production de globules rouges et globules blancs et d'anticorps), et aussi la prolifération cellulaire particulièrement utile dans les anémies fonctionnelles du sujet âgé.

Elle stimule l'appétit et la prise de poids grâce à son activité eupeptique et régulatrice des troubles digestifs fonctionnels et également source de bien-être en stimulant, euphorisant, tonifiant l'organisme, ceci améliorant le rendement physique, intellectuel et sexuel notamment chez les sportifs ou encore les étudiants en période d'examens et confère un état de bien être général, une tonicité et de l'euphorie bénéfiques à l'immunité.

La gelée royale, grâce à son action immunostimulante, va aider à lutter contre les agressions, va retarder les effets du vieillissement sur les phanères et la peau (grâce à la richesse en vitamine B5) (**Kirk-Othmer, 1994**) et possède des propriétés anti-tumorales.

I-3-2-4 Action neurotrophique et régénératrice

La gelée royale participe à l'équilibre neuropsychique grâce à sa forte teneur en vitamines du groupe B et l'acétylcholine ; qui est un neurotransmetteur dans les systèmes nerveux périphérique et central et le seul neuromodulateur utilisé dans la division motrice du système nerveux somatique.

La gelée royale a été traditionnellement connue 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(HDEA), 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 C et al., 2011**). Ainsi, grâce à sa richesse en produits antioxydants, elle retarde le vieillissement et diminue le risque de maladies dégénératives chez la personne âgée (**Blanc, 2010**).

I-3-3 Propriétés antirhumatismales

La polyarthrite rhumatoïde est une maladie auto-immune qui évolue par poussées, avec une prévalence d'1% dans le monde et se traduit par une inflammation chronique d'une ou plusieurs articulations à la fois (mains, poignets, genoux), qui peuvent se déformer au fil du temps. L'acteur majeur de cette maladie est la cytokine TNF-alpha qui, par cascade d'activation, stimule la production de MMPs (Matrix MetalloProteinases), responsables de la destruction du cartilage et des os (MMP-1 et MMP-3).

Des scientifiques asiatiques ont effectué des recherches sur le rôle de l'acide 10-hydroxy-2-décénoïque (10H2DA), contenu dans la gelée royale, sur la polyarthrite rhumatoïde. Ces chercheurs ont réussi à mettre en évidence l'activité inhibitrice de la 10H2DA sur MMP-1 et MMP-3. Parallèlement, cet article démontre que l'inhibition des MAPKinase p38 empêche la production de p38 (une des principales molécules impliquées dans la réponse inflammatoire, la mort cellulaire et le remodelage de la matrice extracellulaire), issu de la cascade d'activation initiée par TNF-alpha, et diminuerait ainsi les signes cliniques tels que l'inflammation synoviale, l'endommagement du cartilage et la perte osseuse.

Se basant sur ces découvertes, davantage de recherches *in vivo* devraient être faites sur l'activité inhibitrice de 10H2DA sur les MMP-1 et 3, pour ainsi trouver des moyens

thérapeutiques qui permettraient de lutter contre la polyarthrite rhumatoïde (**Yang xy et al., 2010**).

I-3-4 Propriétés thérapeutiques

I-3-4-1 Activité antioxydante

Les composés phénoliques comme les flavonoïdes et les métabolites secondaires des grains de pollen présents dans la gelée royale sont responsables de l'action anti-oxydante.

Des études cliniques ont montré que la supplémentation en gelée royale réduisait le stress oxydatif par des niveaux améliorés de la MDA (malondialdéhyde) et des activités de la GPX (glutathion peroxydase) et de la SOD (super-oxydedismutase) dans les érythrocytes des patients diabétiques (Pourmoradian et al., 2014) en tant qu'un antioxydant hautement efficace et puissant capteur de radicaux libres. De plus, La gelée royale protège l'ADN des dommages oxydatifs au niveau des tissus en réduisant les niveaux de 8-hydroxy-2-deoxyguanosine (un marqueur du stress oxydant) au niveau de l'ADN.

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 la vitamine E à l'état de trace qui possède des propriétés anti-radicalaires et anti-inflammatoires, expliquant son action protectrice contre les effets nocifs du soleil (**Cemek et al., 2010**).

D'après (**Morita et al., 2012**), l'ingestion de la gelée royale pendant six mois chez l'homme améliore l'érythropoïèse, la tolérance au glucose et la santé mentale. Ceux-ci peuvent être dûs aux effets secondaires de la testostérone avec une accélération de la conversion du DHEA-S en testostérone par activation de la 3β -HSD2 et / ou 17β -HSD3 par le biais du potentiel enzymatique antioxydant de la GR.

I-3-4-2 Propriétés cicatrisantes

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 grâce à sa richesse en acides aminés et en particulier la proline et l'hydroxyproline (précurseurs de l'élastine et du collagène) (**Rigal, 2012**).

En effet, l'élastine et le collagène sont des constituants majeurs de la peau qui lui confèrent sa résistance, sa fermeté et sa souplesse (**Abdelatif et al., 2008**).

De plus, les protéines majeures de la gelée royale ou MRJP (major royal Jelly proteins) qui constituent un groupe de cinq protéines seraient capables, notamment la MRJP1 d'induire la prolifération des kératinocytes (**Fujii et al., 1990**).

Une pommade à base de gelée royale peut provoquer une alcalinité aux environs de la plaie qui oblitère l'infection et améliore les ulcères du pied diabétique. Elle peut être plus efficace lorsqu'elle est utilisée avec d'autres traitements standards de la maladie (**Sivash et al., 2011**).

En effet, le peptide antimicrobien, la royalisine isolée à partir de la gelée royale, joue un rôle important dans la protection des plaies contre l'infection (**Barnutiu et al., 2011**). La gelée royale diminue significativement la période de cicatrisation des lésions cutanées desquamées (**Fujii et al., 1990**).

I-3-5 Propriétés physico-chimiques

- La gelée royale se présente sous l'aspect d'une pâte gélatineuse assez liquide dont la Consistance a tendance à s'épaissir en vieillissant.
- Elle est parfaitement soluble dans l'eau et sa densité est voisine de 1,1 g/ml.
- Son pH est voisin de (pH 3,4-4,5), ce qui lui donne cette saveur acide. C'est d'ailleurs, grâce à cette acidité que la gelée royale se conserve bien, si en effet le pH est amené artificiellement à 7, la fermentation se produit rapidement (**Domerego et al., 2007**).

I-4 Effets indésirables

- À partir de l'âge de 6 ans, pratiquement tout le monde peut consommer de la gelée royale, sauf en cas d'allergie, car la réaction allergique n'est pas à exclure due à sa concentration en protéine. Chaque individu réagit différemment par rapport aux allergènes de notre environnement. Si la personne est allergique à d'autres produits de la ruche ou aux piqûres d'abeilles, se traduisant souvent par de l'eczéma ou de l'asthme, on lui interdira la consommation de gelée royale. Pour ceux qui ne savent pas s'ils sont allergiques, nous conseillerons donc de commencer par de faibles doses afin de déceler toute allergie.
- Une inflammation de la peau peut apparaître après application locale de gelée royale.

Chapitre II

Production de la gelée royale

II-1 Production de la gelée royale

La production de gelée royale est une activité très technique, qui nécessite un vrai savoir-faire et une rigueur de la part de l'apiculteur.

II-1-1 Principe de la technique

Les abeilles ne produisent que la quantité de gelée royale nécessaire à l'élevage de leur couvain. Ainsi, la colonie ne stocke pas de gelée royale. Les apiculteurs spécialisés emploient donc des techniques spécialement conçues à cet effet. Elles consistent à tromper les abeilles en les faisant produire de la gelée royale dont elles n'auront pas besoin.

Dans la ruche, la production de gelée royale est assurée par une caste d'abeille bien spécifique, les nourrices. Dans des conditions naturelles, ce sont les ouvrières qui décident d'élever de nouvelles reines quand la leur est jugée trop vieillissante. Cela provoque alors un essaimage de la colonie. Pour élever de nouvelles reines, les ouvrières vont construire des alvéoles plus grandes que les alvéoles des ouvrières. La reine en place va alors pondre dans ces grandes alvéoles, et les nourrices nourriront ces larves uniquement de gelée royale pour donner des futures reines. Le travail de l'apiculteur producteur de gelée royale est d'imiter et d'exploiter ce comportement naturel de la ruche.

L'apiculteur pose des grandes alvéoles artificielles nommées cupules, dans les quelles il va greffer une larve. Ensuite, le producteur de gelée royale fait croire aux abeilles que leur reine est défectueuse grâce à des grilles l'empêchant de passer. Les abeilles vont alors produire une grande quantité de gelée royale qui pourra alors être récoltée (**Anonyme**).

II-1-2 Préparations préalables de la colonie d'abeille

La colonie d'abeille orientée à la production de gelée royale doit réunir un certains 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.

- Des provisions suffisantes : miel et pollen.

II-1-3 Organisation de la colonie d'abeille productrice de gelée royale

Au début du printemps, l'activité des colonies d'abeilles reprend et favorisé par la douceur des températures et la disponibilité du nectar et du pollen. Une fois l'activité de la colonie est bien lancée (une colonie avec 6 à 7 cadres de couvains sur 10 cadres), on peut démarrer la production de la gelée royale. Nous détaillons ci-dessous la technique la plus utilisée dans de nombreux pays producteurs de gelée royale, tel que la Chine. C'est cette méthode qui est aussi adoptée par le groupement de producteurs français de gelée royale (GPFGR). Les apiculteurs algériens ont eux aussi bénéficiés des formations sur cette technique de production de gelée royale. À la différence de la méthode ancienne, qui nécessite une ruche de démarrage et une ruche de finition (donc deux colonies). Cette méthode n'exige qu'une seule colonie ce qui permet un gain économique très important : gain sur le capital investit et sur le temps de travail.

II-1-4 Différentes étapes de la technique de production de gelée royale

II-1-4-1 Préparation de cadres de cellules royales

Les cellules prévues pour abriter l'élevage royal présentent des distinctions par rapport à la cellule standard des ouvrières. On les appelle couramment « cupules » et elles peuvent être fabriquées en cire ou, plus fréquemment, en plastique. Ces cupules sont fixées sur des lattes qui sont ensuite insérées dans un cadre de ruche conventionnel.

Il est essentiel de noter qu'avant leur première utilisation, ces cupules sont placées pendant une journée dans n'importe quelle ruche. Ce processus permet aux abeilles d'éliminer les odeurs étrangères à la ruche, de nettoyer les cupules et de les imprégner de leur propre odeur. Cette familiarisation préalable favorise une meilleure acceptation des cellules royales ultérieurement.



Figure 02: Cadres à cellules royales (Dubin, 2015)

II-1-4-2 Greffage

Avant d'entamer le processus de greffage, l'apiculteur doit préparer les cellules royales en y plaçant un mélange de gelée royale et d'eau dans la proportion de 1/3, ce qui améliore la survie des larves après le greffage. De plus, il doit récupérer un cadre contenant des larves très jeunes, âgées de moins de 24 heures, provenant d'une ruche de la zone B où la reine est capable de pondre. Une fois ces deux conditions remplies, le greffage peut commencer.

Le greffage consiste à extraire soigneusement, à l'aide d'outils appropriés, une larve du cadre (de 1 à 2 jours, mesurant 2 mm) la placer dans une cellule royale. Ce processus délicat nécessite du temps, de la dextérité et une vision précise, car les larves ne mesurent que quelques millimètres. Un apiculteur expérimenté et bien équipé peut greffer entre 600 et 1000 larves par heure. Après le greffage, les cupules et leur cadre doivent être rapidement replacés dans la ruche, idéalement dans les trente minutes suivant le greffage, pour éviter que les larves ne se dessèchent. En fonction de son potentiel, une ruche peut élever entre 60 et 120 larves.



Figure 03: Greffage des cellules (Anonyme1, 01, 2012 Gelée royale)

II-1-4-3 La récolte

Durant trois jours et demi, les abeilles vont garnir les cellules de gelée royale. Les cupules sont retirées ensuite pour la récolte de la gelée royale. Cette étape demande une rigueur exemplaire du point de vue hygiène : l'environnement de travail doit être propre (l'idéal est un laboratoire dédié à cette activité) et le matériel utilisé doit être de qualité alimentaire et désinfecté avant et après chaque usage.

II-1-4-4 Délarvage :

Dans un second temps, la larve est retirée de sa cellule de façon manuelle en prenant toujours soin de ne pas la blesser : des fluides de larve pourraient compromettre la qualité de la gelée royale.



Figure 04: Délarvage (Anonyme1, 01, 2012 Gelée royale)

II-1-4-5 Aspiration et filtration

Cette étape consiste à retirer la gelée royale de la cupule manuellement ou à l'aide d'une pompe, puis à la filtrer avant de la conditionner dans des pots en verre, (Clement, 2009).



Figure 05: Aspiration et filtration cellule par cellule (Clement, 2009).

II-1-4-6 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.



Figure 06: Conditionnement de GR (Anonyme1, 01, 2012 Gelée royale)

II-2 Mesures d'hygiène

Comme tous les producteurs d'aliments, l'apiculteur est soumis à une réglementation importante en termes d'hygiène et de traçabilité de la gelée royale. Le laboratoire par exemple ainsi que tous les outils dédiés à l'extraction et au conditionnement de la gelée royale doivent être nettoyés avant et après chaque collecte. La production de gelée royale est un travail de minutie, qui demande un nombre d'heures important et explique le prix de la gelée royale.

II-3 Facteurs influençant la production de la gelée royale :

Parmi les éléments qui influent sur la production de gelée royale, on peut identifier différents facteurs. Les facteurs internes de la colonie, tels que la position des larves et leur acceptation, ainsi que des facteurs externes comme la nutrition, les conditions climatiques (notamment la température, l'humidité et les prélèvements), jouent un rôle essentiel (Faquinello *et al.*, 2011).

Il est important de noter que la température extérieure maximale et l'humidité relative ont un impact positif sur la production de la GR, tandis que les prélèvements ont une influence négative, comme l'ont observé (Toledo et Mouro., 2005).

D'autres variables entrent également en jeu, notamment le nombre de collections par saison, l'emplacement géographique du rucher, l'expérience de l'apiculteur et les caractéristiques génétiques des abeilles.

Une étude menée par **(Sereia et Coll., 2010)** a mis en évidence que la nutrition, la qualité des sources alimentaires disponibles et les compléments protéiques jouent un rôle significatif dans la production de gelée royale, en particulier lorsque l'origine glandulaire est considérée. De plus, l'utilisation des compléments alimentaires est une composante importante des normes de qualité de ce produit **(Opida, 2009)**.

En ce qui concerne les races d'abeilles, **(Gisèle et Vagner., 2004)** ont comparé les races *Apis mellifera* africanisée et *Apis mellifera* Carniolan dans la production de gelée royale. Les résultats ont montré que les abeilles de race Carniolan produisent d'avantage de gelée royale par colonie lors d'une collecte de trois jours par rapport aux abeilles africanisées. De plus, la race Carniolan a affiché un taux d'acceptation des larves plus élevé par rapport aux abeilles africanisées.

Chapitre III

Qualité et commercialisation de la gelée royale

III-1 Normes de qualité de la gelée royale

III-1-1 Définition de la norme

D'après (ISO, 2016) la norme est un document établi par consensus et approuvé par un organisme reconnu, qui fournit, pour des usages communs et répétés, des règles, des lignes directrices ou des caractéristiques, pour des activités ou leurs résultats garantissant un niveau d'ordre optimal dans un contexte donné.

III-1-2 Définition de la qualité

Selon (ISO, 2016) la qualité est « l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un service ou d'un produit qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites ». Elle concerne la sécurité alimentaire, l'application des règlements d'hygiène, le respect des normes et la satisfaction des clients sur les produits qu'ils consomment.

III-1-3 La norme ISO 12824

Créée en 2016, la norme ISO 12824 a pour objectif d'encadrer la production et la commercialisation de la gelée royale à l'échelle internationale. Elle est le fruit de huit années de travail initiées par la Chine. Premier producteur et exportateur mondial de gelée royale, la Chine souhaitait disposer d'une norme internationale pour garantir l'authenticité et la qualité de ce précieux produit de la ruche.

III-1-4 Les points-clés de la norme internationale ISO 12824

III-1-4-1 Une définition objective avec deux qualités de gelée royale

Lors de l'élaboration de la norme ISO 12824, un des principaux enjeux était de créer une définition objective et commune de la gelée royale. Les experts se sont entendus sur la définition suivante : « mélange de sécrétions des glandes hypopharyngiennes et mandibulaires d'abeilles ouvrières, sans aucun additif ». Sur cette base, ils ont aussi décidé de distinguer deux types de gelée royale :

- la gelée royale de type 1, produite par des abeilles nourries naturellement, c'est-à-dire à partir de pollen, de nectar et de miel ;
- la gelée royale de type 2, élaborée par des abeilles pouvant également être nourries à l'aide d'autres nutriments (protéines, sirops de sucres...).

En définissant deux types de gelées royales, les experts ont surtout souhaité différencier deux qualités. Grâce à la norme ISO 12824, choisir la gelée royale de type 1 est un gage de naturalité, d'authenticité et de qualité.

III-1-4-2 Des exigences physico-chimiques mesurables et vérifiables pour s'assurer de la qualité de la gelée royale

La norme ISO 12824 spécifie les exigences de production et les règles sanitaires pour la gelée royale et établit une série de méthodes d'analyses organoleptiques (sensorielles) et chimiques pour contrôler la qualité de deux types de gelée royale. Elle spécifie également les exigences de transport, de stockage, d'emballage et d'étiquetage de la gelée royale. La présente norme internationale s'applique à la production de gelée royale (récolte, traitement préliminaire et emballage) et aux liens commerciaux. Elle ne s'applique pas aux produits à base de gelée royale dans lesquels d'autres aliments sont mélangés (ISO, 2016).

Tout d'abord, l'analyse sensorielle a une grande importance dans la norme ISO 12824. La gelée royale doit notamment être fluide à température ambiante, et être exempte de bulles et de substances étrangères. Elle doit également être piquante, avoir une saveur acide et présenter un aspect pâteux ou gélatineux (Fruleux, 2018).

Ensuite, vient l'analyse chimique celle-ci détermine notamment qu'une gelée royale optimale doit disposer d'un taux de protéines situé entre 11% et 18% et ce qui concerne le taux de glucose ; l'alimentation des abeilles peut par exemple être vérifiée avec la mesure du ratio isotopes C13/C12. Lorsque celui-ci se situe entre -19 et -14, il y a fort à parier que les abeilles ouvrières aient été nourries à l'aide de sirops de sucres. Si des incertitudes peuvent apparaître avec cette méthode d'analyse, ces résultats peuvent être facilement confirmés par une mesure du taux de sucres (Fruleux, 2018).

De qualité optimale, la gelée royale de type 1 présente des taux réglementés en saccharose (< 3%), erlose (< 0,5%), maltose (< 1,5%) et maltotriose (< 0,5%) (Fruleux, 2018).

Enfin, la norme permet aussi d'étudier l'origine géographique du produit. En effet, ses paramètres analytiques complémentaires permettent de déterminer la provenance du produit, le pollen variant selon la région de production (Fruleux, 2018).

Le tableau ci dessous décrit les paramètres physico-chimiques et les limites min-max, définissant la qualité de la gelée royale, retenus par la norme ISO12824.

Tableau V : Critères physico-chimiques de la gelée royale (Kanelis et al., 2015).

Paramètre	Gelée royale	Limites nationales et propositions
Humidité%	Moyenne:66,1 min-max:46,8-73,2 Limites proposées:60-70%	ISO 62,5-68,5. Japon 62,5-68,5 Turquie 62,5-68,5 Inde62,5-68,5 Chine62,5-67,5 Brésil60-70,0
10-HDA%	Moyenne:2,32 min-max:0,8 à6,5 Limites proposées:1-6%	ISO min:1,4 Inde min:1,4 Suisse min:1,4 Japon min:1,4. Brésil min:2.0. Coréemin:1,4 Chinemin:1,4
Protéine%	Moyenne:13,6 min-max:10,5-19,6 Limites proposées:min10%	Brésil min:10 Chine min:11 Turquie11,0-14,5. Corée11,0-14,5. Inde11,0-15,0. Japon12,0-15,5 Pologne13,5-20,0
Fructose%	Moyenne:3,98 min-max:2,1-7,3 Limites proposées2-8%	ISO2,0-9,0 IHC3,0-13,0
Saccharose%	Moyenne: 2,8 min-max: 0,0-9,3 Limites proposées type 1: max3%; type 2: max 6%	ISO max : 3,0 (type 1) IHCmax : 6,0 (type 2) Brésil0,5-2 Bulgarie max : 5,0

Sucre Total %	Moyenne: 11.03 min-max: 7,2 à 16,7 Limites proposées 7-17%	ISO7,0 à 18,0 IHC7,0 à 18,0 Pologne6,5 à 18,0 Bulgarie9,0-13,0
----------------------	--	---

III-1-4-3 Exigences en termes d'étiquetage

L'étiquetage est une exigence réglementaire incluse dans la section qualité des produits. Les règles d'étiquetage et de présentation des produits de la ruche suivent les normes applicables aux denrées alimentaires et aux produits préemballés, telles que définies par le code de la consommation et le Codex Alimentarius, qui est élaboré par la FAO, un organisme créé conjointement par l'ONU et l'OMS. La FAO a pour objectif de préserver la santé des consommateurs et de promouvoir des pratiques commerciales équitables dans le secteur alimentaire (**Rigal, 2012**).

L'étiquetage du miel et de la gelée royale doit obligatoirement contenir les informations suivantes :

- La dénomination de vente (les mentions « fraîche », « pure » ou « naturelle » ne sont pas autorisées, ni pour la gelée royale ni pour le miel).
- La date limite d'utilisation optimale (DLUO) précisée au jour près, ou au moins précisée avec le numéro du lot.
- Le poids ou le volume net.
- Le nom ou la raison sociale, ainsi que l'adresse du fabricant, du conditionneur, ou du vendeur.
- Les recommandations de conservation, notamment pour la gelée royale.

Certaines techniques d'analyse peuvent être utilisées pour déterminer l'origine florale des produits de la ruche et vérifier si les paramètres physicochimiques sont conformes, ce qui est essentiel pour évaluer leur qualité et détecter toute altération. Ces méthodes sont cruciales pour établir si les informations fournies sur l'étiquette sont exactes (**Rigal, 2012**).

III-2 Fraudes sur la gelée royale

III-2-1 Définition de la fraude

La fraude alimentaire est la production et/ou une mise intentionnelle sur le marché de produits alimentaires non conformes à des fins de gains économiques pouvant affecter la santé du consommateur. La fraude est caractérisée lorsque les produits ne sont pas conformes à la réglementation, par exemple s'ils ne sont pas élaborés selon les bons procédés, s'ils ne contiennent pas les ingrédients mentionnés sur l'étiquette, si l'origine déclarée est trompeuse ...etc.

III-2-2 Fraudes intentionnelle : par adultération (falsification)

La gelée royale est réputée pour sa riche composition en nutriments et est commercialisée en tant que complément alimentaire. En raison de son prix élevé, il existe une tendance à la falsification de ce produit en y ajoutant des ingrédients moins coûteux qui ne peuvent pas être détectés par les sens, comme la bouillie de maïs à base d'amidon, du yaourt, du blanc d'œuf, du lait condensé mélangé à de la propolis, de la banane non mûre et de l'eau. Pour analyser la composition de la gelée royale pure ainsi que de certains échantillons contrefaits, différentes caractéristiques physico-chimiques sont examinées, notamment le taux d'humidité, la teneur en cendres, les lipides, l'amidon et la présence de l'acide 10-hydroxy-2-décénoïque (un marqueur spécifique de la gelée royale).

La falsification la plus courante de la gelée royale consiste à y ajouter du miel (10 à 20%). Diverses techniques sont utilisées pour identifier cette fraude, notamment la mesure des niveaux de sucre afin de déterminer la présence de sucres spécifiques au miel ou de s'assurer que le profil des sucres correspond à celui de la gelée royale. Lorsque la gelée royale est importée, elle peut également être sujette à d'autres types de contrefaçons, telles que le remplacement du nectar et du pollen par des substituts comme la levure de bière, la farine de soja ou le blanc d'œuf lyophilisé (**Rigal, 2012**).

III-2-3 Fraudes non intentionnelles : Pollution par des contaminants toxiques

La gelée royale est un produit naturel qui n'est pas exempté de l'impact de la pollution environnementale. En effet, elle peut contenir des résidus de métaux lourds, de pesticides utilisés en agriculture, et d'antibiotiques provenant de l'apiculture (**Chairopoulos et Bequet, 2011**). Parmi les insecticides, deux substances sont actuellement suspectées

d'avoir des effets néfastes sur le développement et l'orientation des abeilles : l'imidaclopride, matière active de l'insecticide Gaucho, et le thiaméthoxam, matière active de l'insecticide Cruiser (**Menessier , 2012**).

Certains antibiotiques peuvent être légalement utilisés pour traiter les ruches, mais cela est soumis à des restrictions strictes dans l'Union européenne, et encore plus en France. Cependant, de nombreux pays en dehors de l'UE les utilisent efficacement et sans limites. En 2003, les autorités de l'Union européenne à Bruxelles ont temporairement interdit l'importation de gelée royale en provenance de Chine en raison de plusieurs cas de contamination par le chloramphénicol, un antibiotique dangereux toxique interdit depuis 1995 (**Chairopoulos et Bequet, 2011**).

III-3 Démarches d'élaboration de la qualité de la GR

III-3-1 Guide de bonnes pratiques de production de GR

La loi exige que les apiculteurs qui mettent leurs produits sur le marché garantissent que ces produits sont sains et sans dangers pour les consommateurs.

Les apiculteurs ont la liberté de choisir les méthodes pour atteindre cet objectif. À cette fin, un document de référence appelé « Guide des bonnes pratiques d'hygiène en apiculture (GBPHA) » a été élaboré par l'industrie apicole. Ce guide est validé par l'administration, avec l'avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). Son application est volontaire, mais les apiculteurs qui choisissent de ne pas s'y référer doivent démontrer que leurs pratiques respectent les exigences légales en matière d'hygiène et de traçabilité.

Les étapes clés des bonnes pratiques d'hygiène avant la récolte :

- Sélectionnez judicieusement l'emplacement du rucher.
- Maintenir le matériel et gérer les cires en bon état.
- Utiliser correctement les médicaments vétérinaires et se prémunir contre les contaminants potentiels de la gelée royale, notamment en limitant la contamination par les spores de *Clostridium botulinum*.
- Concevoir et aménager les locaux de travail de manière adéquate.
- Choisir et vérifier l'état des équipements de miellerie.

- Organiser efficacement les différentes étapes de production.
- Assurer un nettoyage régulier des locaux et du matériel de miellerie.
- Maintenir un haut niveau d'hygiène parmi le personnel travaillant dans les locaux.
- Mettre en place des mesures pour contrôler les nuisibles et empêcher l'intrusion d'abeilles dans les locaux.
- Garantir un accès à l'eau potable et une gestion appropriée de l'évacuation des eaux usées dans les locaux.
- Établir et suivre rigoureusement la traçabilité des produits issus de la ruche.
- Respecter les réglementations concernant l'étiquetage des produits apicoles.
-

III-3-2 Groupement de producteur de gelée royale (GPGR)

Il existe différentes chartes de qualité pour les miels en fonction de la région de production. En revanche, pour la gelée royale, il existe une charte de qualité nationale établie par le GPGR, permettant une reconnaissance officielle de la gelée royale française.

Ce groupement fut créé en 1999, qui regroupe des producteurs de gelée royale et qui a mis en place une charte de qualité en plus des obligations réglementaires au niveau national, ce qui leur permet de se différencier des autres producteurs. Cette charte, propre au groupement, permet de préciser les conditions de production, de récolte, de conservation, de commercialisation et d'énoncer les caractères physico-chimiques de leur gelée royale. Elle sera alors commercialisée et identifiée par le logo suivant (Cuvillier, 2015).



Figure 07: Le logo du GPGR (Cuvillier, 2015).

Tout adhérent devra pouvoir présenter les documents suivants, en cas de contrôle.

- Le registre d'élevage.
- La traçabilité qui doit être rigoureuse sur chaque récipient dès la première récolte et la mise à jour du cahier de traçabilité doit être effectué (date et quantité récolte, date et mode de conditionnement, date limite d'utilisation après ouverture (DLUO), numéro de lot ...). La DLUO est de 12 mois après la date de conditionnement et sans dépasser 18 mois après la date de la récolte.
- L'étiquette pour la commercialisation qui doit comporter la dénomination de vente, le numéro de lot, le poids net, le nom, et l'adresse du producteur, les conseils de conservation « A conserver entre +2°C et +5°C »
- Le certificat de provenance des produits de nourrissage.
- Les factures effectuées aux clients revendeurs.
- Les résultats d'analyses.

Le point le plus important dans cette charte est l'alimentation des abeilles en période de production. Que ce soit dans le cahier des charges du GPGR ou de la GRF, les abeilles doivent être nourries le plus naturellement possible à l'aide de miel ou de leur travail de butinage pendant la récolte de la GRF.

Il a été démontré que le nourrissage artificiel pratiqué dans certains pays dégradait significativement les éléments présents dans la gelée royale.

Au niveau de l'entretien des ruchers, il est interdit d'utiliser des produits chimiques de synthèses (herbicides, débroussaillants), afin de ne pas endommager les abeilles même pour les matériaux de protections des ruches (de l'usure, des rongeurs) qui devront être non toxiques (huile de lin, vernis non toxique). En ce qui concerne le soin des abeilles, certains composés sont interdits tels que les antibiotiques ou encore les organophosphorés. Seul le pollen et/ou le miel produits en France est autorisé, peut être utilisé pour le nourrissage des colonies (**Cuvillier, 2015**).

III-4 Commercialisation de la GR

III-4-1 Le marché de la gelée royale

Aucune donnée officielle n'existe sur le marché gelée royale (**Grillenzoni, 2002**), mais la Chine est reconnue comme le premier producteur et exportateur mondial de gelée royale, qu'il vend à des prix compétitifs. La production chinoise de gelée royale est estimée à 2000t / an (une quantité qui représente plus de 60% de la production dans le monde), dont la quasi-totalité est exportée vers le Japon, les États-Unis et Europe (**Sabatini et al., 2009**).

D'autres pays comme la Corée, Taiwan et le Japon sont producteurs importants et également exportateurs. Ailleurs dans le monde, la gelée royale est produite principalement en Europe de l'Est et en Amérique: le Mexique, en particulier, est un grand pays producteur (**Sabatini et al., 2009**).

En Algérie, malgré les vertus alimentaires et thérapeutiques des produits de l'apiculture, connues et reconnues depuis la nuit des temps, et malgré l'importance de la filière apicole sur le plan socioéconomique, elle reste toujours un parent pauvre de l'agriculture Algérienne, et la gelée royale n'est qu'un produit très marginal (**Draiaia, 2016**).

III-4-2 Types de gelée royale existants sur le marché

Gelée royale fraîche

Celle qui se trouve à son état original, c-à-d, cette substance qui rassemble à un yaourt congelé et que les jeunes ouvrières élaborent en mélangeant de façon « artisanale » les sécrétions de ses glandes avec une partie de miel et pollen, c'est la Gelée royale naturelle, commercialisée sans être soumise à aucune altération chimique ni addition de conservateurs, donc elle doit conserver toutes ses propriétés nutritionnelles et thérapeutiques, une conservation en froid à température constante entre 0 et 4°C.

Gelée royale lyophilisée

C'est celle qui a été soumise à la lyophilisation, procédé technologique très courant dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique consistant à la congélation sous vide et sans

additifs pour obtenir l'évaporation, par sublimation (passage de l'état solide à l'état gazeux sans passage par un liquide) de toute l'eau qu'elle contient, donnant comme produit final une fine poudre cristalline. Cette modalité de gelée royale triple sa concentration en nutriments par rapport aux niveaux du frais et du naturel ; c'est un excellent moyen de conserver toutes les propriétés du produit frais en optimisant au maximum le volume occupé et en permettant la conservation à température ambiante. Il est important que les fabricants et les distributeurs puissent obtenir une certification biologique par une autorité d'accréditation compétente pour garantir, entre autres, l'absence d'antibiotiques.

III-4-3 Combinaison de la GR avec d'autres produits comestibles

III-4-3-1 Combinaison avec les produits de la ruche

La gelée royale est souvent combinée avec d'autres produits de la ruche pour créer des produits commerciaux ou des compléments alimentaires. Voici quelques exemples de combinaisons courantes :

Gelée royale et miel

Le miel est naturellement sucré et riche en antioxydants. La combinaison de la gelée royale avec le miel est considérée comme énergisante et revitalisante. On lui attribue des propriétés stimulantes pour le système immunitaire et la santé globale.

Gelée royale et propolis

La propolis est connue pour ses propriétés antibactériennes, antivirales et anti-inflammatoires. L'association de la gelée royale et de la propolis peut renforcer les défenses immunitaires. Elle est souvent utilisée pour aider à combattre les infections et améliorer la résistance aux maladies.

Gelée royale et pollen d'abeille

Le pollen d'abeille est une excellente source de protéines, de vitamines et de minéraux. La combinaison de la gelée royale et du pollen est considérée comme un booster nutritionnel. Elle peut aider à augmenter l'énergie, améliorer la vitalité et soutenir la santé générale.

Gelée royale et cire d'abeille

La cire d'abeille est souvent utilisée comme agent épaississant ou émulsifiant dans les produits cosmétiques et les baumes pour la peau contenant de la gelée royale. Cette combinaison peut aider à maintenir l'hydratation de la peau et à apaiser les irritations cutanées.

III-4-3-2 Combinaison avec des plantes médicinales

La combinaison de la gelée royale avec des plantes médicinales est une pratique courante pour créer des produits naturels bénéfiques pour la santé. Voici quelques exemples de combinaisons courantes et de leurs avantages supposés :

Gelée royale et ginseng

Le ginseng est un adaptogène réputé pour stimuler l'énergie et la vitalité. Combiné à la gelée royale, il peut augmenter la résistance au stress, améliorer la concentration et soutenir le système immunitaire.

Gelée royale et curcuma

Le curcuma est bien connu pour ses propriétés anti-inflammatoires et antioxydantes. En association avec la gelée royale, il peut contribuer à réduire l'inflammation, à soutenir la santé des articulations et à améliorer la digestion.

Gelée royale et gingembre

Le gingembre a des propriétés anti-nauséuses et anti-inflammatoires. Associé à la gelée royale, il peut aider à soulager les problèmes digestifs et à stimuler la circulation sanguine.

Gelée royale et camomille

La camomille est réputée pour ses propriétés apaisantes et anti-stress. Lorsqu'elle est combinée à la gelée royale, elle peut favoriser la relaxation, améliorer le sommeil et réduire l'anxiété.

Gelée royale et aloe vera :

L'aloevera est célèbre pour ses propriétés apaisantes et hydratantes pour la peau. En combinaison avec la gelée royale, elle peut être utilisée dans des produits cosmétiques pour nourrir et revitaliser la peau, tout en soutenant la régénération cellulaire.

Ces combinaisons de gelée royale peuvent être trouvées dans une variété de produits, tels que des compléments alimentaires, des infusions, des baumes, des crèmes, et plus encore.

Il est important de vérifier la provenance des produits et de consulter un professionnel de la santé ou un herboriste si on a des préoccupations spécifiques concernant les interactions potentielles avec d'autres médicaments qu'on pourrait prendre.



Figure 08 : produit Bio combinant les produits de la ruche (miel, gelée royale, pollen, propolis)(Anonyme2, 09/2023)



Figure 09 : Complément alimentaire à base de gelée royale et de fer sous forme d'ampoules (Anonyme2, 09/2023)



Figure 10 : Ampoules de Gelée royale – camomille – coquelicot (Anonyme2, 09/2023)



Figure 11 : soin de nuit régénérant à la gelée royale et cire d'abeille
(Anonyme2, 09/2023)



Figure 12 : Association de gelée royale, de ferments lactiques et de Vit D3 (Anonyme2, 09/2023)



Figure 13 : association de la gelée royale, de zinc, de cuivre et de taurine (Anonyme2, 09/2023)



Figure 14 : association de la gelée royale et de ginseng (Anonyme2, 09/2023)

III-4-4 Conseils à l'officine et produits associés

Comme nous venons de le voir, la gelée royale offre une multitude de propriétés. Les plus utilisées en pharmacie sont celles concernant la revitalisation et l'immunostimulation de l'organisme par voie orale. De nos jours, le souci de beauté et de jeunesse éternelle est bien présent, c'est pour cela que certains laboratoires se sont lancés dans l'utilisation de la gelée royale pour les soins de la peau, au vu de ses propriétés stimulantes et revitalisantes. Son utilisation en pharmacie reste tout de même minoritaire et réservé à une patientèle très aisée, à cause de son prix qui découle de la rareté du produit.

Le prix est justifié par un travail important, Il est impossible pour un apiculteur de commercialiser des produits à des prix à la hauteur des produits importés. Cela s'explique par le temps de travail nécessaire à la production de la gelée royale. Il faut savoir qu'une ruche permet d'obtenir en moyenne 800 grammes seulement par an. Nécessitant au moins 35 heures de travail pour 1 kilo de gelée produite, ajoutez à cela tout le travail lié à l'administration de son entreprise et à la commercialisation de ses produits. Vous aurez une idée de l'impossibilité de s'aligner à ces produits de basse qualité. Car il faut différencier chiffre d'affaires et bénéfices qui sont deux choses différentes. L'apiculteur a aussi des charges qui doivent être déduites de son compte administratif (CA), comme les impôts, l'administration d'un site web, l'achat de matériels, l'achat des emballages de conditionnement et d'envoi, etc. Il est difficilement possible de vivre exclusivement de la production de gelée royale, ni de baisser les prix à 3€/g. Ainsi, on constate facilement que ces prix sont totalement justifiés.

Chapitre IV

Sécurité sanitaire de la gelée royale

IV-1 Définitions

IV-1-1 Sécurité sanitaire des aliments

La sécurité sanitaire des aliments est un facteur essentiel au renforcement de la sécurité alimentaire, qui existe lorsque tous les individus ont un accès physique et économique à des denrées alimentaires saines, nutritives et en quantité suffisante pour satisfaire leurs besoins nutritionnels et leurs préférences alimentaires, le tout dans l'optique d'une vie active et saine. L'augmentation de l'offre d'aliments sains et sûrs réduit l'impact des maladies d'origine alimentaire, les quelles sont cause de souffrances humaines et de pertes économiques importantes pour les pays de la Région. La sécurité des denrées alimentaires est l'assurance que les aliments ne causeront pas de dommages aux consommateurs quand ils sont préparés et/ou consommés conformément à l'usage auquel ils sont destinés. La « sécurité des denrées alimentaires » et la « sécurité sanitaire des aliments » sont deux termes utilisés pour exprimer la même chose. Si on a parfois recours à l'utilisation du deuxième terme (sécurité sanitaire des aliments), c'est juste pour marquer la différence entre « sécurité des denrées alimentaires » et « sécurité alimentaire» (**New performance management, LA POLITIQUE DE SÉCURITÉ DE DENRÉES ALIMENTAIRES, 23 mai 2022**).

IV-1-2 Les contaminants

Un contaminant se définit comme tout agent biologique ou chimique, toute matière étrangère, ou toute autre substance n'étant pas ajoutée intentionnellement au produit alimentaire et pouvant compromettre sa sécurité ou sa salubrité. (Bogdanov *et al.*, 2004).

IV-2 Sources de contaminations des produits apicoles

Les contaminations des abeilles et des produits de la ruche par des substances toxiques proviennent principalement de l'environnement et des pratiques apicoles. La figure (15) illustre les différentes sources de contamination.

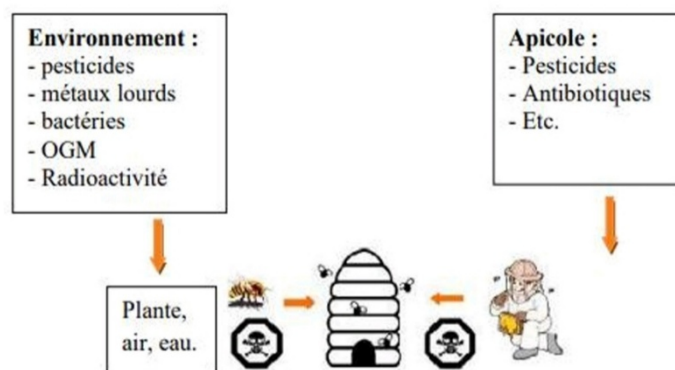


Figure 15 : Différentes sources de contamination de la colonie d’abeilles
(Bogdanov, 2006)

IV-2-1 Contamination par l’environnement

Les contaminants provenant de l’environnement peuvent parvenir par différentes voies dans la colonie. L’abeille transporte les polluants par le biais de l’eau et de l’air jusqu’à la colonie. Les plantes peuvent se charger de substances toxiques par l’air, l’eau ou le sol, et après avoir butiné le nectar ou le pollen, l’abeille les ramène dans la ruche. Toutefois, la santé de la colonie dépend de l’ensemble des polluants (Devillers *et al.*, 2002 ; Bogdanov *et al.*, 2003).

Parmi ces contaminants on trouve des résidus de pesticides, des métaux lourds, des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des dioxines, des polychlorobiphényles (PCB) et des résidus d’antibiotiques (Michel, 2018).

IV-2-2 Contamination à partir des pratiques apicoles

Le traitement des colonies à l’aide des médicaments vétérinaires comme : produits pour lutter contre la fausse teigne ou varroa, produits de protection de bois, contaminants dans les produits de désinfection des ruches et des cadres. Parmi les produits présentant une toxicité aigüe pour les abeilles, on trouve le thymol (utilisé dans la lutte contre le varroa, Le taux-fluvalinate (Apistan), il est aussi utilisé pour lutter contre le varroa, la matière active est lipophile, c’est-à-dire elle peut avoir une forte concentration dans la cire (Bogdanov *et al.*, 2003).

IV-3 Contaminants de la gelée royale

IV-3-1 Contaminants microbiologiques

Des bactéries pathogènes peuvent contaminer la gelée royale si les conditions d'hygiène ne sont pas respectées lors de la collecte et de la transformation. Cela peut inclure des bactéries telles que Salmonella, E. coli, et d'autres bactéries potentiellement nocives.

IV-3-2 Contaminants chimiques

La gelée royale peut être contaminée par divers produits chimiques, notamment :

- Métaux lourds.
- Produits phytosanitaires.
- Produits de nettoyage.
- Produits de traitement de la ruche tels que les antibiotiques et les acaricides.
- Produits de traitement contre la fausse teigne.
- Substances indésirables comme la rouille, la graisse, la peinture et les substances provenant des contenants.

Les principales sources de contamination sont les suivantes :

- Fabrication et entretien des ruches : pesticides, peintures (pour le pollen), choix des matières premières des ruches (bois et traitement, alliages métalliques).
- Activité des abeilles : exposition aux métaux lourds.

Il est essentiel de veiller à ce que tous les équipements et matériaux en contact avec la gelée royale répondent aux normes de sécurité alimentaire établies par le règlement (CE) n°1935/2004. De plus, lors du conditionnement, le choix du matériau du contenant (verre ou plastique) et du couvercle doit être fait avec précaution, pour minimiser tout risque de contamination.

IV-3-3 Contaminants physiques

Les dangers physiques retenus sont les suivants : les cailloux ou poussières, métaux, objets coupants, fragments de verre, fragments de bois, fragments d'abeilles et de petits animaux, déjection de rongeurs, etc... (Anses, 2012).

IV-4 Dangers liées à la contamination

IV-4-1 Dangers biologiques

Bien que la gelée royale soit prise pour ses prétendus bienfaits, il est important de noter qu'elle peut contenir des dangers liés à des contaminants microbiologiques. Voici quelques risques potentiels :

Croissance bactérienne : La gelée royale, en raison de sa richesse en nutriments, peut favoriser la multiplication des bactéries nocives si elle n'est pas correctement manipulée ou conservée. Cela peut entraîner des infections alimentaires dues à des bactéries telles que les salmonelles.

Développement de champignons : En cas de mauvaise conservation, des champignons et des moisissures peuvent se développer dans la gelée royale. Certains de ces champignons peuvent produire des toxines dangereuses pour la santé.

Contamination par des parasites : Bien que rare, il est possible que des parasites comme les spores de *Nosema* puissent contaminer la gelée royale, ce qui peut avoir des conséquences néfastes sur la santé.

IV-4-2 Dangers chimiques

La contamination chimique peut avoir des conséquences graves, y compris un risque d'empoisonnement sévère et des maladies à long terme, comme le cancer (**l'OMS en 2020**).

Les métaux lourds tels que le plomb, le cadmium et le mercure peuvent entraîner des dommages neurologiques et rénaux. Il est important de noter que la contamination des aliments par ces métaux lourds survient principalement en raison de la pollution de l'air, de l'eau et du sol (**l'OMS en 2020**).

L'exposition aux pesticides peut avoir plusieurs conséquences, notamment des cas d'intoxication aiguë suite à leur utilisation, se traduisant par des symptômes tels que maux de tête, vertiges, troubles hépato-digestifs et problèmes cutanés. De plus, une exposition chronique à de faibles doses de pesticides peut entraîner des pathologies plus graves, notamment des cancers du sang, du cerveau, de la prostate, de la peau et de l'estomac, ainsi que des maladies telles que la maladie de Parkinson, des troubles neurocomportementaux et des problèmes de reproduction (**D. Batsch, 2011**).

Les résidus d'antibiotiques constituent un risque potentiel pour la santé du consommateur ; risque d'allergie, cancer, modification de la flore intestinale (**Mensah .S.E.P et al.,2014**).

IV-4-3 Dangers physiques :

Selon le Codex Alimentarius, les seules particules considérées comme présentant un risque pour la santé publique sont celles qui sont dures et tranchantes. Ces particules peuvent causer des blessures à la bouche, à la langue, à la gorge et au système intestinal, et elles peuvent également endommager les dents. Les matériaux à risque incluent le métal, le bois, le verre et le plastique dur. De plus, la taille des particules joue un rôle crucial. Pour les particules de grande taille, on suppose qu'elles sont suffisamment visibles et seront repérées avant d'être consommées.

À titre indicatif, la Food and Drug Administration (FDA) considère les objets durs ou tranchants ayant une taille supérieure à 7 mm et inférieure à 25 mm comme dangereux pour les consommateurs (**Anses , 2014**).

IV-5 Les mesures de maîtrise des contaminants

IV-5-1 Définition

Le plan de maîtrise sanitaire (PMS) : C'est un ensemble de mesures préventives et d'autocontrôle pour un but de maintenir l'hygiène alimentaire et assurer la qualité sanitaire. C'est un ensemble aussi des méthodes qui permettent de contrôler l'environnement de la chaîne de production pour assurer la qualité sanitaire (**Anonyme3,05,2022**).

Les bonnes pratiques apicoles est l'un de ces plans recommandés aux apiculteurs :

Le guide des bonnes pratiques apicoles GBPA: Est un document écrit présentant des recommandations sur les meilleures pratiques à utiliser dans un contexte donné. Les recommandations sont élaborées en suivant une méthodologie systématique, et elles sont basées tant sur les connaissances issues de la recherche que sur la pratique. Dans le domaine apicole, le GBPA (Guide des Bonnes Pratiques Apicole) a pour objectif de proposer à chaque apiculteur des bonnes pratiques de gestion de son cheptel visant à préserver la santé de ses colonies et sa propre santé tout en contribuant à assurer la sécurité sanitaire et la traçabilité des produits qu'il génère. Le GBPA est un outil d'application volontaire, qui présente quelques pratiques à application obligatoire pour une meilleure production (**Itsap, 2014**).

IV-5-2 Mesures de maîtrise des contaminants biologiques

Les mesures de maîtrise des contaminants microbiologiques de la gelée royale sont des actions prises pour prévenir, réduire ou éliminer la présence de micro-organismes potentiellement dangereux dans la gelée royale. Ces mesures visent à assurer la sécurité sanitaire de la gelée royale et à prévenir les risques pour la santé des consommateurs.

Voici quelques exemples de mesures de maîtrise des contaminants microbiologiques de la gelée royale :

- **Bonnes pratiques d'hygiène** : Cela comprend des mesures telles que le nettoyage et la désinfection régulière des équipements et des surfaces de production, le port d'équipements de protection appropriés, ainsi que la formation du personnel sur les bonnes pratiques d'hygiène.
- **Contrôle de la qualité de l'eau** : L'eau utilisée dans la production de gelée royale doit être de qualité microbiologique appropriée. Des mesures de traitement de l'eau.
- **Contrôle des conditions de production** : Il est important de maintenir des conditions de production optimales pour prévenir la croissance des micro-organismes pathogènes. Cela peut inclure le contrôle de la température, de l'humidité et de l'hygiène générale de l'environnement de production.
- **Tests microbiologiques** : Des échantillonnages réguliers et des tests microbiologiques sont effectués pour vérifier la présence de micro-organismes pathogènes dans la gelée royale. Cela permet de détecter les problèmes potentiels et de prendre des mesures correctives appropriées.

IV-5-3 Mesures de maîtrise des contaminants chimiques

Depuis 2003, la réglementation européenne interdit l'utilisation d'antibiotiques dans le traitement des abeilles, car les limites maximales de résidus (LMR) n'ont pas été fixées pour ces médicaments (**Prost et le Conte, 2005**).

Il est recommandé de privilégier des traitements biologiques tels que les huiles essentielles, l'acide oxalique et l'acide formique, en alternant les méthodes et en respectant les doses et la durée pour éviter que le varroa ne développe une résistance (**Anonyme4,03,2019**).

Il est essentiel d'éliminer l'utilisation de substances toxiques, comme les peintures nocives pour les ruches, et de n'utiliser que des médicaments enregistrés pour les abeilles, en suivant les directives en vigueur pour éviter toute contamination (**Mariano, 2016**).

L'emplacement des ruches doit être soigneusement choisi, en évitant les zones humides, exposées aux vents, et éloignées de sources de pollution telles que l'agriculture intensive et l'industrialisation pour éviter la contamination du pollen par les pesticides et d'autres produits chimiques (**Mariano, 2016 ; Bruneau, 2012**).

Pour obtenir des produits apicoles exempts de résidus de pesticides, il est conseillé de placer les ruches loin des activités humaines et de s'assurer que le pain d'abeille n'a pas été récolté pendant un traitement contre le varroa. Il faut également éviter de nourrir les abeilles avec des substituts de pollen (**Ed. Bertrand, 2019**).

Lors de la récolte, il est préférable d'utiliser des brèches de cire vierge pour éviter la contamination, en évitant les cires gaufrées et les vieilles cires noircies par les années (**Gilles Fert, 2017**).

IV-5-4 Mesures de maîtrise des contaminants physiques

Le triage à la main, à la pincette (pour éliminer les impuretés), c'est très lent et fastidieux pour accélérer l'opération on peut attirer toutes les pattes et les autres débris chitineux sur une plaque de matière plastique électrisée par frottement, puis chasser les poussières et les dépouilles de nymphes par un courant d'air soufflant (sèche cheveu ou aspirant) (**Anonyme4, 03, 2019**).

Conclusion

La gelée royale est un trésor de la nature, offrant une richesse nutritionnelle exceptionnelle et une multitude de bienfaits pour la santé. Cependant, sa production complexe nécessite une attention minutieuse à chaque étape du processus, du greffage des larves à la récolte et au conditionnement. La préservation de sa qualité et de son authenticité est cruciale pour garantir qu'elle puisse continuer à contribuer de manière significative à notre bien-être. Les bonnes pratiques de production, la vigilance contre la fraude et le respect des chartes établies par les producteurs sont autant de mesures essentielles pour maintenir la valeur de ce précieux produit apicole. La gelée royale joue un rôle crucial dans l'industrie alimentaire, médicinale et cosmétique. Sa polyvalence en fait un ingrédient pris dans la création de produits de haute qualité. Son association avec d'autres substances naturelles, comme le miel ou les extraits de plantes, ouvre de nouvelles perspectives pour l'amélioration de notre santé et de notre beauté.

Il est également important de noter que l'intérêt croissant pour la gelée royale ne se limite pas à ses avantages physiologiques, mais s'étend également à ses implications écologiques. La préservation des abeilles mellifères, responsables de sa production, est devenue une préoccupation mondiale.

En valorisant la gelée royale, nous contribuons à la conservation de ces pollinisateurs essentiels.

En somme, la gelée royale incarne la symbiose entre la nature et l'homme, alliant richesse nutritionnelle, bienfaits pour la santé et souci de l'environnement.

Son avenir prometteur repose sur notre engagement à maintenir des normes de qualité élevées et à préserver son origine authentique, garantissant ainsi qu'elle continue d'enrichir nos vies tout en préservant son statut de trésor naturel inestimable.

Références Bibliographiques

1. **Abdelatif, M., Yakoot, M., Etmaan, M.,** (2008). Safety and efficacy of a new honey ointment on diabetic foot ulcers: a prospective pilot study. *Journal of Wound Care*, Vol. 17, n° 3, p. 108-110.
2. **ADAM F.,** (1978). *Ma méthode d'apiculture*. Paris, Ed. Le courrier du livre, Paris, pp 45-47.
3. **Alioua,** (2022).intoxication par les métaux lourds. (<https://slideplayer.fr/slide/11840249/>).
4. **Amirshahi, M., Mullin, P.M., Rassoly,I., van den Anker, J., &Pines, J.M.,** (2014). Rising opioidprescribing in adult US emergency department visits:2001-2010.*Academic EmergencyMedicine*,21(3),p236-243.
5. **Amigou M.,** (2016). Les résidus de médicaments vétérinaires et de pesticides dans lesproduits apicoles alimentaires (miel, pollen, gelée royale et propolis). Thèse deDoctorat Vétérinaire, Faculté de médecine de Créteil, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, pp. 139, 27-41.
6. **Anilakumar K. R., Krishna K. R. S., Chandra Mohan G., Khanum F., and Bawa A. S.** (2007). Bees wax polyphenols as suppressor of ccl 4 -induced oxidativestress in rats. *Physiol Pharmacol*, 51 (4): 361-367.
7. Anonyme
8. Anonyme1, 01/2012 ,Gelée royale
9. Anonyme2, 09/2023
10. Anonyme3, 05/2022
11. Anonyme4, 03/2019
12. **Anses.,** (2012). Concernant une étude initiale du guide de bonnes pratiques d'hygiène (apiculture) relatif à l'hygiène de production de miel , gelée royal et de pollen. <https://www.anses.fr/fr/system/files/MIC2011sa0170.pdf>).
13. **Babin, M.,** (2015). La gelée royale de son origine à sa valorisation pharmaceutique. Thèse de doctorat en pharmacie. Faculté de médecine, Angers.
14. **Bacher, R.,**(2008). Les abeilles, le miel et l'apiculture. *Terre vivante* p.138 ,8.
15. **Baroni M.V., Arrua C., Nores M.L., Fayé P., Del Pilar Diaz M.,Chiabrande G.L., Sanz M.L., Gonzalez M., De Lorezo C., Sanz J., Martinez-Castro I.,** (2008).Acontribution to the differentiation between nectar honey and honeydew honey. *Food Chemistry*, 91, 313-317.

16. **Barnuti, L.I., Marghitas, L., Dezmirean, S., Mihai C.M. et Bobis, O.,**(2011). Chemical composition and antimicrobial activity of royal jelly – Review. *J Anim Sci Bioéthanol*, 44:p67–72.
17. **Blanc, M.** (2010). Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de doctorat : Pharmacie. Limoges : Université de Limoges, 8p.
18. **Berthet, J.** (2006). Dictionnaire de biologie. (No Title).
19. **Biondi, C.G., Bedini and Felicioli, A, A.,** (2003). Royal jelly : proposed method for the determination of geographical origin and quality. *Apitalia* (6) : p 32-37.
20. **Biri M.,** (2010) -tout savoir sur abeilles et l'apiculture ,7eme Edition vecchi S. A. Paris. 302p.
21. **Bonté, F., Desmoulière, A.,** (2013). Le miel : origine et composition. *Actualités pharmaceutiques* N° 531, 18-21p.
22. **Boselli, E., Caboni, M., Sabatini, A., Marcazzan, G. et Lercker, G.,** (2003). Determination and changes of free amino acids in royal jelly during storage. *Apidologie*, 34:p129-137.
23. **Bouakaz, K., Tiab, H., & Merzoug, D.,**(2021). Organisation des Sociétés d'abeilles.
24. **Boussouf M.,** (1981). Comparaison de deux types de ruches en conditions d'hivernage dans l'Est Algérien. *Mémoire. Univer. Constantine*, pp 35-50.
25. **Bourlière, F. Chauvin, R.,** (1968) —Traité de biologie de l'Abeille. Paris, Masson. *Revue d'Écologie (La Terre et La Vie)*, 22(3), 361-361.
26. **Bogdanov S.,** (2004). Quality standards of bee pollen and beeswax. *Apiacta* 39 :334-341.
27. **Bogdanov S.,** (2006). Contamination of bee products. *Apidologie*, 37, 1-18.
28. **Bogdanov Stefan.,** Anton Imdort., Jean-Daniel Charrière., Peter Fluri et Verena Kilchenman., (2003). Qualité des produits apicoles et sources de contamination. Centre Suisse de recherche apicoles. Station fédérale de recherches laitières, Liebefel. CH-3003 Berne.
- 29.
30. **Bruneau E., Barbançon J. M., Bonnaffé P., Clément H., Domerego R., Fert G., Le Conte Y. Ratia G., Reeb C. et Vaissière B.,** (2002). Le traité rustica de l'apiculture. Edition Rustica. pp. 528.
31. **Bruneau Etienne.,** (2012). Des produits contaminés, un nouveau défi pour demain. *Abeille & cire*. N° 148. (https://www.cari.be/medias/abcie_articles/148_produits.pdf).

32. **Caillas, A.**, (1964). Si la gelée royale m'était contée.
33. **Cemek, M., Aymelek, F., Buyukokuroglu, M.E., Karaca, T. Buyukben, A., & Yilmaz, F.**, (2010). Protective potential of Royal Jelly against carbon tetrachloride induced-toxicity and changes in the serum sialic acid levels. *Food and Chemical Toxicology*, 48(10), p 2827-2832
34. **Clément, H.**, (2004) : Le Traité Rustica de l'apiculture. Edition: Rustica /FLER. Paris. ISBN: 2-84038-241-3. 528p.
35. **Clement, H.**, (2009). Créer son rucher. Editions Rustica. Paris. 111p. Commission
36. **Cousin L.** (2014). L'abeille et le conseil à l'officine. Thèse pour le diplôme d'état de Docteur en Pharmacie. Université de POITIERS Faculté de Médecine et de Pharmacie, pp. 77, 21-39.
37. **David Paterson P.**, (2008) L'apiculture, Edition Quae p. 144, 5-142.
38. **Domerego, R., Imbert, G., & Blanchard, C.** (2007). Les remèdes de la ruche, Monaco Alpen Editions, 96p.
39. **Devillers, J., & Pham-Delègue, M. H.** (Eds.). (2002). Honeybees : estimating the environmental impact of chemicals. CRC Press.
40. **Européenne.**, (2002). Directive 2001/110/EC du 20 décembre 2001, relative au miel.
41. **Ed Bertnard**, (2019). SAR, Revue de Suisse d'apiculture N°8.
42. **Faquinello, P., Toledo, VAA., Martins EN., Oliveira, CAL., Sereia, MJ., Costa-Maia FM., Ruvolo-Takasusuki MCC.**, (2011). Parameters for royal jelly production in Africanized Honeybees. *Sociobiology* ; 57 : p 495–509.
43. **Fontana, R., Mendes, M-A., Desouza, B-M., Konno, K., César 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
44. **Fratini F., Cilia G., Mancini S., Felicioli A.**, (2016). Royal Jelly: An ancient remedy with remarkable antibacterial properties. *Microbiological Research*, S0944- 5013, 30083-0.

45. **Fujii, A., Kobayashi, S., Kuboyama, N.,** (1990). Augmentation of wound healing by royal jelly in streptozotocin-diabetic rats. Japanese journal of pharmacology, vol.53, n° 3, p. 331-337.
46. **GHANBARI E., VAHIDN., GHOLAMREZA N., MOZAFARK., et BABA EI M.,** (2015). Study on the effect of royal jelly on reproductive parameters in streptozotocin-induced diabetic rats. Int J Fertil Steril, 9: 113-120.
47. **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 Médecin-pharmacien, Université Claude-Bernard - Lyon I, pp. 221.
48. **Gilles Fert.,** (2017). Pain d'abeille. Editions Rustica, gilles. Abeille et fleur n°799.
49. **Izuta, H., Chikaraishi, Y., Shimazawa, M., Mishima, S., Hara, H.,** (2009). 10-Hydroxy-2-decenoic Acid, a Major Fatty Acid from Royal Jelly, Inhibits VEGF-induced Angiogenesis in Human Umbilical Vein Endothelial Cells, Evid. Based Complement. Alternat. Med., 6(4), 489-94.
50. **Itsap.,** (2014). Guide des bonnes pratiques apicoles. (<http://www.leruchersaintgervais.fr/Files/Other/Guide-des-bonnes-pratiques-apicolesITSAP.pdf>).
51. **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: p. 270–274.
52. **Jean-Prost P.,** (2005). Apiculture, 7e Edition LAVOISIER, p. 682.
53. **Kirk-Othmer.,** (1994). Encyclopedia of chemical technology. New York: John Wiley and sons. 929-947.
54. **Lacube, J.,** (2015). L'ABC de l'apiculture. Rustica éditions. 219-48-52.
55. **Layens D. G.** Cours complet d'apiculture. Edition Belin p. 458, 6-9-10.

56. **Lehnert, C. Bässler, R. Brandl, P.J. Burton et J. Müller.,** (2013) « Conservation value of forests attacked by bark beetles: Highest number of indicator species is found in early successional stages ». *J. Nature Conserv.* N° 21, 2013, p. 97-104.
57. **76Lewis, R.,** (2005). *The Infertility Cure: The Ancient Chinese Wellness Program for getting Pregnant and Having Healthy Babies*, ed. Little, Brown and Company.
58. **Li, X., Huang, C., Xue, Y.,** (2013). Contribution of lipids in honeybee (*Apis mellifera*) royaljelly to health. *J Med Food.* Feb ; 16(2) : p.96–102.
59. **Mateescu, C.,** (2016). Les produits de sécrétion et leurs rôles dans la colonie d'abeilles,[enligne].AdresseURL:
<https://www.researchgate.net/publication/237480596> (consultée le20/08/2023).
60. **Mariano Aleandri.,** (2016). Les bonnes pratiques apicoles. (<https://www.fao.org/3/ca4054fr/ca4054fr.pdf>).
61. **Messia, MC ; Caboni, MF ; Marconi, E.,**(2005). Stabilité au stockageévaluation de la RJlyophilisée par dosage de la furosine. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 53:P. 4440-4443.
62. **Mickaël B.,** (2010). Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse deDoctorat en Pharmacie. Université de Limoges, Faculté de Médecine etPharmacie, pp. 119, 12-18.
63. **Michel fraicteur.,** (2018). Contamination et adultération de la cire d'abeille : risque pour la santé des abeilles. (<https://www.srawe.be/?p=5098>).
- 64.
65. **Morita, H., Ikeda, T., Kajita, k., Fujioka, k., Mori, I., Okada, H., Uno, H. et Ishizuka.T.,** (2012). Effect of royal jelly ingestion for six months on healthy volunteers. *Nutr J*, 11:1-7.
66. **OPIDA.,** (2009). The guide techniques of royal jelly producer, in French]. *Le guide technique du producteur de gelée royale.* Lion : Office Pour L'information et la Documentation en Apiculture ; 117 p.
67. **OMS.,** (2020). La sécurité sanitaire des aliments : c'est l'affaire de tous. Journée internationale de la sécurité sanitaire des aliments. (https://www.who.int/docs/default-source/foodsafety/campaign-guide-fr.pdf?sfvrsn=f36d608c_2).
- 68.

69. **41 Paterson, P.D.**, (2008). L'apiculture (Éditions Quae). Paris : 10-11.
70. **Pavel, C.I., Marghitas, L.A., Bobis, O., Dezmirean, D.S., Sapcaliu, A., Radoi, I., & Madas, M.N.**, (2011). Biological activities of royal jelly-review. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 445(2), 108-118.
71. **Philippe J. M.**, (1999). Le guide de l'apiculteur, Troisième Edition, p.1087.
72. **Prost J.P et le Conte Y.**, (2005). Apiculture connaître l'abeille. Conduire le rucher. Ed. Technique de documentation, lavoisier, Paris. P 164, 256.
73. **Ragazzi G.**, (2007). Abeilles et apiculture, Edition de Vecchi S.A, pp, 152, 111.7
74. **Razafindrazaka, A. D.**, (2010) : Potentialités et contraintes de la filière apicole dans le district de manakara région vatovavy fitovinany. Université D'Antananarivo. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'études approfondies en sciences de la vie. Option : entomologie. 107pp.
75. **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.
76. **ROUSSYL.**, (1973). "Quatre générations d'apiculteurs". *Rev. Gazette. Apicole. Ann. api. Mondial*, pp 26-28.
77. **Sabatini, A.G., Marcazzan, G., Caboni, M.F., Bogdanov, S., Almeida-Muradian, L.B.**, (2009). Quality. And standardisation of royal jelly. *JAAS*, 1 : 1-6.
78. **Salazar-Olivo, L.A., Paz-González, V.**, (2005), Screening of biological activities present in honeybee (*Apis mellifera*) royal jelly, *Toxicol. In Vitro*, 19(5), 645-51.
79. **Sauvager F.**, (2012). Les produits de la ruche et la santé humaine. Conférence donnée à la salle Pétrarque de Montpellier.
- 80.
81. **52 Sesta G, Lusco L.**, (2008) Refractometric determination of water content in royal jelly. *Apidologie* Mar ;39(2) : p.225-32.
82. **SIAVASH M., SHOKRI S., HAGHIGHI M., MOHAMMADI M., SHAHTALEBI M-L. et FARAJZADEHGAN Z.**, (2011). The efficacy of

- topical royal Jelly on diabetic foot ulcers healing: A case series. *Int J Res Med Sci*, 16: 904-909.
83. **Šimúth, J., Bíliková, K., Kováčová, E., Kuzmová, Z., Schroder, W.,** (2004). Immunochemical Approach to Detection of Adulteration in Honey: Physiologically Active Royal Jelly Protein Stimulating TNF- Release Is a Regular Component of Honey, *J. Agric.Food Chem.*, 52 (8), 2154–2158.
84. **Samuel, F.,**(2019). Anatomie et biologie d'uneabeille.(<https://mesabeilles.fr/les-abeilles/anatomie-et-biologie-d'une-abeille>).12/08/2023
85. **Takaki,T., Petronczki, M., Wolfe, B.A&Glotzer, M.,** (2009). Polo-like Kinas 1directsassembly of the HsCyk-4 RhoGAP/Ect2 RhoGEF complex to intiate cleavageforrowformation. *Polos Biol*,7(5), e1000110.
86. **Tamura T.,** (1987). Antitumor effects of royal jelly, *NipponYakurigaku Zasshi. Folia Pharmacologica Japonica*, 89(2), 73-80.
87. **Tokunaga, k-h., Yoshida C., Suzuki k-m., Maruyam ,H., Futamura, Y., Araki ,Y. etMishima ,S.** (2004). Antihypertensive effect of peptides from royal jelly in spontaneouslyhypertensive rats. *Biol Pharm Bull*, 27: p.189-192.
88. 12- **WEISSK .,**(1985). L'apiculteur du week end. Editioneuropéennes apicoles, pp 12-18.
89. **73Yousefi B., Ghaderi S., Rezapoor-Lactooyi A., Amiri N., Verdi J., and Shoaie-Hassani A.,**(2012). Hydroxy decenoic acid down regulates gtfB and gtfC expression and preventsStreptococcus mutans adherence to the cell surfaces. *Ann. Clin. Microbiol. Antimicrob.*p.11:21.
90. **Yang XY, Yang DS, Wei-Zhang, Wang JM, Li CY, Hui-Ye, Lei KF, Chen XF, Shen NH, Jin LQ, Wang JG.,**(2010)10H2DA from royal jelly: A potential medicine for RA. *Journal of Ethnopharmacology*.

La gelée royale est l'un des produits de la ruche qui bénéficie depuis longtemps d'une bonne réputation dans le domaine de la santé. Le but de ce travail bibliographique est dans un premier temps de comprendre l'origine et les étapes de la production de la gelée royale. S'attachant à déterminer aussi la composition très complexe de cette substance en détail, elle est qualitativement riche d'un point de vue nutritif en raison des quantités abondantes d'eau, de protéines, d'acides aminés libres, de lipides, de vitamines et de sucres qu'elle contient. Pour ensuite, la relier aux propriétés thérapeutiques et les usages pharmacologiques et cosmétiques, en précisant leurs bienfaits sur la santé ainsi que les différentes affections pour lesquelles la gelée royale peut être utilisée.

Cependant, des bonnes pratiques de production sont recommandées pour maintenir la qualité de ce produit apicole précieux qui peut être vendu frais ou associée avec d'autres substances naturelles comme le miel et les extraits des plantes médicinales. Les normes de qualité, les contrôles de production et la vigilance contre la fraude sont donc des éléments clés pour assurer que la gelée royale atteigne son plein potentiel en tant que produit naturel de grande valeur.

Mots clés : Gelée royale, composition, propriété thérapeutique, étapes de production, qualité.

Abstract:

Royal jelly is one of the hive products that has long been recognized for its health benefits. This bibliographic work aims to first explore the origin and stages of royal jelly production. It will also detail its complex composition, which is nutritionally rich due to high levels of water, proteins, free amino acids, lipids, vitamins, and sugars.

Additionally, the work will connect royal jelly to its therapeutic properties and its pharmacological and cosmetic uses, highlighting its health benefits and the various conditions for which it can be applied. However, maintaining good production practices is essential to preserve the quality of this valuable beekeeping product, which can be sold fresh or mixed with other natural substances like honey and medicinal plant extracts.

Quality standards, production controls, and vigilance against fraud are critical to ensuring that royal jelly fulfills its potential as a high-value natural product.

Keywords : Royal jelly, composition, therapeutic properties, production stages, quality.