

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département d'Agronomie



Mémoire de fin d'études

En Vue de l'Obtention du Diplôme de Masteracadémique

Filière: Sciences Alimentaires

Option: Agro-alimentaires et Contrôle de Qualité

Thème

Gelée royale : Composition, propriétés et qualité

Réalisé par:

AMIAR KARIMA

AOUICHA MOUNIA

Devant le jury :

Président: M^r Sadoudi. R

M.C.A

UMMTO

Promoteur: M^r Bengana. M

M.C.B

UMMTO

Examinatrice: M^{me} Remane. Y

M.A.A

UMMTO

Année universitaire : 2019/2020



Remerciement

Avant tout, nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir illuminé et ouvert les voies du savoir, et pour nous avoir accordé la volonté et le courage pour élaborer ce travail.

Nos remerciements les plus sincères vont à notre encadreur Mr BENGANA M maître de conférence au département Agronomie à l'université de L'UMMTO, d'avoir accepté de nous encadrer, et pour sa simplicité, et sa gentillesse à notre égard.

Nous tenons également à remercier les membres du jury, qui ont bien voulu accepter de porter leur jugement sur ce modeste travail que nous souhaitons à la mesure de leur satisfaction

Notre remerciement s'adresse également à tous nos professeurs de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie plus particulièrement celui de la spécialité agro-alimentaire et contrôle de qualité pour leur générosité et patience pendant tout notre parcours universitaire

Nous tenons aussi à remercier M^{elle} Melissa Ajout pour leur aide dans la réalisation de ce mémoire

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*A ceux que j'aime le plus au monde mes très chers **parents**, leurs sacrifices et leurs encouragements toute ma vie.*

*A mes très chères sœurs **AMINA ET NARIMENE** ainsi qu'à leurs époux **BRAHIM ET RACHIDE** qui ont été toujours présent pour moi en lui souhaitant tout le succès et tout le bonheur. Et surtout leurs petites princesses que j'aime beaucoup **ASMA, SIDRA et HIBA.***

*A Mon cher frère unique **ARLEN** pour leur amitié, leur aide, leur soutien.*

*A tous mes amies qui ont rendu ma vie agréable et pleine de bons souvenirs **MELISSA, SAMIRA, ANIA, HANANE, TAOUS, ZINEB ;lycia SABRINA ,MASSINISSA et ABD el ghani** et. Sans oublier ma binôme **KARIMA***

MOUNIA





Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A ceux que j'aime du fond de mon cœur mes très chers parents, leurs sacrifices, leurs encouragements, leur patience, leur amour et leur soutien durant toute ma vie pour mon bonheur et mon succès.

A mes très chers frères Mohamed Ouamar, Ahcène, Lyes. En lui souhaitant tout le succès et tout le bonheur.

A mes très chères sœurs Naïma, Nassima, Rosa, Saïda, Nïna, Latifa qui m'ont facilité tout ce qui était difficile pour moi que Dieu les protège

A tous mes amies Ania, Nadjet, Katia, Kahina, et mon meilleur Hamid, qui m'ont rendu ma vie agréable et pleine de bons souvenirs, Sans oublier mon binôme Mounia.

Karima



Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Partie 1: Synthèse bibliographique

Chapitre I : Composition et propriétés thérapeutiques de gelée royale

I.1.Historique	3
1.2. Définition	3
I.3.Production de gelée royale	4
1.3.1. Récolte.....	4
1.3.1.1. Griffage.....	5
1.3.1.2. Remplissage.....	5
1.3.1.3. Délarvage.....	6
1.3.1.4. Aspiration et filtration	6
1.3.1.5. Conditionnement	7
1.3.2. Méthode de production de gelé royale in Chine	7
1.3.3. Facteurs influençant la production de lagelée royale	8
I.4. Composition chimique	8
1.4.1 La teneur en eau	10
1.4.2. Les glucides	11
1.4.3. Protéines, peptides et acides aminés.....	11
1.4.4. Les lipides.....	13
1.4.5. Les minéraux	13
1.4.6. vitamines	14
1.4.7. Les enzymes	15
1.4.8. Autres	15
I.5. Les propriétés de la gelée royale.....	16
I.5.1. Propriétés physico-chimiques de la gelée royale	16
I.5.2. Propriétés organoleptiques.....	16
1.5.3. Propriétés biologiques de la gelée royale	17
1.5.3.1 Activité antimicrobienne.....	17

1.5.3.2. Action antifongique et antivirale	18
1.5.3.3. Action anti-inflammatoire.....	18
1.5.3.4 Action sur la fertilité	18
1.5.4. Les propriétés pharmacologiques de la gelée royale.....	19
1.5.4.1. Activité anti oxydante.....	19
1.5.4.2. Activité anti hypertension.....	20
1.5.4.3. Action immunostimulante	20
1.5.4.4. Action anticancéreuse.....	20
1.5.4.5. Action neurotrophique et régénératrice	21
1.5.4.6. Propriétés cicatrisantes	21
I.6. Conservation de la gelée royale	22
I.6.1. Conservation par réfrigération	22
I.6.2. Lyophilisation de la gelée royale	23
I.6.3. Conservation par congélation.....	25
I.7. La place de la gelée royale en cosmétologie	27
I.8. Quelques compléments alimentaires à base de la gelée royale.....	27
1.8.1. La gelée royale Pure	27
1.8.2. La gelée royale en mélange	27
1.8.3. Ampoules de gelée royale.....	28
1.8.4 Sirop Fortifiant Bio.....	28
1.8.5.Gelée royale, gélule.....	28
I.9. Effets indésirables	28

Chapitre II : La qualité de la gelée royale

II.1. Définition de la qualité	30
II.2. Enjeux qualité de la gelée royale	30
II.3. Normes de qualité de la gelée royale	31
II.3.1. Définition d'une norme.....	31
II.3.2. Contrôle de la qualité de la gelée royale.....	31
II.3.3. Processus d'élaboration de la Norme ISO relative à la gelée royale	31
II.3.4. Le contenu de la norme ISO 12824	33
II.3.5. Les critères physico-chimiques de la gelée royale selon ISO 12824.....	34
II.3.5.1. Les exigences en termes d'étiquetage	36

II.4.Fraude sur la gelée royale : adultération et pollution.....	37
II.4.1. Définition de la fraude	37
II.4.2. Fraudes intentionnelle : par adultération (falsification)	37
II.4.3. Fraudes non intentionnelles : Pollution par des contaminants toxiques	37
II.5. Elaboration de la qualité de la gelée royale	38
II.5.1. Guide des bonnes pratiques de production de gelée royale	38
II.5.2. Charte de qualité : Cas de GPGR	39
II.5.2.1. Groupement de producteur de gelée royale (GPGR)	40
II.5.3. Le label de qualité ARKO ROYAL.....	41
II.5.3.1. Définition d'un label	41
II.6. Le marché de la gelée royale	42
II.6.1. Le marché mondial	42
II.6.2. Le marché des compléments alimentaires	44
II.6.3. Prix de la gelée royale d'importation.....	44
Conclusion	47

Références Bibliographiques

Liste des abréviations

10H2DA : Acide 10-hydroxy-2-décanoïque

AB: Agriculture biologique

ADN : Acide Désoxyribo Nucléique

ANSES: l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation

ARNm : Acide ribonucléique messenger

CA: chiffre d'affaire

DLUO: date limite d'utilisation optimale

FAO: Food and Agriculture Organization

GBPHA: guide des bonnes pratiques d'hygiène en apiculture

GMS: Grandes et moyennes surfaces.

GPGR: Groupement de producteur de gelée royale

GPX : Glutathion peroxydase.

GRF: gelée royale française

HPLC: High pressure liquid chromatography

IL-1: Interleukines-1

IL-6: Interleukine-6

ISO : Organisation internationale de normalisation

LMR: Limites Maximales de Résidus

MDA: Malondialdéhyde

MRJP: Major royal jelly Proteins

OMS: Organisation Mondiale de la santé

ONU: Organisation des Nation Unies

PH : potentiel d'Hydrogène

PMGR: Proteins majeur de gelée royale

RJP30 : Royale gelée protéine 30

SOD: Superoxyde dismutase.

TNF: Tumor Necrosis Factor

TTC: Toutes Taxes Comprises

UE: Union Européenne

VEGF: Vascular endothelial growth factor

VPC: Vente par correspondance.

Liste des tableaux

Tableau I: Composition chimique de la gelée royale.....	9
TableauII : Acides aminés libres de gelée royale	12
Tableau III : La composition vitaminique de la gelée royale	14
Tableau IV : Durée de vie de la gelée royale	26
Tableau V: Critères physico-chimiques de la gelée royale selon la norme ISO12824	35

Liste des figures

Figure 01 :cellules royales ouvertes	4
Figure 02 : récolte de la gelée royale	5
Figure 03 :greffage des cellules.....	5
Figure04 : remplissage des cellules par la gelée royale	6
Figure 05 :Délarvage	6
Figure06 :Aspiration et filtration cellule par cellule	7
Figure07 :conditionnement de la gelée royale	7
Figure08 :récapitulatif de laComposition chimique de gelée royale.....	15
Figure09 : Abeilles construisant une réserve de gelée royale	16
Figure 10 : Schéma représentant le résumé des grandes étapes de l'élaboration de la norme "Gelée Royale : spécifications	33
Figure11 :la contamination de la gelée royale.....	38
Figure 12 : Le logo du GPGR.....	40
Figure13 : les pays producteurs et exportateurs de la gelée royale	43
Figure14 :les pays producteurs et importateurs de la gelée royale.....	44

Introduction

Introduction

Depuis l'aube des temps, l'homme a toujours été intrigué et intéressé par la nature qui l'entourait. Il a su tirer partie 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 l'art d'élever les abeilles dans le but de retirer le maximum de rendement des différents produits de la ruche (miel, pollen, gelée royale, propolis, cire d'abeille, venins ...etc). Pratiquée depuis la plus haute antiquité, l'apiculture connaît ces derniers temps un développement important, générant une plus-value économique et garantissant la protection de l'environnement (Cran, 1990).

Les abeilles sont des insectes sociaux, de l'espèce *Apis mellifera*, formant des colonies permanentes et constituant de ce fait un super organisme soudé par des relations de travail complexes entre ses différentes composantes (Gowthorpe, 2011). Ces organismes représentent d'excellents bienfaiteurs pour l'homme non seulement par leur travail de pollinisation nécessaire à la biodiversité mais aussi par la richesse des aliments qu'elles lui fournissent, c'est un véritable trésor de la nature (Gely, 2015). Elle est constituée de trois types d'individus : la reine, l'abeille et le mâle ou le faux bourdon. La reine, une seule, est la mère de tous les individus de la colonie, son rôle principal est la reproduction et le maintien de la cohésion de la colonie. Les abeilles ou ouvrières se trouvent par millier, leur mission principale est l'amassage du nectar et du pollen ainsi que le nourrissage des larves qui deviendront de futurs abeilles. Les mâles ou les faux bourdons se comptent en dizaine à une centaine dans une colonie, et leur unique et principale mission est la reproduction (la fécondation des reines vierges). Une colonie d'abeille, très peuplée et en bon état sanitaire et installée dans de meilleures conditions agro-climatiques, peut produire en quantité abondante les différents produits de la ruche dont les principaux sont : le miel, le pollen et la gelée royale.

La gelée royale est une substance crémeuse sécrétée par les glandes hypopharyngiennes, situées au niveau de la tête, des jeunes abeilles, appelées nourrices (âgées de 4 à 11 jours). Cette substance est la seule nourriture donnée à toutes les larves âgées de 2 à 3 jours, tandis que, pour les larves qui deviendront de futures reines, la gelée royale est leur nourriture exclusive jusqu'à leur éclosion, après 16 jours (Bărnuțiu et al., 2011)

La gelée royale est partiellement soluble dans l'eau avec une densité de 1,1 g / ml. Sa couleur est blanchâtre à jaune, son odeur est aigre et piquante et son goût est aigre et doux (Sabatinti et al., 2009).

Introduction

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 (Jamnik *et al.*, 2012). Pour cette raison, elle est largement utilisée dans des produits médicaux, aliments santé et produits cosmétiques (Sabatini *et al.*, 2009). Toutefois, plusieurs facteurs affectent la production et la composition de la gelée royale, comme le nourrissage, la saison, le moment de la récolte, et l'âge des larves au moment de greffage (Liu *et al.*, 2008).

La qualité de la gelée royale est devenue un enjeu économique très important sur marché international. La dominance de ce marché par la gelée royale asiatique a mis en difficulté les producteurs de ce produit de nombreux pays. Ces derniers, particulièrement les pays européens, ont exigé des normes internationales définissant la qualité et ses différentes spécifications.

Cette présente recherche bibliographique est divisée en deux chapitres :

Le chapitre I : traite de la composition biochimique, les propriétés biologiques et la conservation de la gelée royale.

Le chapitre II : traite de la qualité et des normes commerciales de la gelée royale, ainsi que les labels de qualité et le marché de la gelée royale.

Chapitre I

Composition, propriétés et conservation de la gelée royale

I. La gelée royale

I.1. Historique

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

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

La production à grand échelle n'a débuté qu'au début du XX siècle, avec la mise en point par des apiculteurs d'un procédé permettant d'augmenter la production de gelée royale. Très populaire en Asie, la gelée royale est consommée dans des boissons énergisantes et dans des préparations pour traiter l'arthrite, la fatigue, l'hypertension ... etc (Docteur Donnadiou., 2011).

I.2. Définition

La norme ISO définit la gelée royale comme un mélange de sécrétions de glandes hypopharyngiennes et mandibulaires d'abeilles ouvrières situées au niveau de la tête, des jeunes abeilles, appelées nourrices (âgées de 4 à 11 jours). Cette substance est la seule nourriture donnée à toutes les larves âgées de 2 à 3 jours, tandis que, pour les larves qui deviendront de futures reines, la gelée royale est leur nourriture exclusive jusqu'à leur éclosion, après 16 jours (Bărnăuțiu *et al.*, 2011).

La gelée royale se présente sous la forme d'une matière visqueuse, un aliment brut et naturel, non transformé (hormis la filtration) et exempt d'additifs, saccouleur blanchâtre à jaune, à odeur phénolique, piquante et acide, son goût est aigre et doux. Elle est partiellement soluble dans l'eau avec une densité de 1,1 g / ml (Sabatinti *et al.*, 2009).

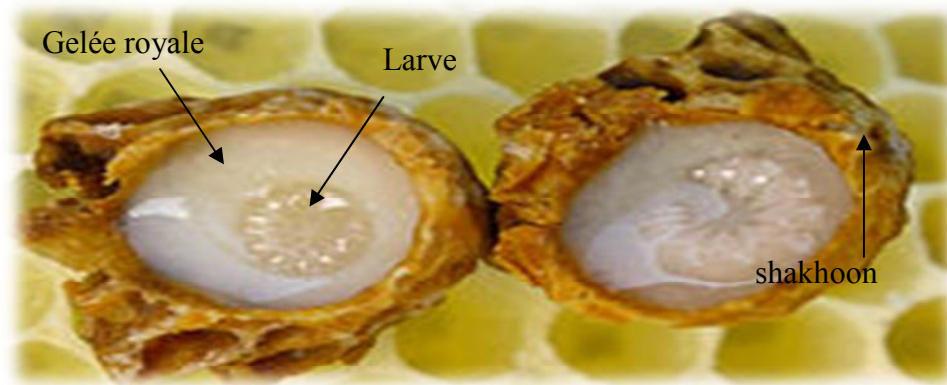


Figure 01 : cellules royales ouvertes (Mozafar et *al.*, 2017).

1.3. Production de la gelée Royale

La production de la gelée royale est une technique dérivée de celle de l'élevage des reines, les chercheurs en apiculture au cours des longues années mettaient au point cette méthode de production en démontrant par ailleurs l'intérêt alimentaire de ce produit (Babin, 2015).

Très peu d'apiculteurs récoltent eux-mêmes la gelée royale. Cette activité nécessite un équipement particulier et un personnel qualifié et demande rigueur et patience (CLEMENT, 2009). Exemple au point de vue de l'hygiène: l'environnement de travail doit être propre et le matériel utilisé doit être de qualité alimentaire et désinfecté avant et après chaque usage, à l'alcool à 70°V/V (Babin, 2015).

1.3.1. Récolte

La récolte de gelée royale s'effectue à partir du mois d'avril jusqu'au moins de juillet - août, elle n'est pas stockée en grande quantité, contrairement au miel et au pollen, les nourrices la sécrètent en quantité nécessaire pour l'élevage du couvain et pour nourrir la reine. Elle est prélevée directement dans les cellules royales, et il convient de suivre un certain protocole si une production importante est souhaitée (Cousin., 2014).

Le principe consiste à rendre la ruche orpheline en lui retirant sa reine, les ouvrières vont alors s'atteler à la remplacer et vont produire des cellules royales et des reines. Lors de la récolte, sont préalablement enlevées les larves de reines à l'aide d'une pince pour ensuite aspirer, récolter délicatement la gelée royale avec une spatule, une seringue, un compte goutte ou un système aspirant adapté. Puis les débris et impuretés sont enlevés par filtration. Le fait de prélever la gelée royale dans les cellules royales supprime la variabilité de composition due

Chapitre I Composition, propriétés et conservation de la gelée royale

à la caste à laquelle les larves sont destinées (Cousin., 2014). Le travail minutieux de la production de gelée royale est divisé en cinq étapes.



Figure 02 : récolte de la gelée royale (Anonyme01, 2012. Gelée royale française, Fraude à la gelée royale sur le site www.nectar-com).

1.3.1.1. Greffage

De jeunes larves de 1 à 2 jours (mesurant 2 mm) sont déposées individuellement et manuellement par l'apiculteur dans des amorces de cellules royales (« cupules » dans le jargon des apiculteurs).



Figure 03: greffage des cellules (Anonyme01, 2012. Gelée royale française, Fraude à la gelée royale sur le site www.nectar-com).

1.3.1.2. Remplissage de chaque cellule par la gelée royale

Les cupules sont introduites dans la ruche et disposées de telle manière que les abeilles se sentent orphelines de leur reine. Dès lors, les jeunes abeilles étirent naturellement des

cellules royales à partir de ces amorces et les remplissent de gelée royale(Anonyme01, 2012).



Figure 04 : remplissage des cellules par la gelée royale (Anonyme01, 2012 .Gelée royale française, Fraude à la gelée royale sur le site www.nectar-com).

1.3.1.3. Délarvage

Trois jours environ après l'introduction de ces cupules dans la ruche, l'apiculteur récolte la gelée manuellement après avoir pris soin d'enlever délicatement la larve de reine. Une cupule contient entre 0,5 gr et 0,7 gr de la précieuse gelée.



Figure 05: Délarvage(Anonyme01, 2012.Gelée royale française, Fraude à la gelée royale sur le site www.nectar-com).

1.3.1.4. L'aspiration et la filtration

Cette étape consiste à retirer la gelée royale de la cupule manuellement ou à l'aide d'une pompe, puis à la filtrer (0,4 à 0,7mm) avant de la conditionner dans des pots en verre (Clement, 2009).



Figure 06: Aspiration et filtration cellule par cellule (Clement, 2009).

1.3.1.5. Conditionnement

La gelée royale est ensuite immédiatement stockée entre 2° et 5° à l'abri de la lumière dans des pots en verre de 1 kg préalablement désinfectés, puis conditionnée en piluliers de contenance de 10 ou 20g.



Figure 07 : conditionnement de GR (Anonyme01, 2012Gelée royale française, Fraude à la gelée royale sur le site www.nectar-com).

1.3.2. Méthode de production de gelée royale en Chine

Plus d'un million de kg de gelée royale sont produits en Chine chaque année. Un système a été développé à l'université du Zhejiang pour produire de hauts rendements de gelée royale à partir d'une nouvelle souche d'abeilles mellifère. Leur méthode comporte huit étapes : maintenir une souche d'abeilles à haut rendements, utiliser un équipement spécialement conçu, prolonger la période de production de la gelée royale, maîtriser les techniques de manipulation, donner une alimentation complémentaire, ajuster la structure des rayons, utiliser le nombre approprié de coupes royales par colonie pour élever les larves (Shenglu et *al.*, 2002).

1.3.3. Facteurs influençant la production de la gelée royale

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

1.4. Composition biochimique 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. Elle dépend des conditions environnementales (saison, lieu de récolte, météorologie), des abeilles... Par ailleurs, les études effectuées présentent des résultats différents liés au nombre d'échantillons testés dans différents endroits, à différents moments et dans des conditions d'analyse différentes (Babin, 2015).

Les critères potentiellement variables sont donc nombreux. Malgré ces paramètres fluctuants, les proportions restent relativement stables. La proportion des composants est donc donnée sous forme d'intervalles.

La composition de la gelée royale est différente suivant qu'elle est destinée aux larves d'abeilles ouvrières ou aux larves de reines (Rigal, 2012). Selon la littérature, elle peut

Chapitre I Composition, propriétés et conservation de la gelée royale

varier en fonction de l'état métabolique et physiologique des ouvrières ainsi que l'âge et dépend également de la race des abeilles (Sano *et al.* 2004) et les conditions saisonnières et régionales (Biondi *et al.*, 2003). La composition générale de la gelée royale est décrite dans le tableau I.

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	—

Substances Diverses	2 à 8 %	Minéraux	K, Na, Mg, Ca, Fe, Zn.
		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 comme l'a laissé entendre Haydak (1960). Ainsi, les colonies à l'extérieur 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).

1.4.1. Teneur en eau

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 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.

1.4.2. Glucides

Les 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, le glucose) représentant à eux seuls 90% des sucres. Le saccharose est toujours présent mais retrouvé en quantité variable. Les autres sucres secondaires sont des oligosaccharides, retrouvés en quantité moindre, sont le galactose, le mannitol, le maltose, le maltulose, le turanose, le trehalose, le palatinose, l'isomaltose, le gentiobiose, le melzitose, l'erylose et le maltotriose, leur présence garantit l'authenticité et la pureté du produit. D'une manière générale, la gelée royale comporte 10 à 20 % de glucides (Amigou, 2016).

1.4.3. Protéines, peptides et acides aminés

La gelée royale est un aliment très riche en protéine, en peptides et 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). Par ailleurs, selon Bărnăuțiu *et al.*, (2011), la gelée royale est l'un des produits naturels les plus riches en acides aminés. 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 III.

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 gelée royale qui se manifestent au niveau du cerveau (les centres de mémoire) de l'abeille adulte. Elle contient également une γ -Globuline et aussi des protéines de faibles poids moléculaires (Amigou, 2016). 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 l'une des protéines présentes dans la gelée royale aux côtés des apalbumines précédemment décrites. La seule source connue à ce jour de la royalisine est la gelée royale. Sa masse moléculaire est de 5,52 kDa pour 51 acides aminés (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 (Babin, 2015).

La royalisine 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.

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 aminés dont l'extrémité C-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	—	—

1.4.4. Lipides

La fraction lipidique de la gelée royale n'est pas la plus importante d'un point de vue quantitatif mais son importance est non négligeable d'un point de vu qualitatif. Elle contient environ 80-90% (du poids sec) d'acides gras libres aux structures peu habituelles (Mateescu, 2016).

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. Ces acides gras sont souvent trouvés en quantité infime mais certains se démarquent quantitativement, dont le 10-hydroxy-trans-2-décénoïque (10H2DA) ; qui est un acide gras le plus important car il tient un rôle central dans l'activité de la gelée royale, des dérivés de cet acide sont également retrouvés sans que leurs activités ne soient identifiées. C'est un acide gras antibactérien qui aurait un effet inhibiteur sur certaines tumeurs. Il participerait à la résistance unique de la reine dans la ruche et sa longévité (Li *et al*, 2013).

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

1.4.5. Minéraux

Les minéraux présents dans la gelée royale représentent environ 0,8 à 3%. Les éléments majoritaires retrouvés sont 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. L'étude ne donne cependant pas d'indications quantitatives sur chaque élément. Les auteurs évoquent des variations quantitatives en fonction de l'environnement de la ruche et de facteurs biologiques liés aux abeilles elles-mêmes(Babin, 2015).

1.4.6. 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), la pyridoxine(B6) et secondairement de l'inoitol(B7), la biotine(B8) et l'acide folique(B9)(Bărnăuțiu et *al.*, 2011). Notamment la vitamine B5 dont elle est le produit naturel le plus riche avec une teneur qui va de 65 à 200 $\mu\text{g/g}$ 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 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 (Cousin, 2014).La composition vitaminique de la gelée royale est décrite dans le tableau IV.

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

1.4.7. 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).

1.4.8. Autres

La composition de la gelée royale est complétée par des substances diverses comme :

- l'Acétylcholine (jusqu'à 1 mg/g).
- des facteurs antibactériens
- des hormones sexuelles : œstradiol, testostérone, progestérone
- des facteurs hypoglycémiants et hyperglycémiants
- 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.

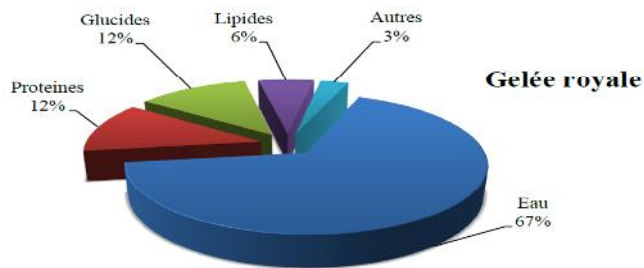


Figure 08: récapitulatif de la composition biochimique de gelée royale (Clement, 2009).

1.5. Les Propriétés de la gelée royale

L'ensemble des recherches effectuées à ce jour permet de montrer plusieurs propriétés physiques, biologiques 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).

1.5.1. Propriétés physico-chimiques de la gelée royale

- 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).

1.5.2. Propriétés organoleptiques

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



Figure 09: Abeilles construisant une réserve de gelée royale (Clement, 2009).

1.5.3. Propriétés biologiques de la gelée royale

1.5.3.1. Activité anti-microbienne

L'importance médicale de la gelée royale est connue depuis l'Antiquité; une solution aqueuse de gelée royale pure a été utilisée comme un puissant agent antibactérien contre une grande variété de bactéries, champignons et virus citant : *Lactobacillus plantarum*, *Escherichia coli* ; *Micrococcus luteus* (Mateescu, 2016).

1) L'acide 10-hydroxy-2-décénoïque

Des études ont montré que la gelée royale possède une activité antibactérienne. En effet, elle inhibe certaines bactéries Gram positif et Gram négatif. Cette activité est due en majorité à la présence d'un acide gras, l'acide trans-10-hydroxy-2-décénoïque, qui est actif sur différentes bactéries : *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* (Barnutiu et al., 2011).

2) Les protides

Des protéines et des peptides jouent également un rôle important dans le pouvoir antibactérien de la gelée royale. Il s'agit des protéines majeures de la gelée royale ou MRJ (Bogdanov, 2011), ainsi que de trois types de peptides : une défensine (la royalisine), les jelleines (jelleine I, II, III, IV), et l'apisimine. Ce dernier peptide ne possède pas d'activité antimicrobienne mais forme un complexe avec l'apalbumine (MRJP 1) et serait impliqué dans l'activation de mécanismes cellulaires (Fontana et al., 2004). La royalisine inhibe les bactéries

à Gram positif tel que *Bacillus subtilis*. Elle est aussi active sur *Escherichia coli*, comme l'apalbumine (Barnutiuet *al.*, 2011).

3) Les flavonoïdes

Ils sont des cofacteurs de l'activité antimicrobienne dans la gelée royale. Plus particulièrement, l'Acide 10-hydroxy-2-décénoïque (10-H2DA) qui a 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. 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).

1.5.3.2. Action antifongique et antivirale

La royalisine a un effet inhibiteur 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).

1.5.3.3. 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.*, 2018).

1.5.3.4. 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 viabilité ont augmenté chez le groupe diabétique traité par la gelée royale .

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).

1.5.4. Les propriétés pharmacologiques de la gelée royale

Les recherches scientifiques ont mit en évidence les bienfaits de gelée royalesur la santé humaine. Quoi qu'il en soit, quelques expérimentations in vitro et in vivo ont permis de constater que la gelée royale présentant des effets physiologiques et pharmacologiques chez les mammifères, y compris les activités vasodilatatrices, hypotensives activité anti hypercholestérolémique et des fonctions anti-inflammatoires (Fujii, 1995).

1.5.4.1. Activité antioxydante

Les composés phénoliques comme les flavonoïdes présents dans la gelée royale sont responsables de l'action anti-oxydante (Cemek *et al.*, 2010).

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 (Cemek *et al.*, 2010).

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 antiradicalaires 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.

1.5.4.2. Activité anti-hypertension

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 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).

1.5.4.3. 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(Kirk-Othmer, 1994).

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 (Kirk-Othmer, 1994).

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).

1.5.4.4. Action anticancéreuse

La gelée royale possède une propriété anticancéreuse remarquable chez les souris et l'homme. Cette activité a été mise en évidence expérimentalement, mais son efficacité sur l'homme n'a pas été démontrée (Kimura, 2008).

La présence de l'acide 10-hydroxy-2-décénoïque (10-HDA) confère à la gelée royale une activité antitumorale potentielle (Gharbi, 2011). D'après Izuta *et al.*, (2009), le 10-HDA exerce un effet inhibiteur sur l'angiogenèse induite par le facteur de croissance de l'endothélium vasculaire (VEGF) qui joue un rôle dans la croissance des tumeurs.

De plus, une autre fraction protéique de la gelée royale, appelée RJP30 joue également un rôle antitumorale. 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 *et al.*, 2005).

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

1.5.4.5. Action neurotrophique et régénératrice

La gelée royale participe à l'équilibre neuropsychique grâce à sa forte teneur en acétylcholine ; un neurotransmetteur dans les systèmes nerveux périphérique et central et le seul neuromodulateur utilisé dans la division motrice du système nerveux somatique (Pavel C. *et al.*, 2011).

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).

1.5.4.6. Propriétés cicatrisantes

Grâce à sa forte teneur en acides aminés, notamment la proline et l'hydroxyproline connue comme étant des précurseurs de l'élastine et du collagène, la gelée royale est utile dans les phénomènes de réparation tissulaire. 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, 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 (Abdelatif et *al.*, 2008). 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 (Barnuti et *al.*, 2011). La gelée royale diminue significativement la période de cicatrisation des lésions cutanées desquamées (Fujii et *al.*, 1990).

I.6. Conservation de la gelée royale

La gelée royale est un aliment dont la conservation est difficile; très périssable. La principale entrave à sa conservation est sa teneur en eau de 70%, associée à une exposition à la lumière, qui peut causer le rancissement de ses matières grasses, engendre par extension le développement de moisissures. Elle est facilement oxydable au contact de l'air et corrode le métal. La gelée royale peut être proposée fraîche, lyophilisée ou congelée (Albert et *al.*, 1999).

I .6.1. Conservation par réfrigération

Pour la conserver par réfrigération, il faudra alors un récipient stérile, hermétique et sans oxygène, mais aussi opaque et en verre et doit être placée au réfrigérateur à température inférieure à 5°C pour éviter qu'elle ne se dégrade irréversiblement. Dans ces conditions, elle peut être conservée jusqu'à un an (Biri., 2011).

➤ Avantages selon (Hu et *al.*, 2019).

- La fraîcheur a été attribuée une grande importance pour la qualité de gelée royale. Cette dernière peut être altérée facilement si ce n'est pas correctement stocké. Immédiatement après la récolte, il doit être placé dans un récipient sombre et conservé entre 0 et 5 ° C. pendant six mois
- La gelée royale fraîche préserve la qualité nutritionnelle et toutes les propriétés organoleptiques.
- L'efficacité d'une cure de gelée royale dépend fortement de la qualité de celle-ci. Pour tirer le plus grand bénéfice possible de ce produit naturel d'exception, il est fortement conseillé de consommer de la gelée royale non transformée, non congelée, de qualité.

➤ Inconvénient selon (Hu et *al.*, 2019).

- En effet, la gelée royale fraîche est également un produit très fragile. Comme d'autres compléments alimentaires (la spiruline par exemple), rien ne vaut la matière fraîche. Toutes les transformations qu'elle subit (lyophilisation, congélation, ...) altèrent ses propriétés et après un stockage plus long, la gelée royale deviendra rance.
- Ainsi les propriétés physiques de la gelée royale fraîche changent après 20 heures après la récolte, s'il est laissé à température ambiante 38°. Cela signifie que gelée royale doit être conservé au froid immédiatement après la récolte.
- La gelée royale fraîche est sensible à la chaleur, à la lumière et à l'air. Bien que il n'y a pas de données sur les changements de son efficacité biologique surtout pour l'homme après un stockage à long terme inapproprié, diverses modifications des propriétés physiques et chimiques ont été signalés, comme un titre d'acide plus élevé, une couleur, viscosité plus élevée, grande fraction de protéines insolubles, moins d'acides aminés libres et moins d'oxyde de glucosidase (Albalasmeh et *al.*, 2013).
- Il est clair que la gelée royale fraîche est un produit instable. La stabilisation peut être obtenue en mélangeant 1 à 2% de gelée royale dans du miel, où toute l'activité enzymatique est arrêtée.

I.6.2. Lyophilisation de la gelée royale

La lyophilisation, est un processus de déshydratation généralement utilisé pour préserver une matière périssable ou rendre la matière plus pratique pour le transport. Le processus fonctionne par congélation de matériau puis en réduisant la pression environnante pour permettre à l'eau gelée du matériau de se sublimer directement de la phase solide à la phase gazeuse (Franks, 1998).

Une gelée royale lyophilisée se présenter sous forme de poudre. Celle-ci est obtenue par un procédé de séchage à froid qui permet de conserver la qualité nutritionnelle et organoleptique du produit et les propriétés biologiques des principes actifs.

On peut également trouver de la gelée royale lyophilisée sous forme de gélules mais elle perd une partie de ses propriétés par l'évaporation de ses composants volatiles. Ou conditionnée en capsules de cyclodextrine qui est un sucre complexe protégeant la gelée royale contre la chaleur, l'oxydation mais aussi l'humidité (Babin, 2015).

Il existe toutefois d'autres formes comme les ampoules sous vide ou en flacons, en comprimés ou mélangée avec du miel. Dans des conditions d'importation, la congélation ou la surgélation nécessaire dégradent inévitablement les vertus de la gelée royale (Babin, 2015).

➤ **Avantages selon (Hu et al., 2019).**

- La lyophilisation est la technologie la plus importante afin d'améliorer la capacité de stockage de gelée royale. cette méthode doit être utilisée car il est plus facile à manipuler et plus stable.
- La poudre de gelée royale est moins sensible à la température, et peut être conservé à température ambiante plus longtemps période, fabrication longue, portée transport possible. Aussi peut être transformée en d'autres produits, tels que des comprimés de gelée royale, ou mélangé avec d'autres produits.
- L'activité développementale et physiologique du la gelée royale fraîche et la gelée royale lyophilisée ont été comparées sur la mouche des fruits par Yamakawa-Kobayashi et al., 2012. Le résultat a montré que la gelée royale lyophilisée conservait certaines propriétés quela gelée royale fraîche, suggérant que le processus de séchage n'altère pas la qualité et la fonction de gelée royale de manière significative.
- La gelée royale lyophilisée est certainement plus stable que le produit frais, mais il est toujours préférable de le conserver au réfrigérateur ou congélation parce que nous en

savons encore peu sur la composition et les changements d'efficacité biologique de poudre de gelée royale pendant le traitement et le stockage.

- la gelée royale lyophilisée n'a pas besoin d'être réfrigérée pour se conserver donc la lyophilisation facilite le transport et favorise le commerce. Une fois l'eau enlevée de la gelée royale, le produit reste très léger.

➤ Inconvénients selon (Hu et al., 2019).

- La gelée royale transformée (lyophilisée, déshydratée, ...) ou mélangée à d'autres composants (ginseng, gingembre, ...) a perdu une grande partie de ses bienfaits. Cependant, il y a une perte de substances volatiles, comme indiqué par (Vahonina, 1995).
- La lyophilisation est une technique assez complexe et nécessite du matériel sophistiqué (reproduire les conditions environnementales du vide absolu, chauffage par radiation ou conduction).
- Ce procédé exige une conservation dans une atmosphère protectrice sous vide.

I.6.3. Conservation par congélation (Hu et al., 2019).

Pour assurer une bonne congélation, il faut respecter les étapes suivantes :

- ✚ Transférer la gelée royale dans un récipient sombre et hermétique ; traiter immédiatement après la collecte.
- ✚ Si la gelée royale est utilisée rapidement, doit être réfrigérée entre 0 et 5 °C. Sinon, si la gelée royale est conservée pendant une période plus longue, doit être congelée à des températures inférieures à -18 °C.
- ✚ Pour protéger la gelée royale de la lumière, elle doit être emballée dans des contenants sombres et pour le protéger de l'oxydation, le conteneur doit être hermétique.

➤ Avantages (Hu et al., 2019).

- La gelée royale congelée peut être lyophilisée comme elle peut être transportée plus facilement à l'état sec. S'il est congelé, il peut être conservé 2 à 3 ans sans perdre sa qualité.
- Récemment, il a également été démontré que seulement le stockage de la gelée royale à l'état congelé empêche la décomposition des protéines biologiquement actives

Chapitre I Composition, propriétés et conservation de la gelée royale

- Réfrigération et congélation retardent et réduisent le produit chimique et provoquent des changements de la gelée royale pendant le stockage.
- Il n’y a aucune preuve que la congélation abîme le produit mais elle contribue à conserver les vitamines, notamment B5, et tous les bienfaits de la gelée royale.
- Il n’y a aucun risque sur le plan bactériologique. Certaines sociétés, qui commercialisent la gelée chinoise, la qualifient cependant de produit « frais ». Cette mention ne peut également être utilisée seulement pour les produits dont la durabilité n’excède pas 30 jours. Problème : les dates limites d’utilisation optimale diffèrent fortement entre la gelée royale produite en France et celle qui est importée : 18 mois pour le GPGR en France contre cinq ans pour la gelée importée.

➤ Inconvénients selon (Hu et al., 2019).

- Lors de la congélation peut se développer des germes dits (cryophiles ; psychrophiles) qui ne pas pathogènes mais altèrent le produit
- Après décongélation dans son emballage, le produit ne doit pas être conservé au réfrigérateur pendant plus de 12 mois.
- Ce processus peut causer des changements indésirables dans la texture (la couleur, Saveur, valeur nutritive)
- Des congélations et décongélation successives seraient également couramment pratiquées par les nombreux intermédiaires avant la vente. « Si la gelée royale extraite tôt, l’apiculteur asiatique la congèle.

Tableau IV : Durée de vie de la GR (Babin, 2015).

	Gelée royale fraîche (GRF)	Gelée royale lyophilisée (GRL)	Gelée royale fraîche ou lyophilisée ou mélangé au miel (GRM)
Durée de vie de la GR	6 mois, si conservé au réfrigérateur (3 à 5 °C) 2 ans si conservé au congélateur (<- 18 °C)	Un an si conservé au réfrigérateur (3 à 5 °C) Au moins 2 ans si conservé au congélateur (<- 18 °C)	Deux ans à température ambiante, si l'humidité totale Honey-RJ est inférieure à 18%

I.7. La place de la gelée royale en cosmétologie

Bien que sa production soit rare (ce qui augmente la valeur du produit), quelques laboratoires se sont lancés dans les soins anti-âges à base de gelée royale, notamment pour leurs qualités nutritives, revitalisantes et stimulantes cellulaires qui seraient imputables à sa richesse en éléments nutritifs et vitaminiques (Babin, 2015).

Son utilisation dans des lotions, crèmes ou masques pour le visage, pour le contour des yeux, pour le cou à des concentrations de 1 à 3 ‰, en provoquant une stimulation de l'épiderme et en le nourrissant, contribuerait à le rajeunir et à lui redonner son éclat tout en atténuant les rides. La gelée royale permettrait aussi de supprimer les pigmentations des peaux âgées et aurait également une action sur la séborrhée et sur l'acné. En plus de son action sur la peau, sa grande richesse en vitamine B5 ou acide pantothénique favoriserait la pousse des ongles et des cheveux et permettrait d'en prévenir la chute prématurée (Martini et Seiller, 2006).

I.8. Quelques compléments alimentaires à base de la gelée royale selon (Babin, 2015).

La gelée royale, consommée pure, peut, à cause de son goût intense être difficilement acceptée, même en consommation à dose minimale. C'est pourquoi l'industrie pharmaceutique a créé des arômes permettant l'absorption de gelée royale tout en limitant le goût pour le consommateur. Ainsi, on peut trouver la gelée royale sur la marche sous plusieurs formes notamment.

1.8.1. La gelée royale Pure

Se présenter pure sous forme de pot. Son utilisation à partir de 6 ans, chez les femmes enceintes à partir du deuxième trimestre de grossesse. Il est conseillé aux personnes diabétiques. Le pot se conserve au réfrigérateur et doit être consommé dans les 40 jours après ouverture.

1.8.2. La gelée royale en mélange

La gelée royale est ici mélangée à du ginseng, de la propolis et de l'acerola. Ce mélange est considéré comme fortifiant et stimulant grâce à sa composition. La durée conseillée de consommation est une cure de 20 jours.

1.8.3. Ampoules de gelée royale

Contiennent de la gelée royale aromatisée à l'orange pour masquer le goût prononcé du produit. Ces ampoules sont réservées à l'adulte.

1.8.4. Sirop Fortifiant Bio

C'est le seul produit de la gamme Arko Royal recommandé à partir de 3 ans. Il se compose d'acerola, de propolis, de miel et de GR. Sans conservateur et aromatisé à la fraise, la dose journalière recommandée est de 2 cuillères à café. Il faut agiter le sirop avant administration et celui-ci se conserve au réfrigérateur après ouverture.

1.8.5. Gelée royale, gélule

La gelée royale est dans le produit Elusanes en association avec du pollen dans des gélules. Le produit se conserve à l'abri de la lumière, de la chaleur et de l'humidité.

1.9. Effets indésirables

La gelée royale est un anabolisant qui participe à la régénération cellulaire; à ce titre, il est recommandé de ne pas consommer en cas de cancer mais en dehors de ce cas particulier la gelée royale n'est soumise à aucune contre-indication précise, elle est reconnue d'une totale innocuité, mais sa richesse en protéines l'expose tout de même à un risque allergénique possible donc il est conseillé de ne pas consommer la gelée royale en cas d'allergie alimentaire aux produits de la ruche (Poirot, 2013).

Aussi la gelée royale contient du sucre qu'il n'est pas tolérable aux personnes qui souffrent de l'obésité ainsi que les diabétiques. Toutefois pour ces derniers on peut trouver sur le marché de la gelée royale dans lesquelles on a remplacé le saccharose par un autre sucre qui est toléré, le fructose (Poirot, 2013).

Chapitre II

La qualité de la gelée royale

II. La qualité de la gelée royale

II.1. 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.

II.2. Enjeux qualité de la gelée royale

La gelée royale est devenue un produit commercial de grande valeur et la standardisation de ce produit est nécessaire pour garantir sa qualité sur le marché (CI Muresan *et al.*, 2016). Compte tenu des propriétés biologiques exceptionnelles qui lui sont attribuées, la gelée royale a un attrait commercial considérable et est aujourd'hui utilisé dans de nombreux secteurs, allant des industries pharmaceutique et alimentaire aux secteurs cosmétique et manufacturier (Sabatini *et al.*, 2009).

Avant les années 70, la production de gelée royale en Europe apportait aux apiculteurs une source non négligeable de revenus en plus d'une diversification de leur activité. Avec la mondialisation et l'intensification du commerce et des échanges entre pays, la gelée royale d'Asie à prix bas a rapidement submergé le marché européen, étouffant toute concurrence locale, et obligeant nombre d'apiculteurs à cesser cette production. L'arrivée de la gelée royale Asiatique sur le territoire européen n'a fait l'objet d'aucune réglementation, ni contrôle sanitaire, ni traçabilité. L'absence de qualité garantie peut ainsi expliquer les prix défiant toute concurrence (Babin, 2015).

Malgré tous les doutes avérés sur la qualité de la gelée royale commercialisée, il n'existe toujours pas aujourd'hui de traçabilité systématique pour la gelée royale importée. La date de récolte est souvent inconnue, et la qualité de la gelée royale importée n'est pas définie. En effet, la législation oblige simplement à indiquer que la gelée royale est importée. Les producteurs de gelée royale exigent que le pays d'origine soit mentionné très clairement sur l'emballage afin qu'il soit facilement identifié par le consommateur. Les producteurs demandent également à ce que la congélation ou non du produit soit précisée. Par ailleurs, les capacités de recherche doivent être renforcées afin de bien définir la qualité de la gelée royale,

et de pouvoir l'évaluer à travers des mesures quantitative des différents critères ou paramètres indicateurs de la fraîcheur de ce produit (Sabatini et *al.*, 2009).

II.3. Normes de qualité de la gelée royale

II.3.1. Définition d'une norme

D'après (ISO, 2016) la norme c'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.

II.3.2. Contrôle de la qualité de la gelée royale

Le FAO définit le contrôle des aliments comme étant des activités obligatoires et nécessaires pour garantir la qualité et l'innocuité des produits alimentaires dans l'intérêt de la santé de la population et au bénéfice du commerce.

Dans le domaine apicole, la mesure ou l'évaluation de la fraîcheur de la gelée royale est indispensable pour la détermination de sa qualité.

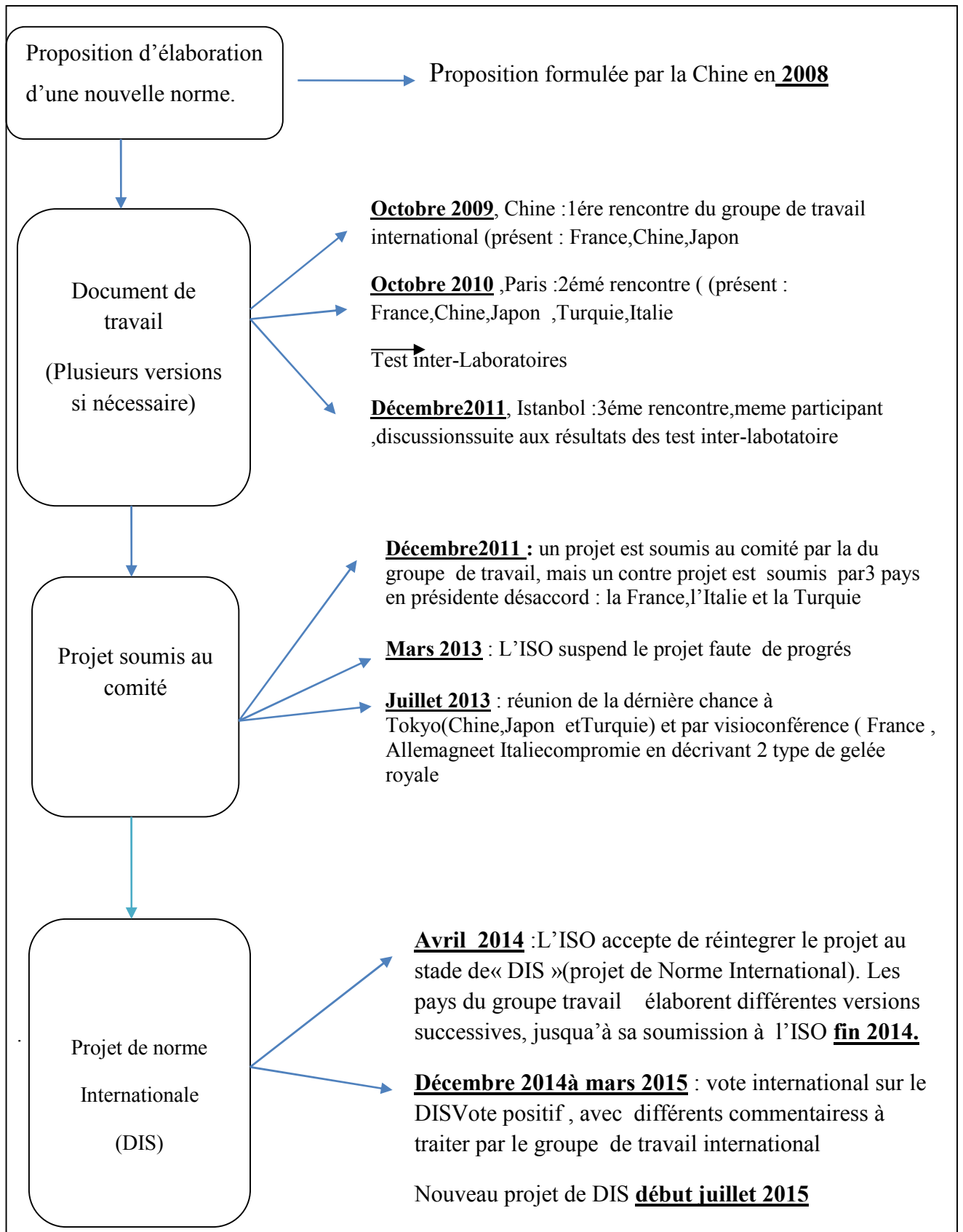
II.3.3. Processus d'élaboration de la Norme ISO relative à la gelée royale

Depuis 2009, un projet d'élaboration d'une norme internationale (ISO) des spécifications de la gelée royale est en cours. Les enjeux autour de ce projet sont importants car, contrairement au miel, la gelée royale n'est définie réglementairement, ni aux niveaux national, européen ni international. Elle est soumise à la législation générale des denrées alimentaires ; or les pratiques de production à travers le monde varient et on peut distinguer différentes qualités de gelées royales (ISO, 2014).

Cependant, certains pays comme le Brésil, la Bulgarie, le Japon et la Suisse ont établi des normes nationales. Un groupe de travail de la commission internationale du miel traite les normes de qualité de la gelée royale (ISO, 2014).

Le groupe de travail 13 du comité-agroalimentaire de l'ISO, chargé de rédiger le texte de normes relatif à la gelée royale, est présidé par la Chine, qui est le premier producteur mondial de gelée royale, et est à l'initiative du projet. La France ainsi que l'Italie, la Turquie,

l'Allemagne et le Japon participent aux négociations en tant que pays actifs au sein de ce groupe. Le processus d'élaboration de la norme ISO 12824 est décrit sur le diagramme ci-dessous (ISO, 2016).



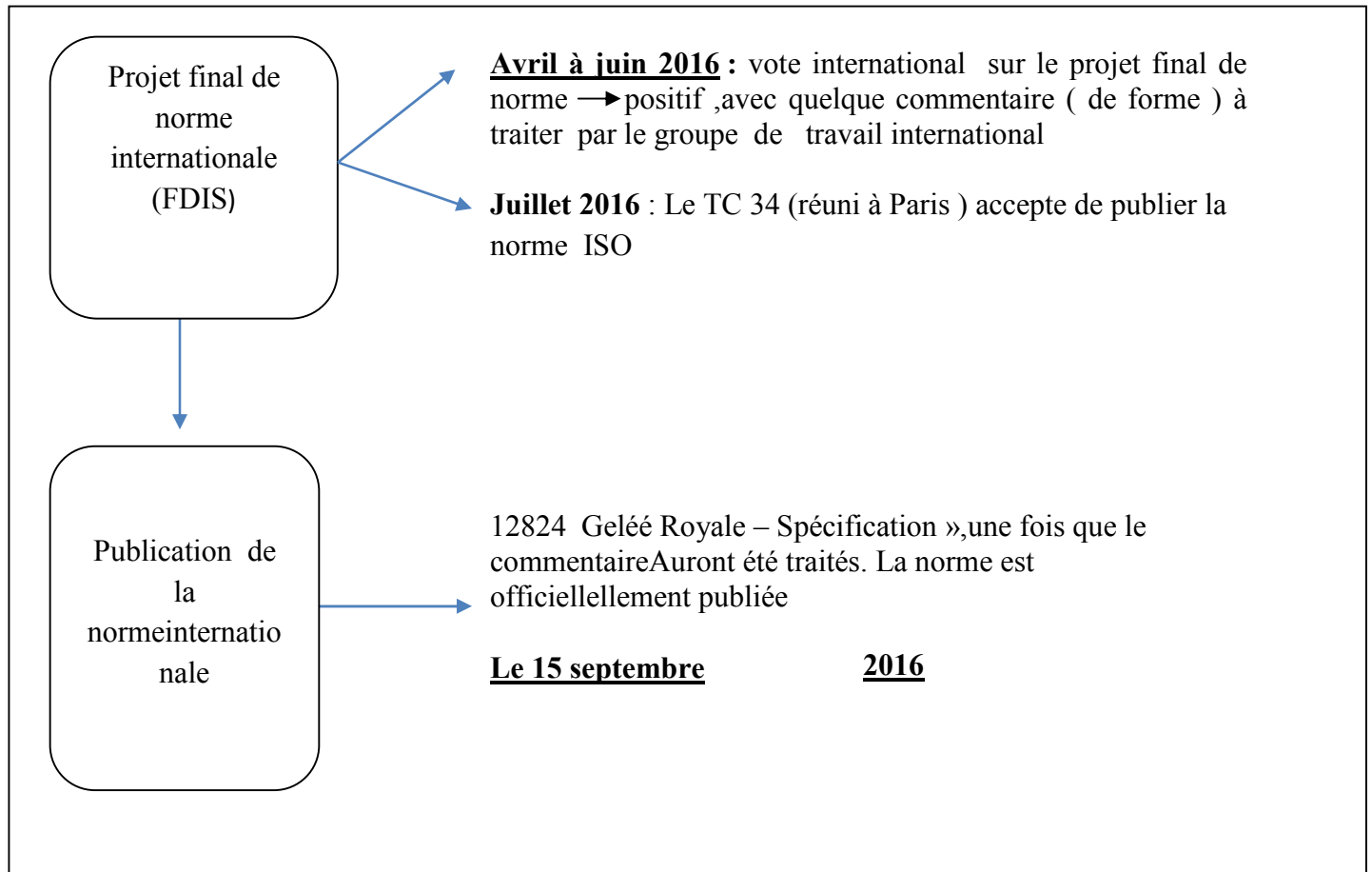


Figure 10 : Schéma représentant le résumé des grandes étapes de l'élaboration de la norme "Gelée Royale : spécifications (ISO, 2016).

II.3.4. Le contenu de la norme ISO 12824

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 (ISO, 2016).

- 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 les 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 (ISO, 2016).

II.3.5. Les critères physico-chimiques de la gelée royale selon (ISO12824, 2016).

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). La norme ISO 12824, garante de la qualité de la gelée royale. <http://www.miel-direct.fr>.

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). La norme ISO 12824, garante de la qualité de la gelée royale. <http://www.miel-direct.fr>.

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). La norme ISO 12824, garante de la qualité de la gelée royale. <http://www.miel-direct.fr>).

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 ISO 12824.

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 turkey 62,5-68,5 Inde 62,5-68,5 Chine 62,5-67,5 Corée 65,6-68,5 Brésil 60-70,0
10-HDA%	Moyenne: 2,32 min-max: 0,8 à 6,5 Limites proposées: 1-6%	ISO min: 1,4 Dinde min: 1,4 Suisse min: 1,4 Japon min: 1,4 Brésil min: 2,0 Corée min: 1,4 Inde min: 1,4 Chine min: 1,4
Protéine%	Moyenne: 13,6 min-max: 10,5-19,6 Limites proposées: min 10%	Brésil min: 10 Chine min: 11 Turquie 11,0-14,5 Corée 11,0-14,5 Inde 11,0-15,0 Japon 12,0-15,5 Pologne 13,5 -20,0
Fructose%	Moyenne: 3,98 min-max: 2,1-7,3 Limites proposées 2-8%	ISO 2,0-9,0 IHC 3,0-13,0
Glucose%	Moyenne: 4,2 min-max: 2,4 à 6,9 Limites proposées: 2-8%	ISO 2,0-9,0 IHC 4,0 à 8,0 Brésil max: 10,0

Saccharose%	Moyenne: 2,86 min-max: 0,0-9,3 Limites proposées type 1: max 3% ; type 2: max 6%	ISO max: 3,0 (type 1) IHC max: 6,0 (type 2) Brésil 0,5-2 Bulgarie max: 5,0
Sucre Total %	Moyenne: 11,03 min-max: 7,2 à 16,7 Limites proposées 7-17%	ISO 7,0 à 18,0 IHC 7,0 à 18,0 Pologne 6,5 à 18,0 Bulgarie 9,0-13,0

II.3.5.1. Les exigences en termes d'étiquetage

L'étiquetage est une exigence réglementaire incluse dans le volet qualité d'un produit. Les règles d'étiquetage et de présentation des produits de la ruche sont celles applicables aux denrées alimentaires et celles concernant les denrées préemballées, prévues par le code de la consommation et par le Codex Alimentarius qui est établies par un organisme nommé la FAO. Créé par l'ONU et l'OMS, la FAO vise à ce que la santé des consommateurs soit préservée et à ce que les pratiques commerciales dans le domaine alimentaire soient loyales (Rigal, 2012).

L'étiquetage du miel et de la gelée royale doit comporter obligatoirement les mentions 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) au jour près, ou au moins près en précisant le numéro du lot.
- Le poids ou le volume net.
- Le nom ou la raison sociale et l'adresse du fabricant, du conditionneur ou du vendeur.
- Les préconisations de conservation, notamment pour la gelée royale.

Pour le consommateur, il est souvent difficile de s'y retrouver, quant à l'origine du produit et surtout à sa qualité, et cela d'autant plus que les fraudes à l'étiquetage restent nombreuses malgré la réglementation existante. Des méthodes d'analyse permettant d'identifier l'origine florale des produits, et de vérifier le respect des paramètres physico-chimiques sont utiles pour l'évaluation de la qualité et de l'adultération des produits de la ruche. Elles permettent ainsi de conclure sur la véracité ou non de l'étiquetage (Rigal, 2012).

II.4. Fraude sur la gelée royale : adultération et pollution**II.4.1. 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 (Anonyme 02 , www.merieuxnutrisciences.com).

II.4.2. Fraudes intentionnelle : par adultération (falsification)

La gelée royale est connue pour ses nombreux nutriments et est vendue comme complément alimentaire. En raison du prix élevé du produit, la gelée royale peut être adultérée par l'ajout de produit moins chers qui ne peuvent être détectés organoleptiquement, comme la bouillie de maïs à l'amidon, le yaourt, le blanc d'œuf, le lait condensé mélangé à la propolis, la banane non mur et l'eau. La composition physicochimique de gelée royale pure, ainsi que de certains échantillons frelatés, peut être analysée en déterminant l'humidité, les cendres, les lipides, l'amidon et l'acide 10-hydroxy-2-décénoïque (marqueur spécifique de la gelée royale)(Rigal, 2012).

La falsification la plus fréquente sur la gelée royale est l'ajout de miel (10 à 20 %). Différentes techniques permettent de la mettre en évidence : on peut faire un dosage des sucres pour voir si des sucres spécifiques du miel sont présents, ou si au contraire leur profil est conforme avec celui d'une gelée royale. La gelée royale d'importation peut subir un autre type de fraudes, notamment lorsque la nature n'est pas assez généreuse : le nectar et le pollen sont remplacés par des succédanés. Par exemple, le pollen peut être remplacé par de la levure de bière, de la farine de soja ou du blanc d'œuf lyophilisé (Rigal, 2012).

II.4.3. Fraudes non intentionnelles : Pollution par des contaminants toxiques

La gelée royale est un produit issu de la nature. Il n'échappe donc pas à la pollution de l'environnement. En effet, elle peut contenir des résidus de métaux lourds, de pesticides utilisés dans l'agriculture et d'antibiotiques issus de la pratique apicole (Chairopoulos et Bequet, 2011). Parmi les insecticides, deux sont aujourd'hui soupçonnés pour leurs effets négatifs sur le développement et l'orientation des abeilles. Il s'agit de l'imidaclopride, matière

active de l'insecticide Gaucho, et du thiamethoxam, matière active de l'insecticide Cruiser (Mennessier, 2012).

Certains antibiotiques peuvent être légalement utilisés pour traiter les ruches mais de façon restreinte dans l'UE et plus encore en France. Cependant, de nombreux pays tiers les utilisent couramment et sans limite. En 2003, les autorités européennes de Bruxelles avaient dû fermer provisoirement les frontières de l'Europe à la gelée royale chinoise après plusieurs cas de contamination par le chloramphénicol, un antibiotique hautement toxique, interdit depuis 1995 (Chairopoulos et Bequet, 2011).



Figure 11 : La contamination de la gelée royale(Yousefi et *al.*,2012)

II.5. Elaboration de la qualité de la gelée royale

La qualité d'un produit, comme exigence réglementaire et commerciale, ne peut être obtenue au hasard, mais elle est obtenue selon une stratégie ou démarche volontaire qui est généralement définie par les producteurs, les conditionneurs et les distributeurs. Cette qualité doit être certifiée, par un organisme certificateur, et visible par le consommateur, via un logo par exemple. Dans cette partie nous décrivons quelques démarches d'élaboration de la qualité de la gelée royale.

Démarche qualité*II.5.1. Guide des bonnes pratiques de production de gelée royale**

La loi impose aux apiculteurs qui commercialisent leurs produits de mettre sur le marché des aliments sains, c'est-à-dire sans danger pour le consommateur.

L'apiculteur est libre des moyens qu'il met en place pour atteindre cet objectif. Pour cela, le guide des bonnes pratiques d'hygiène en apiculture (GBPHA) est un document de référence, élaborer par la filière et validé par l'administration après avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). Il est d'application volontaire. Les apiculteurs qui choisissent de ne pas s'y référer devront prouver que leurs pratiques permettent de respecter les exigences réglementaires en matière d'hygiène et de traçabilité (Anonyme 03, 2018. Guide de bonne pratique apicole, hygiène, en production de miel, de pollen et de gelée royale sur le site www.merieuxnutrisciences.com).

Les bonnes pratiques d'hygiène en amont de la récolte sont décrites comme suit:

- Choisir l'emplacement du rucher.
- Entretien du matériel et gestion des cires.
- Bien utiliser les médicaments vétérinaires, et les principaux contaminants de la gelée royale, en particulier les moyens de limiter la contamination par les spores de *Clostridium botulinum*.
- Concevoir et aménager les locaux de travail.
- Choisir et vérifier le bon état des équipements de miellerie.
- Organiser les étapes de production.
- Nettoyer les locaux et le matériel de miellerie.
- Veiller à l'hygiène du personnel dans les locaux.
- Lutter contre les nuisibles et les abeilles dans les locaux.
- Organiser l'accès à l'eau potable et l'évacuation des eaux usées dans les locaux.
- Assurer la traçabilité des produits de la ruche.
- Respecter la réglementation sur l'étiquetage des produits de la ruche.

II.5.2. Charte de qualité : Cas de GPGR

Tout comme les autres produits de la ruche, la gelée royale est un aliment qui est fortement surveillé et dont la qualité est contrôlée de manière très pointilleuse

Certains producteurs choisissent d'adhérer à une charte de qualité pour valoriser leurs produits. Cela permet de certifier le respect de pratiques apicoles raisonnées et de garantir la conformité des produits à certains critères de qualité. 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.

Certains producteurs choisissent d'adhérer à une charte de qualité pour valoriser leurs produits. Cela permet de certifier le respect des pratiques apicoles raisonnées et de garantir la conformité des produits à certains critères de qualité (Cuvillier, 2015).

II.5.2.1. Groupement de producteur de gelée royale (GPGR)

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 12: 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. la production industrielle de gelée importée où les ruches sont nourries de manière artificielle tout au long de la production. 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).

II.5.3. Le label de qualité ARKO ROYAL

II.5.3.1. Définition d'un label

C'est une certification : étiquette apposée sur un produit. Il garantit aux consommateurs que le produit respecte un certain nombre de critères et lui confère une qualité supérieure à un produit équivalent présent sur le marché.

Arkoroyal crée le 1^{er} label d'apiculture responsable certifié par un organisme indépendant pour garantir la qualité et la pureté de gelée royale, et préserver l'environnement et l'humain (Cuvillier, 2015).

Les produits de la gamme ARKO, bénéficient de la certification ISO 22000 (norme internationale d'organisation pour la sécurité des aliments) et s'engagent dans l'agriculture

biologique afin de garantir une gelée royale de bonne qualité, tout en respectant les normes de bonnes pratiques de fabrication (BPF) (Cuvillier, 2015).

La certification ISO 22000 impose à ARKO Pharma de proposer des produits sains, de garantir la sécurité des aliments et d'être en conformité avec la réglementation européenne au niveau de l'hygiène. Le laboratoire ARKO s'engage dans l'agriculture biologique entre autre pour préserver l'environnement grâce à des pratiques d'exploitations respectueuses de la faune et de la flore, mais aussi pour optimiser la qualité de la gelée royale. ECOCERT est l'organisme chargé de contrôler le respect de la production de gelée royale biologique. ARKO ROYAL garantit des produits sans :

- **Chloramphénicol**, antibiotique interdit en France depuis 1994, que l'on peut cependant retrouver dans le foie gras, le miel ou encore (à cause d'une production naturelle de ce composé par des micro-organismes dans le sol et des résidus). Il est cancérigène et peut provoquer des anémies en cas d'absorption.
- **Antibiotique**, pour diminuer les risques d'allergies et de résistance.
- **Pesticide**, source d'hypothermie, d'hypotension. Soumis à la conformité des Limites Maximales de Résidus (LMR) aux pesticides fixés aux règles.

II.6. Le marché de la gelée royale

La récolte de gelée royale nécessite beaucoup de main d'œuvre, ce sont les pays où cette dernière est bon marché, comme la Chine, qui sont les plus gros producteurs. En effet, plus de 90% de la gelée royale vendue en France est d'origine asiatique lyophilisée ou congelée.

Heureusement, beaucoup de producteurs français de gelée royale, commercialisent directement aux consommateurs tout ou une partie de leur production. Une des meilleures garanties de qualité est le label GRF-Gelée Royale Française ®. En effet, 90% des producteurs professionnels français adhèrent à ce groupement (GPGR) qui leur impose un cahier des charges strict. Les consommateurs peuvent ainsi trouver ces produits de qualité directement dans les boutiques de ces producteurs ou sur leur site interne (Fruleux, 2020. Comment choisir sa gelée royale sur le site www.miel-direct.fr).

II.6.1. Le marché mondial

Aucune donnée officielle n'existe sur le marché gelée royale (Grillenzoni, 2002), mais la Chine est unanimement reconnue comme le premier producteur et exportateur mondial de gelée royale, qu'il vend à 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 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).



Figure 13 : les pays producteurs et exportateurs de la gelée royale dans le monde(Anonyme04.Le prix de la gelée royale, Miel In France sur le site www.mielinfrance.fr).

✓ Les intervenants français sur l'importation de la gelée royale

Il existe trois profils d'intervenants qui utilisent la gelée royale d'importation. Les importateurs de gelée royale asiatique sont deux intervenants : Lustrel et Cervais qui importent plus de 100 tonnes de gelée royale, soit 60 % des volumes importés. Ces deux laboratoires reçoivent de la gelée royale congelée. Ils la reconditionnent en petits pots et la lyophilisent pour la fabrication de gélule ou de comprimés. Ils commercialisent en plus faibles quantités de la gelée royale en en vrac à des revendeurs.

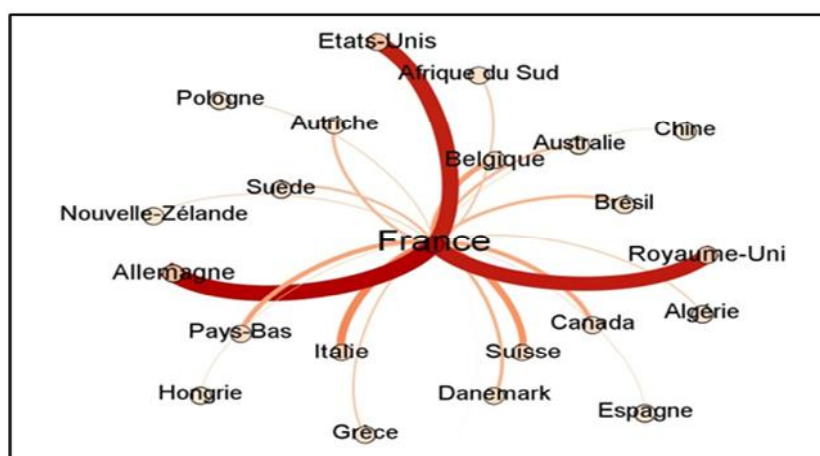


Figure 14: les pays producteurs et importateurs de la gelée royale (Anonyme04. Le prix de la gelée royale, Miel In France sur le site www.mielinfrance.fr).

II.6.2. Le marché des compléments alimentaires

La gelée royale c'est un complément alimentaire qui est en vente libre dans les pharmacies mais également en grandes surfaces, en magasins et sur Internet. Le Synadiet fait régulièrement un état des lieux du marché des compléments alimentaires, le rapport le plus récent concerne l'année 2013. Il montre que près de la moitié du chiffre d'affaire en TTC des compléments alimentaires se fait en pharmacie (48 %), suivi par la vente directe, la vente par correspondance, la vente sur Internet (21 %), en magasins spécialisés (17 %), en grandes et moyennes surfaces (GMS) (7%) et en parapharmacie (6 %) (Babin., 2015).

II.6.3. Prix de la gelée royale d'importation

La différence de prix est très élevée entre la gelée royale chinoise et celle produite en France. Le prix de la gelée royale importée d'Asie est de l'ordre de 30 €/kg contre 1 200 €/kg pour la gelée royale française (Anonyme04. Le prix de la gelée royale, Miel In France sur le site www.mielinfrance.fr).

Le différentiel s'explique principalement par, l'écart de coût des salaires sur ces productions très consommatrices en main d'œuvre, les exigences qualité du label Gelée Royale Française, qui interdit la congélation des productions et impose un cahier des charges très contraignant pour la conduite des ruches : nourrissage des colonies uniquement avec du miel et du pollen, pas de recours aux antibiotiques qui permettent d'augmenter significativement la productivité des ruches en gelée royale sur le continent asiatique .

Il convient de prendre en compte qu'il faut comparer des produits d'un niveau de qualité semblable pour pouvoir parler de prix. Ainsi, la gelée royale fraîche française de qualité n'aura pas le même prix qu'un produit importé dénué de bénéfices. En France, en 2018, le prix moyen de la gelée royale française est de 23€ les 10g, soit 2300 euros le kilo. La gelée royale chinoise importée a un prix moyen de 3€ les 10g. Cette différence des prix ne peut qu'expliquer une différence de qualité. En plus d'être de moindre qualité, la gelée royale chinoise entre dans un processus injuste. Le prix comprend le transport, le conditionnement, la congélation, la commercialisation et l'achat en grand volume. Les grands volumes permettent aux français qui importent d'avoir des prix plus bas. Mais au final, le "producteur" chinois (ou autres pays asiatiques) ne gagne presque rien sur les ventes. Il devra donc viser la quantité à la qualité. Un grand problème pour la qualité des produits vendus.

Depuis 2010, le prix de vente moyen d'un kg de gelée royale française a peu évolué. Les coûts de production, selon les structures varient entre 600 et 1 000 € le kilogramme. Les ventes des apiculteurs français s'élèveraient en 2010 à 3,5 millions €.

Les importations de gelée royale représentent l'écrasante majorité des volumes commercialisés sur le marché français. Ces productions viennent pour l'essentiel de Chine, mais également de Thaïlande. Les lots subissent plusieurs congélations et décongélations successives, mais malgré tout, depuis le changement de réglementation de 2009, ces productions sont certifiées AB (agriculture biologique) principalement par l'entreprise

ECOCERT France (Anonyme04.Le prix de la gelée royale, Miel In France sur le site www.mielinfrance.fr).

✓ Le prix est justifié par un travail important

Il est impossible pour un apiculteur français 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 (Anonyme04.Le prix de la gelée royale, Miel In France sur le site www.mielinfrance.fr).

Conclusion

Conclusion

La gelée royale est une substance naturelle considérée comme l'un des produits les plus importants des abeilles mellifères. Il est à ce jour possible d'affirmer que la gelée royale présente une composition très complexe, d'une très grande diversité, 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.

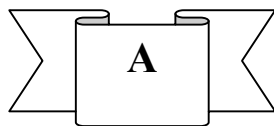
Ce produit miraculeux possède de nombreuses propriétés fonctionnelles (biologiques, organoleptiques, physiques, pharmacologiques). Elle peut donc, de ce fait, contribuer à préserver l'organisme en bonne santé. Pour cette raison, elle est largement utilisée comme médicament, aliments diététiques et dans des produits cosmétiques dans de nombreux pays.

La gelée royale est conservée soit à froid (réfrigération (à 4°C) ou congélation), ou par lyophilisation. La gelée royale est utilisée dans la préparation des compléments alimentaires et des médicaments, qui sont fortement surveillés et dont la qualité est contrôlée de manière très pointilleuse. La gelée royale est incorporée également dans certains produits cosmétiques.

Sur le plan économique, la Chine est le plus grand pays producteur et exportateur de gelée royale à l'échelle mondiale. Cette gelée est vendue à des prix très compétitif et même imbattable du fait que les quantités produites ainsi que le coût de production défie toute compétitivité. Cette situation a poussé certains pays « de faibles producteurs » à réclamer des normes de qualité internationales définissant la qualité de gelée royale. C'est ainsi que la norme ISO ..., de 2016, classe la gelée royale en type 1 et 2. Cette norme permet le contrôle de la qualité et la lutte contre les fraudes. Par ailleurs, certains pays et laboratoires ont opté pour la création de labels, comme marques distinctives de la qualité supérieure de la gelée royale, leur permettant de tirer des avantages commerciaux.

En Algérie, la production de la gelée royale demeure très faible vue que la production du miel est beaucoup plus rentable. Toutefois, une meilleure organisation des exploitations apicoles permettrait la diversification des productions (miel, pollen, gelée royale...) afin de mieux optimiser leur rentabilité.

Références bibliographiques



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.

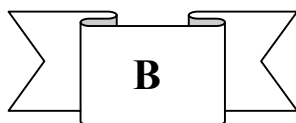
Albalasmeh, A.A., Berhe, A.A., et Ghezzehei, TA. (2013). Une nouvelle méthode de détermination rapide des glucides et concentrations totales de carbone en utilisant la spectrophotométrie UV. *Polymères glucidiques*, 97, p 253–261.

Albert S, Bhattacharya D, Klaudiny J, Schmitzova J, et Simuth J. (1999). La famille des principales protéines de gelée royale et son évolution. *Journal of Molecular Evolution* 49: p 290-297.

Alreshoodi, M., and Sultanbawa Y. (2015). Antimicrobial Activity of Royal Jelly. *Antiinfect. Agents* 13:p50–59.

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

Amirshahi, M., Mullin, P.M., Rassoly, I., van den Anker, J., & Pines, J.M. (2014). Rising opioid prescribing in adult US emergency department visits: 2001-2010. *Academic Emergency Medicine*, 21(3), p236-243.



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

Barnutiu, 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 Biotechnol*, 44: p67–72.

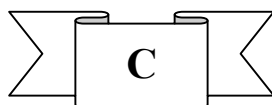
Biondi, C.G., Bedini and Felicioli, A. (2003). Royal jelly: proposed method for the determination of geographical origin and quality. *Apitalia* (6):p 32-37.

Biri, M. (2011). Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. Edition De Vecchi. 295p.

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.

Bradford, M. (1976). Une méthode rapide et sensible pour la quantification de quantités de microgrammes de protéines en utilisant le principe de la liaison protéine-colorant. *Biochimie analytique*, 72, p 248–254.

Buttstedt, A., Moritz, RFA et Erler, S. (2014) Origin and fonction des principales protéines de gelée royale de l'abeille (*Apis mellifera*) en tant que membres de la famille des gènes jaunes. *Biological Reviews* 89: p255-269.



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

Calvarese, S., Forti, A.F. Scortichini, G., Diletti, G. (2006). Chloramphénicol dans la gelée royale: aspects analytiques et apparition dans les importations italiennes. *Apidologie* 37:p 673-678.

Cemek, M., Aymelek, F., Buyukokuroglu, M.E., Karaca, T., Buyukben, A., & Yilmaz, F. (2010). Protective potencial 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.

Chairopoulos, P., Bequet, A.L. Le miel n'échappe pas à la pollution. 60 millions de Consommateurs, 2011, n° 464, p. 30-35.

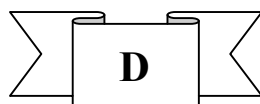
Chen, S., Su, S., & Lin, X. (2002). An introduction to high-yielding royal jelly production methods in China. *Bee World*, 83(2), p 69-77.

Clement, H. (2009). Créer son rucher. Editions Rustica. Paris. 111p.

Cousin, L. (2014). L'abeille et le conseil à l'officine. Thèse de doctorat en pharmacie.Faculté de Médecine et de Pharmacie,POITIERS.

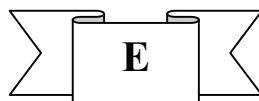
Cran, (1990). Bees and keeping, science practice and world ressources, heineman, London. P: 614.ISBN 0-8014-2429-1.

Cuvillier, M.(2015).Miel, Propolis, Gelée royale : Les abeilles alliées de notre système immunitaire.. Thèse de doctorat en pharmacie.Faculté des Sciences Pharmaceutiques, Lille.

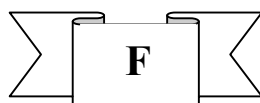


Domerego, R., Imbert, G.,&Blanchard, C.(2007). Les remèdes de la ruche, *Monaco Alpen Editions, 96p.*

Draiaia, R. (2016).Caractérisation physico-chimique et appellation botanique des miels Algériens (Cas des ruches langstroth).Thèse de doctorat en biochimie. Faculté des sciences département de biochimie. BADJI MOKHTAR – ANNABA.



Elser, A. G. (1919). U.S. Patent No. 1,p.292,736. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.



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.*

Faure, S.(2010). Les compléments alimentaires à base de plantes, quelle efficacité, qualité et sécurité? *Actual Pharm.;* p49(496).

Fleche, C., Clément, MC., Zeggane, S., Faucon, JP. (1997).Contamination des produits de la ruche et risques pour la santé humaine:la situation en France. Revue Scientifique et Technique d'Office International des Epizooties 16:p 609-619.

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.

Franks, F. (1998).Lyophilisation des bioproduits: principe de base plus dans la pratique. *European Journal of Pharmaceutics and Bio-pharmaceutique*,45,p221–229.

Fujii, A., Kobayashi, S., Kuboyama, N. (1990).Augmentation of wound healing byroyal jelly in streptozotocin-diabetic rats. *Japanese journal of pharmacology*, vol.53, n° 3, p. 331-337.



Gharbi,M. (2011). Les produits de la ruche : Origines-Fonctions naturelles-Composition-Propriétés thérapeutiques-Apithérapie et perspectives d'emploi en médecine vétérinaire. Thèse de Doctorat en Médecine Vétérinaire. Université Claude-Bernard, Lyon.

Gowthorpe, P. (2011). L'abeille & sa colonie. Disponible sur : <http://www.adaif.fr/l-abeille/abeille-colonie.html> (consulté le 19/11/2020).

Gely, D. H. (2015).Les vertus des produits de la ruche. *Human et terre*. 37: 29. Disponible sur : <http://www.naturopathe-hunkagely.fr/articles/article-miel.pdf> (Consulté le: 20/11/2020).

Ghanbari, E., Vahid, N., Gholamreza, N., Mozafar, K., et Babaei,M. (2015). Study on the effect of royal jelly on reproductive parameters in streptozotocin-induced diabetic rats. *IntoFertilSteril*, 9: p.113-120.

Grillenzoni, FG. (2002). Prodotti dell'alveare: aspetti economici ed mercato. Dans Sabatini, AG; Carpana, E (a cura di) Iprodotti dell'apicoltura. LEADER II (Galizia, Portogallo, Italia); Portodemouros, Espagne; p. 99-105.



Haydak, M. H.(1943).Larval food and development of castes in the honeybee. *Journal of EconomicEntomology*, 36(5), p .778-792.

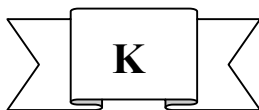
Hu, F. L., Bíliková, K., Casabianca, H., Daniele, G., Salmen Espindola, F., Feng, M., & Li, L. (2019).Standard methods for Apis mellifera royal jelly research. *Journal of Apicultural Research*, 58(2), 1-68.



Izuta, H., Chikaraishi, Y., Shimazawa, M., Mishima, S., Hara, H. (2009).10-Hydroxy-2-decenoic Acid, a Major Fatty Acid from Royal Jelly, Inhibits VEGFInducedAngiogenesis in Human Umbilical Vein Endothelial Cells, *Evid. Based Complement.Alternat. Med.*, 6(4), 489-94.



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.



Kamakura, M., Fukuda, T., Fukushima, M., et Yonekura, M. (2001). Dégradation dépendante du stockage de la protéine de 57 kDa en gelée royale: Un possible marqueur de fraîcheur. *Biosciences, Biotechnology, and Biochemistry*, 65, p.277-284.

Kanelis, D., Tananaki, C., Liolios, V., Dimou, M., Goras, G., Rodopoulou, M. A., ... & Thrasyvoulou, A. (2015). Suggestion for royal Jelly specification. *Arhiv za Higijenu i Toksikologiju*, 66(4), p.275-284

Kimura, N., Nojima, T., Ueno, K., Nakamura, S., Shimotani, H., Ohtomo, A. (2008). Electric-field-induced superconductivity in an insulator. *Nature Materials*, 7(11), p.855-858.

Kirk-Othmer, (1994). Encyclopedia of chemical technology. New York: John Wiley and sons. 929-947.



Lercker, G., Caboni, M.F., Vecchi M.A., Sabatini, A.G. and Nanetti A. (1993). Caratterizzazione dei principali costituenti della gelatina reale. *Apicoltura* 8:p. 27-37.

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

Liu, J-R., Yang Y-C., Shi L-S. et Peng C-C. (2008). Antioxidant properties of royal Jelly associates with larval age and time of harvest. *J. Agric. Food Chem.*, 56(23) :p. 11447-11452.

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



Mateescu, C. (2016). Les produits de sécrétion et leurs rôles dans la colonie d'abeilles, [en ligne]. Adresse URL: <https://www.researchgate.net/publication/237480596> (consultée le 20/11/2016).

Matsuka, M., Nakamura, J. (1990). Résidus d'oxytétracycline dansmiel et gelée royale. *Journal of Apicultural Research*29 (2): p .112-117.

Mennessier, M. Abeilles : deux insecticides sur la sellette. *Le Figaro*2012, n° 21 045,p. 13.

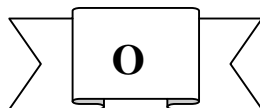
Messia, MC; Caboni, MF; Marconi, E (2005).Stabilité au stockageévaluation de la RJ lyophilisée par dosage de la furosine.*Journal of Agriculture and Food Chemistry* 53:P. 4440-4443.

Mihajlovic, D., Rajkovic, I., Chinou I., and Colic M. (2013).Dose-dependent immunomodulatory effects of 10-hydroxy-2-decenoic acid on human monocyte-derived dendritic cells. *J. Funct. Foods* 5 838–846.

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.

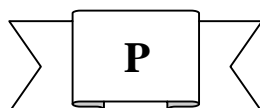
Mozafar Khazaei, Atefe Ansarian& Elham Ghanbari (2017): New Findings on Biological Actions and Clinical Applications of Royal Jelly: A Review, *Journal of Dietary Supplements*, DOI: 10.1080/19390211.2017.1363843.

Muresan, C. I., Mărghita , L. A., Dezmirean, D. S., Bobi , O., Bonta, V., Zacharias, I., &Pa ca, C. (2016).QualityParameters for Commercial Royal Jelly. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies*, 73(1), 37-44.



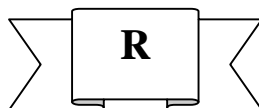
Opida, (2009). The guide technique of royal jelly producer, in French]. Le guide Technique du producteur de gelée royale. Lion: Office Pour L'information et la Documentation en Apiculture; 2009. 117 p.

Organisation Internationale de Normalisation. 2016. Norme ISO 12824 « Gelée royale - Spécifications ». Première édition.

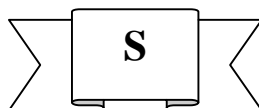


Pavel,C.I.,Marghitas,L.A.,Bobis,O.,Dezmirean,D.S.,Sapcaliu,A.,Radoi,I.,&Madas,M.N. (2011).Biological activities of royal jelly-review.Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies,445(2),108-118.

Poirot, B. (2013). L'apithérapie médecine moderne.23p.



Rigal, M-L. (2012). Miel et gelée royale : utilisation thérapeutique dans le domaine cutané et application en cosmétologie. Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Limoges- Faculté de pharmacie, Limoges. France.



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.

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.

Sano, O., T. Kunikata, K. Iwaki, M. Ikeda and M. Kurimoto. (2004). Characterization of royal jelly proteins in both Africanized and European honeybees (*Apis mellifera*) by two-dimensional gel electrophoresis. *J. Agric. Food Chem.* 14; 52(1):p.15–20.

Serra Bonvehi, J. (1992). Sucre, acidité et pH de la gelée royale. *Annales de Bromatologia*, 44, 65–69.

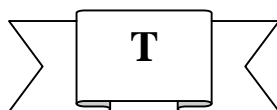
Sesta G, Lusco L. Refractometric determination of water content in royal jelly. *Apidologie*. 2008 Mar;39(2):p.225–32.

Shenglu, SU, Songkun, et LIN, Xuezheng. (2002). An introduction to high-yielding royal jelly production methods in China. *Bee World*, vol. 83, no 2, p. 69-77.

Šimúth, J., Bíliková, K., Kováčová, E., Kuzmová, Z., Schroder, W.

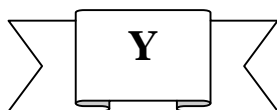
(2004). Immunochemical Approach to Detection of Adulteration in Honey: Physiologically Active Royal Jelly Protein Stimulating TNF- α Release Is a Regular Component of Honey, *J. Agric. Food Chem.*, 52 (8), 2154–2158.

Stocker, A. (2003). Isolation et caractérisation des substances de la gelée royale. Thèse de doctorat; Université d'Orléans; Orléans (France).



Takaki, T., Petronczki, M., Wolfe, B.A & Glotzer, M. (2009). Polo-like Kinase 1 directs assembly of the HsCyk-4 RhoGAP/Ect2 RhoGEF complex to initiate cleavage furrow formation. *Polos Biol*, 7(5), e1000110.

Tokunaga, k-h., Yoshida C., Suzuki k-m., Maruyama, H., Futamura, Y., Araki, Y. et Mishima, S. (2004). Antihypertensive effect of peptides from royal jelly in spontaneously hypertensive rats. *Biol Pharm Bull*, 27: p.189-192.



Yousefi B., Ghaderi S., Rezapoor-Lactooyi A., Amiri N., Verdi J., and Shoaehassani A. 2012. Hydroxy decenoic acid down regulates gtfB and gtfC expression and prevents Streptococcus mutans adherence to the cell surfaces. Ann. Clin. Microbiol. Antimicrob. p.11:21.

Webographie

Anonyme01, (2012) .Gelée royale française, Fraude à la gelée royale. [Enligne].Adresse URL :<http://www.nectar-com>(consultée le16 /11/2020).

Anonyme 02:<https://www.merieuxnutrisciences.com> (consultée le15 /12/2020).

Anonyme 03, (2018). Guide de bonne pratique apicole, hygiène, en production de miel, de pollen et de gelée royale. [Enligne].Adresse URL :<https://www.bonnepratiques.itsap.asso.fr> (consultée le16 /10/2020).

Anonyme 04. Le prix de la gelée royale, Miel In France. [Enligne].Adresse URL <https://www.mielinfrance.fr>[Consulté le 20/11/ 2020].

Barrett Stephen, MD. (2011). Bee Pollen, Royal Jelly, and Propolis.AdresseURL www.quackwatch.org [Consulté16 aout 2020].

Docteur Donnadiou.(2011). Toutes les thérapeutiques de ma pharmacie naturelle. Les produits de la ruche. La gelée royale. Adresse URL:www.santé.com [Consulté le16 aout 2020].

Fruleux, (2018). La norme ISO 12824, garante de la qualité de la gelée royale. [Enligne]. <http://www.miel-direct.fr>[Consulté le 20/11/ 2020].

Fruleux,(2020).Comment choisir sa gelée royale ?[Enligne] <https://www.miel-direct.fr>[Consulté le 20/11/ 2020].

ISO, (2014) : Itsap Institut de l'abeille .L'expertise technique et scientifique au service de l'apiculture [Enligne]. Adresse URL : www.itsap.asoo.fr[Consulté le11/11/ 2020].

ISO, (2016) :la norme ISO "Gelée Royale : spécifications" vient d'être publiée le 15 septembre 2016[Enligne]. Adresse URL : <https://blog.itsap.fr> [Consulté le105/11/ 2020].

Synadiet. Les chiffres de la marche en 2013 Synadiet [Internet]. Available from: [http://www.synadiet.org/les complément alimentaires/](http://www.synadiet.org/les-complément-alimentaires/) le marché les Chiffres du marché en 2013 [Cited 2020 NOV 12].

Résumé

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 est dans un premier temps de comprendre l'origine et les étapes de la production de la gelée royale on se base sur les règles d'hygiènes à respecter durant sa récolte, sa conservation et sa commercialisation. S'attachant à déterminer aussi la composition chimique de cette substance en détail. Majoritairement constituée d'eau, elle présente une composition qualitativement riche en macronutriments dont un acide gras particulier l'acide 10 hydroxy-2-décénoïque. Pour ensuite, la relier aux propriétés thérapeutiques 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. Dans une dernière partie, ce produit est devenu un produit commercial de grande valeur et la standardisation de cette substance est nécessaire pour garantir sa qualité sur le marché national et international. Appartenant à la législation des compléments alimentaires, les produits à base de gelée royale disponibles sont divers et variés afin de faciliter leur prise. Sans allégation autorisée, la gelée royale bénéficie de son aura auprès des consommateurs.

Mot clés : compositions, conservation, gelée royale, propriétés, qualité, standardisation.

Abstract

Royal jelly is one of the hive products that has long enjoyed a good reputation in the health field. The goal of this work is initially to understand the origin and the stages of the production of the royal jelly one is based on the rules of hygiene to be respected during its harvest, its conservation and its marketing. The chemical composition of this substance is also determined in detail. Mostly composed of water, it has a composition which is qualitatively rich in macronutrients, including a particular fatty acid 10 hydroxy-2-decenoic acid. To then relate it to the therapeutic properties and pharmacological and cosmetic uses, specifying their health benefits as well as the various ailments for which royal jelly can be used. In a final part, this product has become a commercial product of great value and the standardization of this substance necessary to guarantee its quality on the national and international market. Belonging to the legislation of food supplements, the royal jelly-based products available are diverse and varied in order to facilitate their intake. Without authorized claims, royal jelly benefits from its aura among consumers.

Keywords: compositions, conservation, royal jelly, properties, quality, standardization.