



HAL
open science

Le miel de Corse : de la ruche à l'officine

Jean-Jérôme Stefani

► **To cite this version:**

Jean-Jérôme Stefani. Le miel de Corse : de la ruche à l'officine. Sciences pharmaceutiques. 2017.
dumas-01470220

HAL Id: dumas-01470220

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01470220v1>

Submitted on 9 Mar 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THÈSE

PRESENTEE ET PUBLIQUEMENT SOUTENUE
DEVANT LA FACULTE DE PHARMACIE

Le 16 février 2017

Par
M. STEFANI Jean-Jérôme
Né le 29 Octobre 1988

EN VUE D'OBTENIR
LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

---oOo---

LE MIEL DE CORSE : DE LA RUCHE À L'OFFICINE

---oOo---

JURY :

Président : Mme le Professeur Nadine AZAS-KREDER
Membres : Mme le Docteur Anne FAVEL
Mme le Docteur Catherine BARONE

MÉMOIRE
DU DIPLÔME D'ÉTUDES SPÉCIALISÉES
DE BIOLOGIE MÉDICALE

Soutenu le 16 février 2017

Par M. **STEFANI Jean-Jérôme**
Né le 29 Octobre 1988

Conformément aux dispositions du décret n°2003-76
du 23 janvier 2003, tenant lieu de

THÈSE
POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

---oOo---

LE MIEL DE CORSE : DE LA RUCHE À L'OFFICINE

---oOo---

JURY :

Président : Mme le Professeur Nadine AZAS-KREDER

Membres : Mme le Docteur Anne FAVEL
Mme le Docteur Catherine BARONE

27 Boulevard Jean Moulin – 13385 MARSEILLE Cedex 05
Tel. : 04 91 83 55 00 – Fax : 04 91 80 26 12

ADMINISTRATION :

<i>Doyen :</i>	Mme Françoise DIGNAT-GEORGE
<i>Vice-Doyens :</i>	M. Jean-Paul BORG, M. Philippe CHARPIOT, M. Pascal RATHELOT
<i>Chargés de Mission :</i>	M. David BERGE-LEFRANC, M. François DEVRED, Mme Caroline DUCROS, Mme Pascale BARBIER
<i>Conseiller du Doyen :</i>	M. Patrice VANELLE
<i>Doyens honoraires :</i>	M. Jacques REYNAUD, M. Pierre TIMON-DAVID, M. Patrice VANELLE
<i>Professeurs émérites :</i>	M. José SAMPOL, M. Jean-Pierre REYNIER
<i>Professeurs honoraires :</i>	M. Guy BALANSARD, M. Jacques BARBE, M. Yves BARRA, Mme Claudette BRIAND, M. Jacques CATALIN, Mme Andrée CREMIEUX, M. Aimé CREVAT, M. Bernard CRISTAU, M. Gérard DUMENIL, M. Alain DURAND, Mme Danielle GARÇON, M. Maurice JALFRE, M. Joseph JOACHIM, M. Maurice LANZA, M. José MALDONADO, M. Patrick REGLI, M. Jean-Claude SARI,
<i>Chef des Services Administratifs :</i>	Mme Florence GAUREL
<i>Chef de Cabinet :</i>	Mme Sandrine NOURIAN
<i>Responsable de la Scolarité :</i>	Mme Myriam TORRE

DEPARTEMENT BIO-INGENIERIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Philippe PICCERELLE

PROFESSEURS

BIOPHYSIQUE	M. Vincent PEYROT M. Hervé KOVACIC
GENIE GENETIQUE ET BIOINGENIERIE	M. Christophe DUBOIS
PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIE INDUSTRIELLE, BIOPHARMACIE ET COSMETIQUE	M. Philippe PICCERELLE

MAITRES DE CONFERENCES

BIOPHYSIQUE

M. Robert GILLI
Mme Odile RIMET-GASPARINI
Mme Pascale BARBIER
M. François DEVRED
Mme Manon CARRE
M. Gilles BREUZARD
Mme Alessandra PAGANO

GENIE GENETIQUE ET BIOTECHNOLOGIE

M. Eric SEREE-PACHA
Mme Véronique REY-BOURGAREL

PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIE INDUSTRIELLE,
BIOPHARMACIE ET COSMETOLOGIE

M. Pascal PRINDERRE
M. Emmanuel CAUTURE
Mme Véronique ANDRIEU
Mme Marie-Pierre SAVELLI

NUTRITION ET DIETETIQUE

M. Léopold TCHIAKPE

A.H.U.

CULTURE ET THERAPIE CELLULAIRE

M. Jérémy MAGALON

ENSEIGNANTS CONTRACTUELS

ANGLAIS

Mme Caroline MONTET

DEPARTEMENT BIOLOGIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Philippe CHARPIOT

PROFESSEURS

BIOCHIMIE FONDAMENTALE, MOLECULAIRE ET CLINIQUE

M. Philippe CHARPIOT

BIOLOGIE CELLULAIRE

M. Jean-Paul BORG

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Mme Françoise DIGNAT-GEORGE
Mme Laurence CAMOIN
Mme Florence SABATIER-MALATERRE

MICROBIOLOGIE

M. Jean-Marc ROLAIN
M. Philippe COLSON

PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE, HYGIENE ET
ZOOLOGIE

Mme Nadine AZAS-KREDER

MAITRES DE CONFERENCES

BIOCHIMIE FONDAMENTALE, MOLECULAIRE ET CLINIQUE

Mme Dominique JOURDHEUIL-RAHMANI
M. Thierry AUGIER
M. Edouard LAMY
Mme Alexandrine BERTAUD
Mme Claire CERINI
Mme Edwige TELLIER
M. Stéphane POITEVIN

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Mme Nathalie BARDIN
Mme Dominique ARNOUX
Mme Aurélie LEROYER
M. Romaric LACROIX

MICROBIOLOGIE

Mme Michèle LAGET
M. Michel DE MEO
Mme Anne DAVIN-REGLI
Mme Véronique ROUX
M. Fadi BITTAR
Mme Isabelle PAGNIER
Mme Sophie EDOUARD

PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE, HYGIENE ET ZOOLOGIE

Mme Carole DI GIORGIO
M. Aurélien DUMETRE
Mme Magali CASANOVA
Mme Anita COHEN

BIOLOGIE CELLULAIRE

Mme Anne-Catherine LOUHMEAU

A.H.U.

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Mme Sylvie COINTE

DEPARTEMENT CHIMIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Patrice VANELLE

PROFESSEURS

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION

M. Henri PORTUGAL
Mme Catherine BADENS

CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES

M. Philippe GALLICE

CHIMIE MINERALE ET STRUCTURALE –
CHIMIE THERAPEUTIQUE

M. Pascal RATHELOT
M. Maxime CROZET

CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE

M. Patrice VANELLE
M. Thierry TERME

PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOLOGIE, HOMEOPATHIE

Mme Evelyne OLLIVIER

PROFESSEURS ASSOCIES A TEMPS PARTIEL (P.A.S.T.)

GESTION PHARMACEUTIQUE, PHARMACOECONOMIE
ET ETHIQUE PHARMACEUTIQUE OFFICINALE

M. Jean-Pierre CALISSI

MAITRES DE CONFERENCES

BOTANIQUE ET CRYPTOLOGAMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE

Mme Anne FAVEL
Mme Joëlle MOULIN-TRAFFORT

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION

Mme Elisabeth SCHREIBER-DETURMENY
Mme Catherine DEFOORT
M. Alain NICOLAY
Mme Estelle WOLFF
Mme Elise LOMBARD

CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET
NUISANCES TECHNOLOGIQUES

M. David BERGE-LEFRANC
M. Pierre REBOUILLON

CHIMIE THERAPEUTIQUE

Mme Catherine DIANA
Mme Sandrine FRANCO-ALIBERT
Mme Caroline DUCROS
M. Marc MONTANA

CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE
HYDROLOGIE

M. Armand GELLIS
M. Christophe CURTI
Mme Julie BROGGI
M. Nicolas PRIMAS
M. Cédric SPITZ
M. Sébastien REDON

PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOLOGIE, HOMEOPATHIE

M. Riad ELIAS
Mme Valérie MAHIOU-LEDDER
Mme Sok Siya BUN
Mme Béatrice BAGHDIKIAN

MAITRES DE CONFERENCE ASSOCIES A TEMPS PARTIEL (M.A.S.T.)

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION

Mme Anne-Marie PENET-LOREC

CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET
NUISANCES TECHNOLOGIQUES

M. Thierry ATHUYT

DROIT ET ECONOMIE DE LA PHARMACIE

M. Marc LAMBERT

DROIT ET COMMUNICATION PHARMACEUTIQUES A L'OFFICINE
ET GESTION DE LA PHARMAFAC

M. Philippe BESSON

AHU

CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE

Mme Manon ROCHE

ATER

CHIMIE ANALYTIQUE

Mme Camille DESGROUAS

DEPARTEMENT MEDICAMENT ET SECURITE SANITAIRE

Responsable : Professeur Benjamin GUILLET

PROFESSEURS

PHARMACIE CLINIQUE	Mme Diane BRAGUER
PHARMACODYNAMIE	M. Benjamin GUILLET
TOXICOCINETIQUE ET PHARMACOCINETIQUE	M. Athanassios ILIADIS
TOXICOLOGIE GENERALE	M. Bruno LACARELLE
TOXICOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT	Mme Frédérique GRIMALDI

MAITRES DE CONFERENCES

PHARMACODYNAMIE	Mme Suzanne MOUTERDE-MONJANEL
PHYSIOLOGIE	Mme Sylviane LORTET Mme Emmanuelle MANOS-SAMPOL
TOXICOCINETIQUE ET PHARMACOCINETIQUE	M. Hot BUN M. Joseph CICCOLINI Mme Raphaëlle FANCIULLINO
TOXICOLOGIE GENERALE ET PHARMACIE CLINIQUE	M. Pierre-Henri VILLARD M. Stéphane HONORÉ Mme Caroline SOLAS-CHESNEAU Mme Marie-Anne ESTEVE

A.H.U.

PHARMACODYNAMIE	M. Philippe GARRIGUE
-----------------	----------------------

ATER

PHARMACODYNAMIE	M. Guillaume HACHE Mme Ahlel BOUHLEL
-----------------	---

CHARGES D'ENSEIGNEMENT A LA FACULTE

Mme Nathalie AUSIAS, Pharmacien-Praticien hospitalier
M. Pierre BERTAULT-PERES, Pharmacien-Praticien hospitalier
Mme Martine BUES-CHARBIT, Pharmacien-Praticien hospitalier
M. Gérard CARLES, Pharmacien-Praticien hospitalier
Mme Nicole FRANCOIS, Pharmacien-Praticien hospitalier
Mme Sophie GENSOLLEN, Pharmacien-Praticien hospitalier
Mme Christine PENOT-RAGON, Pharmacien-Praticien hospitalier
M. Stéphane PICHON, Pharmacien titulaire
M. Alain RAGON, Pharmacien-Praticien hospitalier
M. Badr Eddine TEHHANI, Pharmacien – Praticien hospitalier

Mise à jour le 1^{er} décembre 2015

Remerciements :

A ma directrice de thèse, Anne FAVEL, qui m'a fait l'honneur de superviser ce travail à distance. Pour votre implication, votre disponibilité et votre sympathie, je tiens à vous adresser mes plus sincères remerciements.

A mon Président de jury, Nadine AZAS, qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse. Soyez assurée de mon respect et de ma reconnaissance.

A Pauline et Marie-Pascale, avec qui tout a commencé dans la vie, et sans qui je n'en serais probablement pas là. De la maternelle à la vie active puisque devenu confrère et collègue, en passant par ces belles années de fac vos conseils ont toujours été très important pour moi. Ne changez surtout pas.

A Lesia, Marie-Elisabeth et Mélanie, avec qui j'ai partagé 5 années complètes de ma vie rythmée par des hauts et des bas qui n'ont fait que renforcer l'amitié la plus solide que je vous dois. Aujourd'hui avec des projets de vie différent il y a c'est certain un lien qui nous unira à vie.

A mes parents, mon frère, ma sœur pour votre présence, votre patience et votre soutien tout au long de ces années d'études. Que cette thèse soit la consécration de tous nos efforts. En témoigne le travail de ma mère et d'Antoine à la réalisation de cette thèse.

A Nanou et Cathy, pour leur apprentissage durant toutes ces années, et la confiance aveugle à mon égard. Des stages inutiles à l'embauche définitive, vous avez réussi à allier bonne humeur et travail efficace. Entre le côté affectif et hiérarchique, je pense qu'on ne pouvait pas espérer mieux pour commencer dans la vie active. Quand travailler devient un réel plaisir. Merci pour tout.

A mes grands-pères, pour avoir suivi avec intérêt toutes mes années d'études, pour votre générosité, votre soutien, et vos encouragements. Merci

A Jean-Alain et Jean-René pour leur soutien et leur affection.

A Jean-Christophe, Nico, Jean-Paul, Antoine, Francescu, Laurent, Jean-François, Alex avec qui j'ai probablement fait les plus grosses conneries pendant 5 ans. Je ne vous dis pas merci de m'avoir toujours tiré vers le bas.

A mes amis, Tomasi, Pinasco, Vendasi, Mariani, Monti, Micaléff, Quilici, je ne sais pas pourquoi mais merci quand même.

A Julie, qui a dû me supporter, me couvrir, et m'aider durant tous les TP de notre scolarité et rien que pour ça, merci.

A Joanna, Francesca, Anne-Sophie, Audrey. En souvenirs de ces bons moments passés à vos côtés, pourvu que ça dure.

A tata Charlotte qui a pris des nouvelles tout au long de ces années d'études même à distance elle pensait tout le temps à nous faire plaisir.

A Stefanu, Andria et Anne que je n'oublie pas.

A la pharmacie Papi-Stefani, Antonia, rose marie, Tiffany, Jacqueline et Jean-Michel pour l'ambiance au quotidien.

A Marjorie et Nathalie, qui ont toujours été de bon conseil.

A la pharmacie de la rocade pour ces 6 mois.

A toute ma famille.

A mes grands-mères.

A mon parrain.

« L'Université n'entend donner aucune approbation, ni improbation aux opinions émises dans les thèses. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs. »

Table des matières

Introduction	4
Première partie : un peu d'histoire	5
I. Utilisation du miel au fil des siècles	6
II. Mythe, symboles et tradition populaire.....	8
III. Le miel dans l'histoire de la pharmacie	8
Deuxième partie : l'abeille domestique, formidable usine de production.	9
I. Le plus petit animal domestique	10
I.1. Identification et importance	10
I.1.1. Un hyménoptère social.....	10
I.1.2. Le rôle fondamental des phéromones.....	11
I.1.3. Quand la danse devient carte d'orientation.....	12
I.1.4. Apis : une multitude d'espèces et de races	13
I.1.5. Les abeilles melipones	14
I.1.6. Place dans la chaîne alimentaire	14
I.2. L'insecte « parfait »	14
I.2.1. Aspects généraux.....	14
I.2.2. Pièces buccales, tube digestif et trophallaxie	15
I.2.3. Les glandes salivaires, actrices multiples.....	17
I.2.4. Une production de cire sous des miroirs	18
I.2.5. Des pattes adaptées à de multiples fonctions	19
I.2.6. Un système de vol puissant.....	20
I.2.7. Venin et appareil inoculateur	20
I.2.8. Ouvrières, mâles et reines : des équipements différents	22
II. Présentation des produits de la ruche	23
II.1. Les produits d'origine strictement apiaire – relation avec la biologie de l'abeille .	23
II.1.1. La cire	23
II.1.2. Les larves	23
II.1.3. La gelée royale	24
II.1.4. Le venin	25
II.2. les produits issus du monde végétal, remaniés par l'abeille	25
II.2.1. Le miel	25
II.2.2. Le pollen et le pain d'abeille :	29
II.2.3. La propolis.....	33
II.3. Rôles au sein de la ruche	35
II.3.1. La construction de la cité	35
II.3.2. La défense de la cité.....	36
II.3.3. Assurer la pérennité	38

Troisième partie : Composition et caractéristiques physico-chimiques du miel	40
I. Analyse sensorielle.....	41
II. Analyse physico-chimique	41
II.1. Eau	43
II.2. Sels minéraux	44
II.3. Acides.....	44
II.4. Sucres.....	45
III. Les caractéristiques physico-chimiques.....	46
Monographie du miel.....	46
III.1. Caractères.....	46
III.2. Identification	46
III.3. Essai	46
Quatrième partie : Propriétés thérapeutiques et pharmacologiques du miel	48
I. Activité antibactérienne du miel.....	49
I.1. L'osmolarité	49
I.2. Le pH acide	50
I.3. Le système peroxyde d'hydrogène (inhibine)	50
I.4. Des facteurs phytochimiques	51
I.5. La défensine-1	51
I.6. Le méthylglyoxal (MGO).....	52
II. Propriétés cicatrisantes	52
Protocole d'application du miel	54
III. Autres propriétés attribuées au miel.....	55
IV. Le miel et son utilisation à l'hôpital	58
V. Le miel et son utilisation à l'officine.....	61
V.1. REVAMIL® Soins des plaies	61
V.1.1. Revamil est un miel spécifiquement élaboré pour l'usage médical.....	61
V.1.2. Des protocoles étudiés pour les soins des différents types de plaies.....	62
V.1.3. Le miel et les supports modernes.....	62
V.2. Utilité du Remavil en application locale	63
V.2.1. Utilité du baume Revamil dans la cicatrisation des plaies chirurgicales post dermolipectomie.....	63
V.2.2. Application locale d'un mélange naturel de miel, de cire d'abeille et d'huile d'olive pour le traitement de la dermatite atopique ou le psoriasis	65
V.2. DOLOAPHTE®	66
V.3. ARKO ROYAL®.....	66
V.3.1. La gelée royale	66
V.3.2. La propolis.....	67
V.3.3. Le miel	67
V.4. Applications cosmétiques.....	69
V.5. Allergie au miel	71
V.6. Utilisation et consommation du miel.....	72
VI. Propriétés et indications plus spécifiques des miels uni-floraux.....	73

Cinquième partie : Mele di Corsica	75
I. Description du produit	76
II. Insularité et identité géographique	77
III. La végétation visitée par l'abeille	78
IV. Un cheptel particulier : l'écotype abeille corse	78
V. Le cahier des charges : miel d'AOP	79
VI. Lien causal entre l'aire géographique et la qualité ou les caractéristiques du produit ..	80
VII. La gamme variétale	81
VII.1. Le miel de printemps	81
VII.2. Le miel de maquis de printemps	82
VII.3. Le miel de miellat du maquis	82
VII.4. Le miel de châtaigneraie	84
VII.5. Le miel de maquis d'été	85
VII.6. Le miel de maquis d'automne	86
VIII. Quelques miels particuliers	87
VIII.1. Les miels de manuka et de berringa	87
VIII.2. Le miel de sarrasin	88
VIII.3. Le miel de thym à thymol	88
VIII.4. Le miel de l'abeille melipone	88
Sixième partie : intérêt et limite de l'utilisation thérapeutique du miel	89
I. Intérêts	90
I.1. Facilité de production, de conservation et d'utilisation	90
I.2. Coût	90
I.3. Le miel, une entité naturellement active	90
I.4. Innocuité	91
II. Limites	91
II.1. Les réticences du corps médical	91
II.2. Les réticences des patients	91
II.3. Lobbying des laboratoires	91
II.4. Etudes scientifiques	92
III. Menaces sur la survie des abeilles	92
III.1. Les faits	92
III.2. Les termes du déclin	92
Conclusion	94
Références Bibliographiques	96
Annexes	99

Introduction

« Si les abeilles devaient disparaître, l'humanité n'aurait plus que quatre années à vivre »

Cette phrase prononcée (réellement ?) par Einstein met en valeur le rôle extrêmement important de l'abeille dans l'équilibre de la flore et de la faune.

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

En effet, profitant de l'essor plus en plus important des médecines naturelles ou dites douces, les produits de la ruche s'inscrivent dans cette tendance, le plus souvent en complément des traitements conventionnels. Miel, gelée royale, propolis, pollen ou encore la cire et le venin d'abeilles trouvent ainsi des applications dans des domaines thérapeutiques très variés afin de contenter les exigences d'un public désireux de retrouver des moyens simples, naturels et sains de se soigner.

De plus en plus pratiquée dans le monde, l'apithérapie ou l'usage médical de ces produits de la ruche fait l'objet de plusieurs études scientifiques mais qui restent toutefois encore trop peu nombreuses ou incomplètes.

Egalement, c'est une forme de médecine qui évolue d'une année à l'autre en fonction des plantes butinées et de l'abeille elle-même, contrairement à certaines molécules synthétiques comme les antibiotiques par exemple qui font l'objet de phénomènes de résistance observés chez certains germes pathogènes.

Mais comment utiliser ces produits ? D'où viennent leurs propriétés si bénéfiques pour le corps humain ? Dans quels cas peut-on les conseiller à l'officine ?

Pour répondre à ces questions, nous allons premièrement définir l'ensemble des produits fabriqués ou récoltés par l'abeille après avoir présenté ce petit insecte laborieux, puis décrire les différents éléments rentrant dans leur composition pour mettre en lumière le pourquoi de leurs activités thérapeutiques, les mettre dans le contexte de plusieurs types d'affections et enfin, nous détaillerons certains modes opératoires, les formes utilisées et les techniques d'utilisations de ces produits de la ruche.

Première partie : un peu d'histoire

I. Utilisation du miel au fil des siècles

La connaissance et l'utilisation du miel remontent aux temps les plus reculés de l'histoire de l'Homme. On sait que le miel est un aliment connu depuis fort longtemps: sur les parois de la grotte de l'Araignée (cueva d'aralia) près de Valence en Espagne, on a retrouvé des peintures préhistoriques montrant que l'homme pratiquait la cueillette d'essaims. On y voit un homme suspendu à des lianes, portant un panier pour recueillir sa récolte, la main plongée dans un tronc d'arbre à la recherche de rayons de miel.

On lui reconnaît aussi depuis la plus haute Antiquité des propriétés médicinales préventives et curatives qui ont été longtemps utilisées empiriquement.

Dès 2700 avant J.C., des tablettes d'argile mésopotamiennes mentionnent le miel non pas comme un aliment, mais comme un médicament.

Mille ans plus tard, le papyrus d'Ebers écrit à Thèbes, donne la formule d'un mélange de miel et de pain de Saint Jean indiqué comme médicament propre à la diurèse.

Les égyptiens connaissaient bien le miel dont ils se servaient mélangé à de la propolis pour embaumer leurs morts et les empêcher de se putréfier. Ils l'utilisaient également pour panser les blessures et pour soigner les yeux.

A Babylone, des textes médicaux assyriens font état de l'utilisation du miel en friction: "Tu froteras la bouche du malade avec du miel et du beurre purifié".

Les philosophes grecs Démocrite et Pythagore, affirmaient que leur exceptionnelle longévité était due à leur consommation régulière de miel.

Lors des jeux Olympiques les athlètes buvaient de l'eau miellée pour recouvrer rapidement leurs forces.

Les médecins hindous déclaraient, il y a 5000 ans que les hommes ne s'alimentant que de lait et de miel pouvaient vivre 500 ans.

Hippocrate (460-377 avant J.C.), père spirituel de la médecine, conseillait le miel dans le but de prolonger l'existence dans toute sa vigueur. Il faisait du miel un fortifiant de la vue et des organes sexuels, un remède contre les douleurs d'oreille et un cicatrisant efficace des plaies de toutes sortes.

Nikandros de Colophon (135 avant J.c.) donne des formules à base de miel: ce sont les fameuses thériaques.

Au Moyen Age, le miel était utilisé pour la fabrication du pain d'épices, mais aussi pour la réalisation de pansements sans désinfection préalable des blessures. Dans la tradition chrétienne, la Terre promise est un « pays ruisselant de lait et de miel ». Il est bien plus qu'un symbole de douceur et de plaisir : il évoque aussi la sagesse, la connaissance, la vérité. Dans la tradition musulmane aussi, des fleuves de miel coulent au paradis... (Lefief-Delcourt A., 2010), (www.catoire-fantasque.be). Dans l'histoire de France, l'abeille apparaît classiquement dans la symbolique royale. Son labeur en fait l'image de l'activité, de l'organisation et du travail. Sa

servitude envers la reine symbolise l'obéissance. Elle est également souvent associée à la guerre, à la victoire, et à la richesse (figure 1).



Figure 1 : Toile représentant Louis XII entrant dans Gènes, en 1499 (www.la-ruche-sauvage.com).

Les armées napoléoniennes transportaient dans leurs campagnes du miel afin de soigner les soldats blessés.

Durant la première et la seconde guerre mondiale, le miel a beaucoup été utilisé pour accélérer la cicatrisation des plaies des soldats. Par la suite, avec le développement de nouveaux produits inscrits à la pharmacopée pour la cicatrisation des plaies, le miel a été délaissé. De même, avec l'apparition du sucre de canne, l'utilisation du miel comme agent sucrant a peu à peu été oublié. Actuellement un regain d'intérêt pour l'usage du miel en médecine refait surface. Toutefois, il reste encore peu utilisé. De nombreuses recherches tentent de rationaliser et d'optimiser son usage.

II. Mythe, symboles et tradition populaire

Les abeilles et le miel ont depuis toujours fasciné les hommes.

Chez les grecs, le miel représentait l'éloquence. Ils comparaient les talents des grands orateurs au miel produit par les abeilles.

On retrouve cette même comparaison dans la tradition chrétienne (Saint Ambroise patron des apiculteurs était reconnu pour ces talents d'orateur), ainsi que chez les hébreux (en hébreu, le nom donné à l'abeille signifie parole).

Le Dieu Zeus était appelé l'homme abeille en référence à son enfance durant laquelle il avait été nourri au lait de chèvre et au miel.

Dans de nombreuses cultures, le miel symbolise la fécondité et la richesse.

Dans le Coran, la description du paradis mentionne la présence de rivières de miel.

III. Le miel dans l'histoire de la pharmacie

Le miel a depuis toujours été utilisé dans des préparations pharmaceutiques.

Il figure en tant que matière médicale dans le manuel de stage en pharmacie de Camille et Marcel Guillot datant de 1942. Dans ce livre, les auteurs distinguent le miel de Narbonne (ou miel blanc du Languedoc), le miel ambré du Gâtinais et le miel brun de Bretagne. Les deux premiers étant réservés à la préparation de mellite, l'autre utilisé pour faire des lavements et en médecine vétérinaire.

Le miel entre dans la composition de nombreuses préparations pharmaceutiques. Bon nombre d'entre elles sont aujourd'hui inusitées comme les mellites, les oxymellites et les electuaires, mais d'autres ont émergé plus récemment comme les aromiels.

Deuxième partie :
l'abeille domestique, formidable
usine de production.

I. Le plus petit animal domestique

I.1. Identification et importance

I.1.1. Un hyménoptère social

Si le terme vernaculaire d'abeille domestique fait l'unanimité, le nom scientifique de cet insecte a subi quelques modifications. En 1758, Linné désigne par *Apis mellifera* toutes les abeilles connues mais également certaines guêpes qui appartiennent actuellement aux genres *Zethu*, *Sapyga* et *Bembix* (Maa, 1953 Ruttner, 1968). En 1761, Linné change le nom d'espèce *Apis mellifera* en *Apis mellifica*, le miel étant préparé par les abeilles (melli-fica) plutôt que récolté (mille-fera). Bien que la modification soit de Linné lui-même, c'est le terme *mellifera* qui est retenu et appliqué selon les règles internationales de la nomenclature puisque employé dans le *Systema naturae* de 1758. Le terme *Apis mellifica* est employé sur le continent européen alors que les pays anglo-saxon préfèrent le terme *Apis mellifera* (Ruttner, 1968).

Apis mellifica est un insecte de l'ordre des Hyménoptères, sous ordre des Apocrites et de la famille des Apidés (tableau 1 et figure 2)

Tableau 1 : Classification de l'abeille domestique

Règne	Animal
Embranchement	Arthropodes
Classe	Insectes
Ordre	Hyménoptères
Sous-Ordre	Apocrites
Infra-Ordre	Aculéates
Super-Famille	Apoïdea
Famille	Apidés
Genre	<i>Apis</i>
Espèce	<i>Apis mellifica</i> , Linné 1761 = <i>A. mellifera</i> , Linné 1758



Figure 2 : Espèce *Apis mellifica*, Linné 1761 = *A. mellifera*, Linné 1758, d'après Tourneret

Les Hyménoptères, du grec hymen, « membrane » et pteron, « aile », possèdent des ailes membraneuses traversées de nervures. Les représentants les plus connus sont les abeilles, les guêpes et les fourmis, sont ainsi caractérisés par :

- Deux paires d'ailes membraneuses reliées entre elles par un système de couplage (Annexe I)
- Un appareil buccal variant du type broyeur au type lécheur avec des formes Intermédiaires
- Les mandibules bien développées servant à la capture des proies et/ou au façonnage du nid
- Les maxilles et le labium, unis par une membrane, forment une sorte de trompe permettant d'aspirer des liquides
- Un développement de type holométabole, avec une morphologie larvaire radicalement différente de celle de l'adulte (l'adulte est appelé imago). La métamorphose est dite complète : le dernier stade larvaire tisse le plus souvent un cocon d'où émerge un imago après la nymphose.
- Les mâles sont haploïdes et les femelles diploïdes.

Les Apocrites sont caractérisés par un abdomen bien distinct du thorax du fait d'un étranglement, la « taille de guêpe ». Le premier segment abdominal, le propodéum, est entièrement fusionné au thorax. Les Apocrites sont subdivisés en deux infra-ordres, les Térébrantes et les Aculéates. Chez les Aculéates dont fait partie l'abeille domestique, la partie terminale de l'abdomen, l'oviscapte (ou ovipositeur), a perdu sa fonction de ponte pour devenir l'aiguillon, une arme d'attaque ou de défense selon les espèces (Jean-Prost 2005 ; Chauvin et al. 1968). La super-famille des Apoïdea regroupe toutes les abeilles au sens large, dont le régime alimentaire est basé uniquement sur le nectar (ou miellat) et le pollen. Elle rassemble 6 familles, 130 genres et plus de 200.000 espèces (Apimondia 2001)

1.1.2. Le rôle fondamental des phéromones

En tant qu'espèce sociale, l'abeille a développé un arsenal de substances chimiques destinées à la communication au sein de la ruche, composée de plusieurs milliers d'individus.

Ces substances chimiques appelées phéromones appartiennent aux familles des terpènes, des alcools, des cétones, des acides, des esters... Les phéromones sont classées en fonction des caractéristiques de la réponse qu'elles induisent chez les individus. Ainsi, on différencie les phéromones incitatrices des phéromones modificatrices (Jean-Prost, 2005) :

Les phéromones incitatrices, provoquent une réponse comportementale rapide. On retrouve entre autres la phéromone d'attaque, de marquage de piste, d'attraction sexuelle, d'agrégation.

Les phéromones modificatrices, agissent sur la physiologie des individus récepteurs. A ce jour, uniquement trois phéromones de ce type ont été identifiées dans le règne animal dont deux chez l'abeille domestique.

On retrouve la phéromone royale et la phéromone de couvain :

- La phéromone royale (acide 9-hydroxy-2-décénoïque) modifie le taux d'hormone juvénile des ouvrières nourricières les incitant à partir butiner plus tôt.
- La phéromone de couvain (acide 9-céto-2-décénoïque) inhibe le développement des ovaires des ouvrières, stimule l'activité des glandes hypo-pharyngiennes des ouvrières, attire les jeunes, empêche partiellement la construction des cellules royales, régule également le taux d'hormone juvénile et l'âge au butinage des nourrices et joue un rôle dans l'attraction sexuelle des mâles.

1.1.3. Quand la danse devient carte d'orientation

C'est en 1927 que Karl Von Frisch décrit pour la première fois la danse des abeilles, véritable moyen de communication entre les ouvrières, développé au cours de l'évolution (Marchenay et Bérard 2007). La danse décrit l'orientation, l'abondance et la distance par rapport à la ruche de la zone mellifère (Marchenay et Bérard 2007 ; Jean-Prost 2005 ; Chauvin 1999) (Annexe II). Malgré une certaine uniformité de la danse, il a été montré que chaque race d'abeille domestique possédait son propre « dialecte », non compréhensible pour les autres races (Marchenay et Bérard 2007).

Selon certains auteurs, les butineuses se repèreraient également au champ magnétique terrestre auquel elles seraient sensibles grâce à la magnétite (Fe_3O_4) contenue dans leur abdomen (Kuterbach et al. 1982). Ces particules possédant du fer ont un diamètre de 0,25 à 0,39 μm et se trouvent dans le cytoplasme des cellules des corps gras de l'abeille adulte.

Elles diffèrent des autres composants contenant du fer servant aux autres systèmes biologiques (Kuterbach et Walcott 1986a). Ces granules ne sont présentes que chez l'adulte après émergence et leur nombre est directement lié au régime alimentaire notamment à la teneur en fer du pollen et du miel (Kuterbach et Walcott 1986b).

1.1.4. Apis : une multitude d'espèces et de races

Les 9 espèces du genre Apis se répartissent en 4 groupes du nom de la principale espèce qui le compose. On distingue (Goût 1998 ; Apimondia 2001 ; Jean-Prost 2005) (figure 3) :

- Le groupe Dorsata (*Apis dorsata* et *Apis laboriosa*) : ce sont des abeilles tropicales géantes originaires d'Inde. Elles sont agressives mais produisent de grandes quantités de miel et de cire, récoltés sur leur unique rayon, disposé en pleine lumière. La récolte se fait sur les nids sauvages.
- Le groupe Florea (*Apis florea* et *Apis andreniformis*) : ce sont des abeilles de petite taille d'Asie. Elles construisent leur rayon unique en pleine lumière, et se cantonnent à des colonies sauvages.
- Le groupe Cerana (*Apis cerana*, *Apis koschevnikov*, *Apis nigrocincta* et *Apis nuluensis*) : Il existe des élevages mais ils sont cantonnés en Asie du Sud-Est.
- Le groupe Mellifera ou Mellifica (*Apis mellifica*) : l'abeille domestique.

Apis mellifica est l'espèce la plus largement élevée et étudiée à travers le monde.

Ses multiples variétés ou races sont souvent liées à son adaptation à des climats et à des environnements végétaux différents. C'est pourquoi on parle couramment de l'abeille italienne, de l'abeille caucasienne ou de l'abeille noire. Les races d'abeilles mellifiques diffèrent au niveau du comportement, de leur facilité à essaimer, de leur agressivité, de leur capacité de production de miel, de propolis, de gelée royale, de cire (Goût 1998).

Certaines races peuvent être différenciées à partir de critères morphologiques comme la longueur de la langue, la coloration du troisième anneau de l'abdomen, la longueur des poils du sixième anneau de l'abdomen, ou encore en fonction d'indices morphométriques comme l'indice cubital (Jean-Prost 2005) (Annexe III).

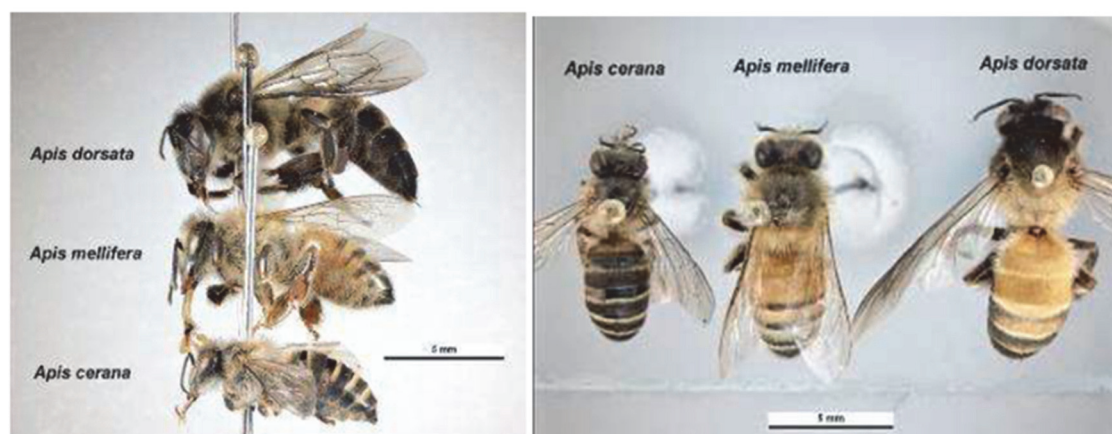


Figure 3 : *Apis mellifica*, *A. dorsata*, *A. cerana*

d'après Kami (en ligne) et Apisdosata Entreprise (en ligne)

1.1.5. Les abeilles melipones

Un autre genre de la famille des Apidés intéresse les apithérapeutes : le genre *Melipona*. Ce genre se caractérise entre autre par une absence de dard, une absence de régulation thermique du couvain et un miel aux propriétés particulières (Apimondia 2001).

1.1.6. Place dans la chaîne alimentaire

L'abeille a de nombreux prédateurs (figure 4). Elle fait partie de leur régime alimentaire de façon importante ou occasionnelle (Barbançon 2009 ; Domerego 2009) :

- Oiseaux : guêpier, hirondelle, mésange, pivert, bondrée apivore.
- Reptiles : lézard gris ou vert, couleuvre.
- Insectes et autres Arthropodes : Clairon des abeilles, méloés, guêpes, frelons, philante apivore, mantes religieuses, la mouche *Senotainia*, araignées.



La mante religieuse

L'araignée crabe

La guêpe

Figure 4 : quelques prédateurs de l'abeille domestique

1.2. L'insecte « parfait »

1.2.1. Aspects généraux

L'abeille est un insecte. Elle possède une tête, un thorax, porteur des pattes et des ailes, et un abdomen. L'abdomen est constitué de 7 segments reliés par une membrane souple. Le premier, rétréci, assure l'union du thorax à l'abdomen. Les segments abdominaux possèdent chacun deux parties sclérifiées, reliées entre elles par une fine membrane inter segmentaire. Le tergite forme la partie supérieure et le sternite la partie inférieure (Jean-Prost 2005).

L'organisation anatomique générale des Arthropodes est inversée par rapport à celle des Chordés. Le système nerveux est positionné ventralement aux autres appareils (digestif, respiratoire et circulatoire). Dans le cadre de l'étude des produits de la ruche, seul certains organes d'intérêt seront abordés (figure 5).

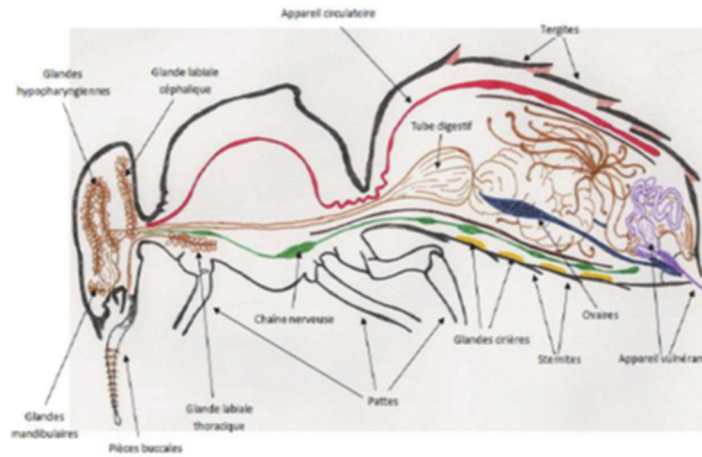


Figure 5 : Schéma de l'anatomie d'une ouvrière

1.2.2. Pièces buccales, tube digestif et trophallaxie

Les pièces buccales de l'abeille sont de type broyeur-lécheur. Elles sont adaptées à la récolte de liquide comme le nectar et au travail de matières plus consistantes comme la cire. Elles se composent de (Jean-Prost 2005) (figure 6 et Annexe VI) :

- Une paire de mandibules : courtes et puissantes, elles s'actionnent comme une pince. Elles sont utilisées comme outils ou comme arme.
- Une paire de maxilles, d'une paire de palpes labiaux, d'un labre supérieur et inférieur, d'une paire de palpes maxillaires et d'une langue. Les palpes labiaux font partie des organes du goût. La trompe, constituée de la langue, des deux palpes labiaux et des deux palpes maxillaires, constitue une série de tubes concentriques formant une gouttière qui assure :
 - l'absorption des liquides (eau, nectar, miellat...) qui imbibent le cuilleron spongieux de l'extrémité de la langue
 - l'expulsion de salive.

Cet ensemble mobile est replié sous la tête au repos et étendu lors de prélèvement.

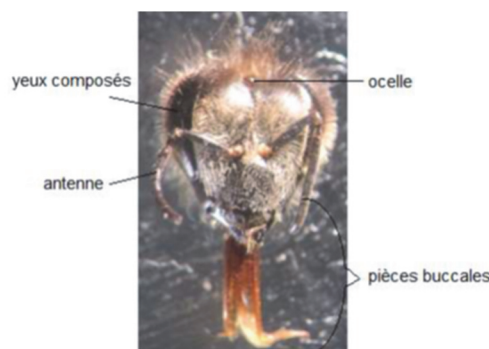


Figure 6 : Tête d'ouvrière

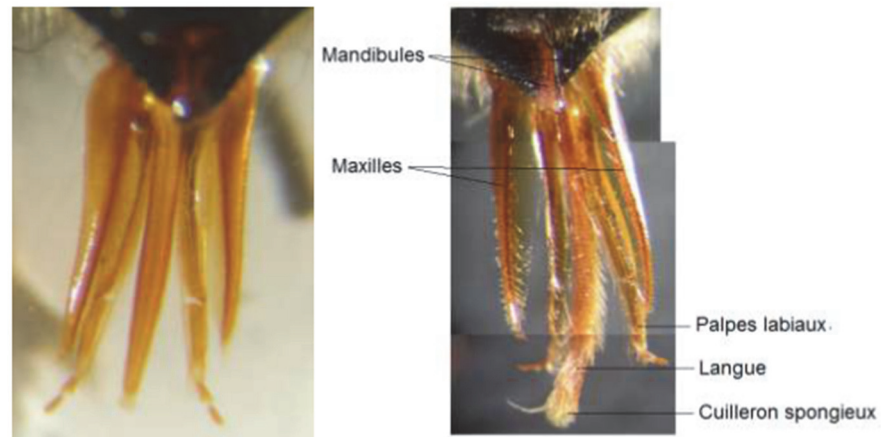
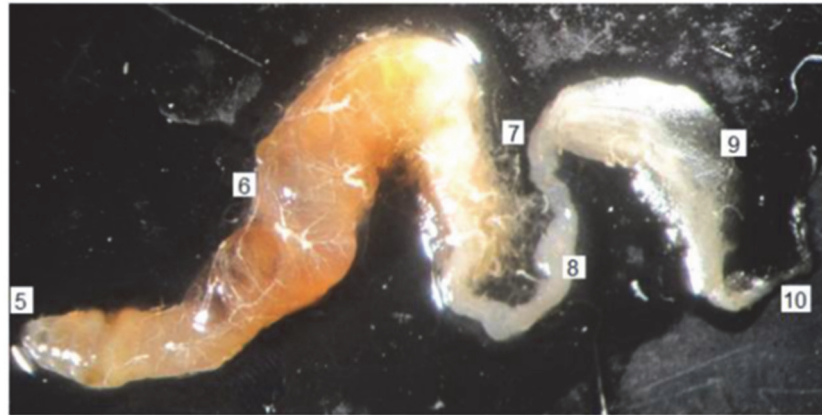
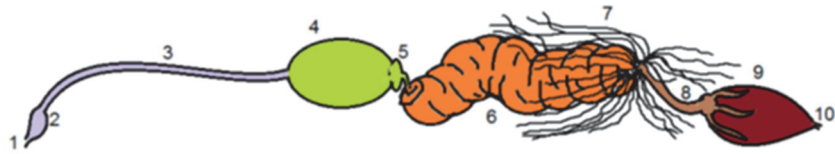


Figure 7 : Pièces buccales de l'ouvrière

La longueur de la langue diffère selon les races d'abeille. Une longue langue permet à sa propriétaire de récolter le nectar au fond de corolle profonde. Ce caractère morphologique a été sélectionné : l'abeille italienne par exemple, peut butiner le trèfle rouge à la corolle profonde contrairement à l'abeille noire du midi (Marchenay et Bérard 2007 ; Jean-Prost 2005).

Le tube digestif de l'abeille, simple à première vue, se situe en grande partie dans l'abdomen. La figure 8 décrit les organes constitutifs (Marchenay et Bérard 2007 ; Jean-Prost 2005) :

- La bouche : entrée de l'appareil digestif, délimitée par les pièces buccales.
- Le pharynx : cavité faisant communiquer la bouche avec l'œsophage.
- L'œsophage : long tube partant de la tête, traversant le thorax jusqu'à l'abdomen et débouchant dans le jabot.
- Le jabot : poche musculieuse accueillant le nectar et pouvant occuper une grande partie de l'abdomen lorsqu'il est plein. Contenance pouvant atteindre 70 mg.
- Le proventricule ou bouche de l'estomac : renflement musclé laissant passer ou non le contenu du jabot.
- L'intestin moyen ou ventricule : également appelé estomac ; siège de la digestion
- L'intestin postérieur : plus effilé ; caudal aux tubes de Malpighi (environ au nombre de 200) ; permet la formation des déjections contenant les déchets de l'organisme et de la digestion.
- Le rectum : extensible, lieu d'accumulation des déchets de la digestion, s'ouvre à l'extérieur par l'anus. Peut s'étendre largement en hiver pour être vidé au premier vol de printemps, dit vol de « propreté ».



Avec : 1 = bouche ; 2 = pharynx ; 3 = œsophage ; 4 = jabot ; 5 = pro ventricule ; 6 = intestin moyen ; 7 = tubes de Malpighi ; 8 = intestin postérieur ; 9 = rectum ; 10 = anus.

Figure 8 : Tube digestif de l'ouvrière

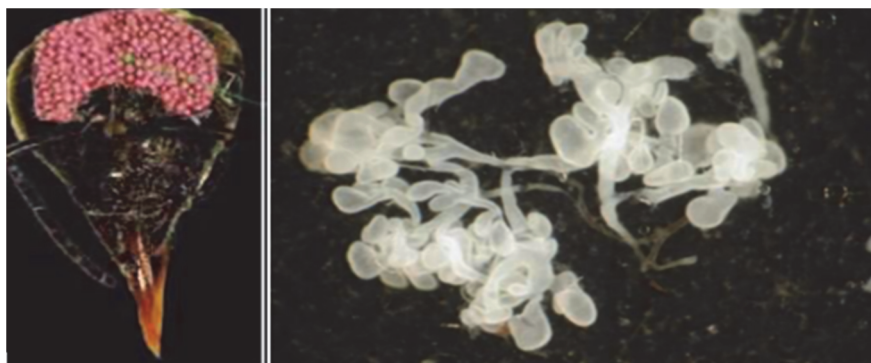
De nombreux micro-organismes (bactéries, champignons, protozoaires) vivent à l'intérieur du tube digestif de l'abeille et constituant la flore digestive. Ils synthétisent les vitamines indispensables à la vie de l'abeille, certaines se retrouvant dans les produits de la ruche. D'autres germes peuvent être transitoires, provoquant diverses maladies comme les loques, les mycoses, la nosémosse (Jean-Prost 2005).

Le jabot est l'organe de stockage du nectar récolté par les ouvrières. Si le proventricule reste fermé, le jabot se remplit. Des régurgitations sont possibles, le jabot se contracte alors et déverse son contenu dans l'œsophage, puis dans la bouche. Une abeille peut donc régurgiter le contenu de son jabot pour le céder à une autre abeille par trophylaxie. Si le proventricule s'ouvre, le contenu du jabot poursuit son transit vers l'intestin moyen pour être ensuite digéré (Jean-Prost 2005).

1.2.3. Les glandes salivaires, actrices multiples

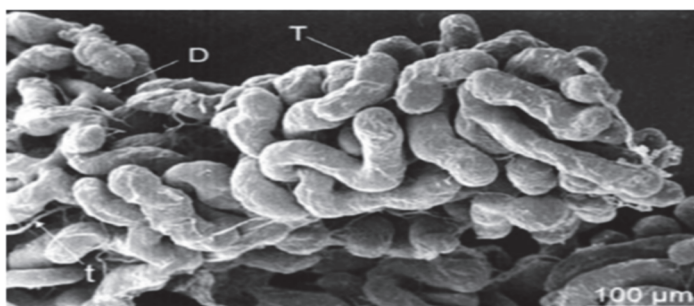
Il existe quatre types de glandes salivaires (figure 9). Pour certaines d'entre elles, le rôle de leurs produits n'ont pas encore été découverts.

Deux glandes hypo pharyngiennes (situées derrière la face, symétriquement à droite et à gauche de la tête et composées d'acini regroupés autour d'un canal excréteur commun) et des glandes mandibulaires (situées derrière les mandibules) participent à la sécrétion de gelée royale (Painter et Biesele 1966). Des glandes labiales céphaliques, en arborescence, débouchant par un canal commun dans la bouche, contribueraient également à la production de gelée royale. Une glande labiale thoracique sécrète de la salive qui participe à la transformation des sucres (Apimondia 2001 ; Jean-Prost 2005).



Glande hypopharygienne

Glande labiale céphalique



t : trachée

D : Canal

T : tube sécréteur

Glande labiale thoracique

Figure 9 : Glandes salivaires de l'ouvrière

1.2.4. Une production de cire sous des miroirs

Les glandes cirières, situées à l'intérieur de l'abdomen sous les sternites, produisent la cire indispensable à la construction des rayons. Au total, huit glandes (quatre de chaque côté) assurent cette tâche (figure 10). Les constituants de la cire traversent d'abord les fins canaux de surfaces polies appelées miroirs et se solidifient ensuite au contact de l'air en écailles. La plaquette de cire ainsi formée est dissimulée entre le miroir et la portion chitineuse ventrale d'un sternite (Jean-Prost 2005).

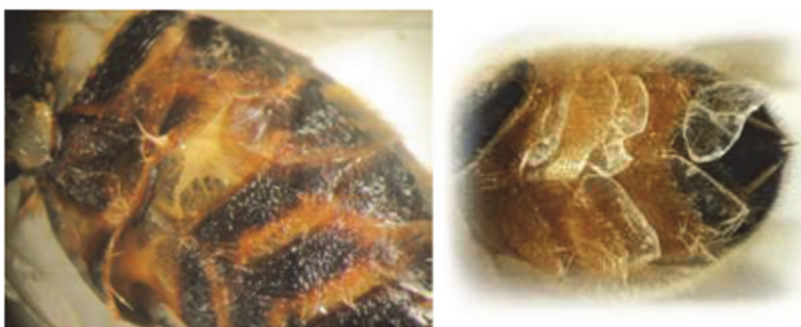


Figure 10 : Glandes cirières de l'ouvrière et sécrétion des écailles
Photographie personnelle et d'après Apiculture populaire.

1.2.5. Des pattes adaptées à de multiples fonctions

Outre le fait qu'elles soient indispensables à la locomotion, les pattes de l'abeille participent activement à la confection des produits de la ruche. L'abeille possède des pattes articulées, caractéristique qu'elle partage avec tous les Arthropodes. Chacune des six pattes de cet insecte est composée de cinq segments : la hanche, le trochanter, le fémur, le tibia et le tarse, lui-même subdivisé en un grand article et quatre petits articles. Le dernier article du tarse porte deux griffes et une ventouse. Les tarses possèdent des récepteurs sensoriels gustatifs capables d'apprécier la qualité et la concentration en sucres des solutions. Une glande servant à la communication chimique dont le rôle est encore mal connu y débouche également. On distingue les pattes antérieures (les 1^{ères}), médianes (les 2^{èmes}) et postérieures (les 3^{èmes}), avec des fonctions différentes (Jean-Prost 2005) :

- 1^{ère} paire de pattes : une encoche située au niveau du premier article du tarse assure avec un peigne adjacent le nettoyage des antennes (figure 11)
- 2^{ème} paire de pattes : une épine tibiale permet de détacher les pelotes de pollen apportées dans la ruche (figure 12)
- 3^{ème} paire de pattes : la plus spécialisée (figure 13)

Sur la face externe du tibia se situe une dépression brillante appelée corbeille à pollen. La butineuse y élabore et loge les pelotes de pollen.

Le bord distal du tibia est garni d'une rangée de poils raides appelée peigne à pollen.

Le tibia s'articule au premier article du tarse pour former la pince à cire, prélevant les plaquettes de cire formées sur les miroirs.

Le premier article du tarse, très élargi, est parcouru sur sa face interne par les dix rangées de poils de la brosse à pollen.

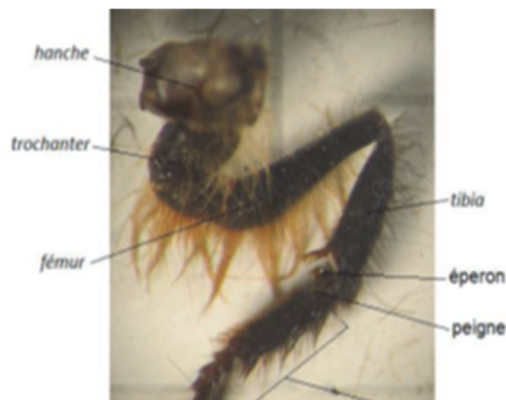


Figure 11 : Patte antérieure de l'ouvrière



Figure 12 : Patte médiane de l'ouvrière

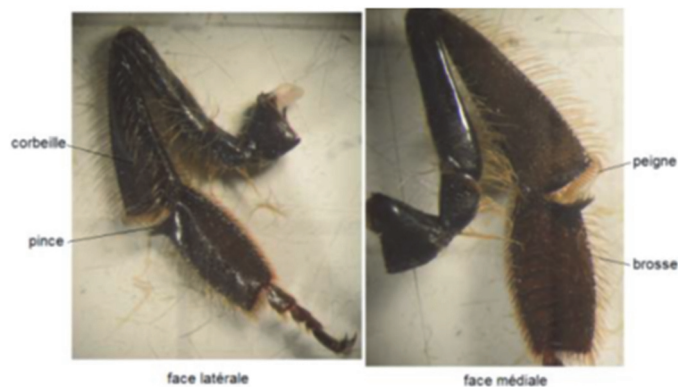


Figure 13 : Patte postérieure de l'ouvrière

1.2.6. Un système de vol puissant

Chez l'abeille, pendant le vol, les deux ailes du même côté se solidarissent grâce à des petits crochets. Au nombre d'une vingtaine, ces crochets appelés hamuli fixés sur le bord crânial de l'aile postérieure s'engagent dans un repli en gouttière du bord caudal de l'aile antérieure (Annexe I). Ce système d'encrage possède l'avantage de réduire les phénomènes de turbulences et de traînée inhérents au vol. Les ailes postérieures possèdent de nombreuses nervures vascularisées et innervées qui renforcent leur structure. De nombreux muscles interviennent dans les battements. Ces muscles transversaux et longitudinaux occupent une bonne partie du thorax et se contractent tour à tour. Le système musculaire et d'encrage des ailes de l'abeille lui permettent d'effectuer de 200 à 400 battements par seconde et de maximiser les voyages hors de la ruche, ce qui permet aux butineuses de rapporter de grandes quantités de ressources (Le Conte 2009 ; Jean-Prost 2005).

1.2.7. Venin et appareil inoculateur

Chez l'abeille comme chez tous les Aculéates, l'oviscape a perdu sa fonction primitive d'organe de ponte pour acquérir avec l'évolution une fonction totalement différente : celle d'appareil vulnérant (Jean-Prost 2005 ; Chauvin et al. 1968).

Le venin est un mélange de plusieurs composés, produits de deux glandes, la glande venimeuse et la glande lubrifiante, stockés dans un réservoir (figures 14 et 15). Le rôle précis de la glande lubrifiante (ou glande de Dufour) est encore mal connu. La glande venimeuse, quant à elle, produit un poison si violent qu'une injection de 0,3 mg en sous-cutané chez l'homme suffit pour provoquer une douleur très vive. La glande venimeuse est dite « acide » et la glande lubrifiante « alcaline » du fait du pH de leurs sécrétions. Le venin est par conséquent le mélange des produits de ces deux glandes et est canalisé par une gouttière formée par l'accolement de deux soies (ou stylets) perforantes, et barbelées chez l'ouvrière (Jean-Prost 2005) (figure 16).

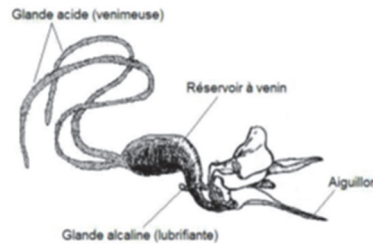


Figure 14 : Appareil vulnérant et des glandes associées de l'ouvrière
Modifié d'après Lansard 1980 in Pecault 2002

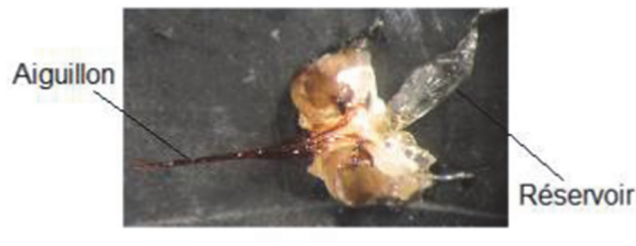


Figure 15 : Appareil inoculateur de l'ouvrière

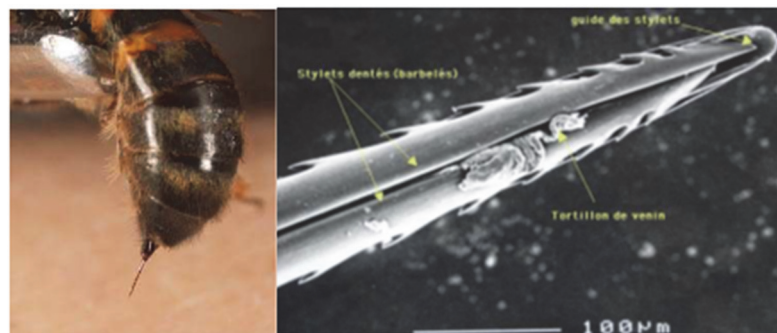


Figure 16 : Dard d'ouvrière extrémité observée au microscope électronique à balayage
D'après Tournet [en ligne] et Ramel [en ligne]

Lorsqu'une abeille pique, ses congénères sont attirées par la piqûre et sont tentées de piquer également. Cette modification de comportement est due à l'acétate d'isoamyl, phéromone incitatrice et véritable substance d'alarme, que contient le venin. La forme en barbelé du dard potentialise la piqûre mais signe l'arrêt de mort de l'ouvrière qui l'utilise. En effet, les dents de l'aiguillon contribuent à léser les chairs de l'intrus mais l'empêche d'en sortir. Ainsi, quand une ouvrière pique, les forces qu'elle exerce pour se dégager contraignent l'appareil inoculateur à rester sur la peau de l'intrus, c'est

l'autotomie (Pecault 2002 ; Jean-Prost 2005) (figure 17). L'abeille se retrouve avec un abdomen ouvert à son extrémité, et finit par mourir. Des contractions du réservoir injectent petit à petit son contenu dans la chair de l'agresseur (Jean-Prost 2005)



Figure 17 : Dard implanté dans une peau humaine
D'après Tourneret [en ligne]

Les cellules constitutives de la paroi des glandes à venin et de leurs canaux sont protégées de l'action de leur produit par de nombreuses enzymes et protéines dont la cuivre-zinc superoxyde dismutase, la glutathion-S-transférase sigma 1 isoforme A, la peroxyredoxine 2540 et la thioredoxine peroxydase 1 isoforme A. Des protéines, présentes également dans la gelée royale, participent aussi à la protection de la paroi de l'appareil glandulaire à venin (Peiren et al. 2008).

1.2.8. Ouvrières, mâles et reines : des équipements différents

Le tableau 2 résume les différences morphologiques et anatomiques qui existent entre les différentes castes d'abeilles au sein de la ruche. Les ouvrières sont donc les plus à même de produire les éléments constitutifs et nourriciers nécessaires au bon développement de la colonie, et donc les principales artisanes des produits de l'apithérapie.

Tableau 2 : Comparaison de quelques caractères importants en fonction de la caste (d'après Jean Prost, 2005)

Caractères	ouvrière	reine	mâle
<i>Longueur corps (mm)</i>	12-13	18-20	15
<i>Largeur thorax (mm)</i>	4	4,2	5
<i>Poids (mg)</i>	100	250	230
<i>Position yeux composés</i>	séparés	séparés	contigus
<i>Longueur langue (mm)</i>	5-7	courte	très courte
<i>Pattes</i>	avec outils	sans outils	sans outils
<i>Aiguillon</i>	droit, barbelé	courbe, lisse	absent
<i>Glandes cirières</i>	présentes	absentes	absentes

II. Présentation des produits de la ruche

II.1. Les produits d'origine strictement apiaire – relation avec la biologie de l'abeille

II.1.1. La cire

La cire provient des 8 glandes cirières, développées entre le 13ème et le 18ème jour de vie post-larvaire. A sa sortie, elle se présente sous forme de lamelles transparentes de 1,5 mm sur 1 mm environ. Une fois solidifiées, les écailles sont détachées par l'ouvrière cirière avec les brosses de la 3ème paire de pattes (Bruneau 2009 ; Marchenay et Bérard 2007). L'ouvrière les apporte à ses mandibules et les triture en y incorporant des substances glandulaires, en particulier des glandes mandibulaires (Hooper 1998 ; Jean-Prost 2005). La cire devient blanche puis se teint avec le temps du fait du contact avec les miels, les pollens et la propolis.

Il faudrait 1.250.000 écailles pour produire 1 kg de cire (Marchenay et Bérard 2007). Les facteurs qui régulent sa sécrétion sont (Jean-Prost 2005) :

- La présence d'abeilles nées, selon Roesch, depuis 12 à 18 jours et plus jeunes d'après Lindaeur.
- La température qui doit se situer aux alentours de 33-36°C.
- L'alimentation qui doit être copieuse. En effet, il faudrait de 10 à 20 kg de miel et 1 kg de pollen pour produire 1 kg de cire (Peacock, 2008 ; Marchenay et Bérard, 2007). Les besoins sont donc énormes et la cire en devient un « produit de luxe ».
- Les besoins de la colonie.

Les ouvrières peuvent réemployer la cire. Ce recyclage est extrêmement bénéfique du fait de la grande quantité d'énergie nécessaire à sa production. Une ruche produit de 2 à 3 kg de cire pour 100 kg de miel (Jean-Prost, 2005). Un rayon de 30x40 cm nécessite environ 8.000 heures de travail. Les 10.000 alvéoles qui tapissent les deux faces d'un rayon sont constituées de 150.000 écailles de cire (120 g) et peuvent contenir jusqu'à 2 kg de miel (Domerego et al. 2009).

II.1.2. Les larves

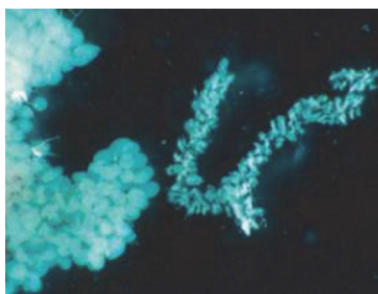
Les larves forment, avec les œufs, le couvain de la ruche c'est-à-dire la progéniture destinée à prendre le relais une fois les individus adultes disparus. Elles comprennent les larves de faux bourdons, d'ouvrières et de futures reines. (figure 18).



Figure 18 : Larve d'abeille. D'après Apiculture populaire

II.1.3. La gelée royale

La gelée royale est sécrétée par les glandes hypopharyngiennes et les glandes mandibulaires des nourrices, entre le 5^{ème} et le 11^{ème} ou 14^{ème} jour d'âge (Painter and Biesele 1966 ; Jean-Prost 2005), stade où ces glandes sont les plus développées (figure 19). La gelée royale est dérivée des protéines et des nutriments présents dans le pollen ingéré par les nourrices (Mateescu [en ligne]). Les glandes labiales céphaliques participeraient également à cette sécrétion. Son aspect est visqueux avec des couleurs allant du blanc crémeux au jaune doré pâle (figure 20).



A gauche : stade nourrice – A droite : stade butineuse, atrophiée
Figure 19 : Glandes hypopharyngiennes à différents stades - D'après Encyclopédie universelle [en ligne]

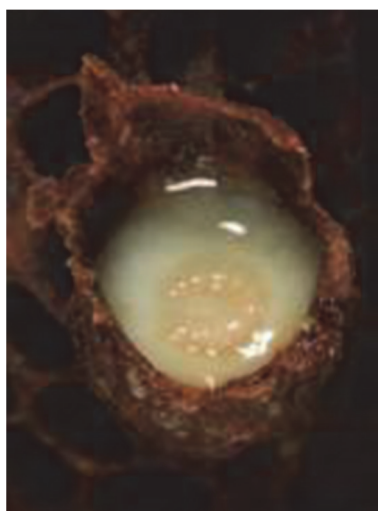


Figure 20 : Larve de future reine baignant dans de la gelée royale. D'après Tourneret [en ligne]

La gelée royale est constituée de 2 phases : la blanche et la claire (figure 21). La gelée royale destinée aux larves de futures reines est différente de celle destinée aux larves d'ouvrières ou de mâles. Les larves de futures reines sont celles recevant le plus de phase blanche. Le premier jour, elles reçoivent 50% de phase blanche contre 20% pour les larves d'ouvrières. Ensuite, la proportion de phase blanche diminue légèrement pour les larves royales et fortement pour les autres. Des fluctuations existent aussi en fonction des saisons.

En résumé, la composition de la gelée est différente en fonction des castes. On parle donc de gelée royale pour les larves de futures reines et de gelée nourricière pour les larves d'ouvrières et de mâles (Mateescu [en ligne]).

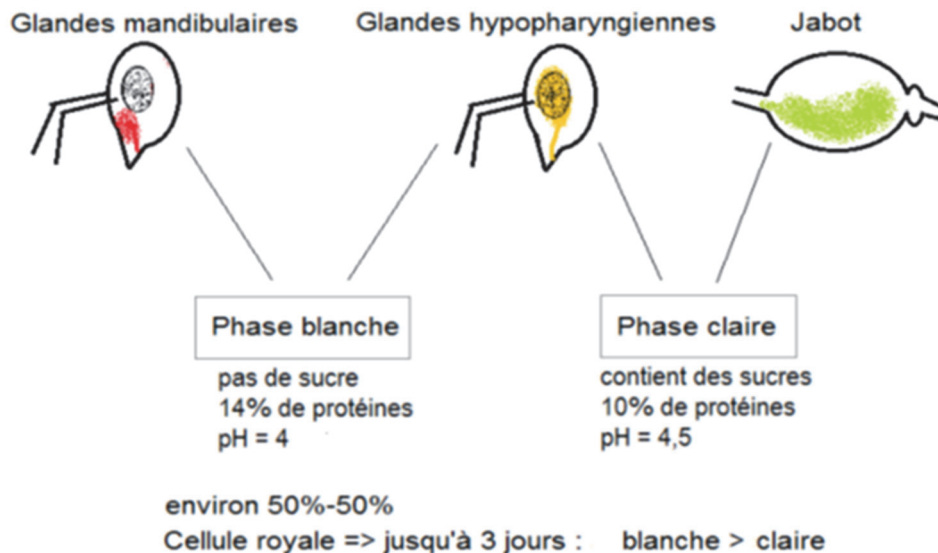


Figure 21 : Constitution et production de la gelée royale
Schéma, d'après Mateescu [en ligne]

II.1.4. Le venin

A la naissance, l'abeille ne possède ni venin ni réflexe de piqûre. Ce n'est que durant la première semaine de vie post-larvaire que les glandes se mettent à sécréter le venin, lequel va mûrir dans le réservoir pendant quelques semaines. Il acquiert ses qualités dans les 3 à 4 dernières semaines de vie correspondant à la période où l'abeille devient butineuse et gardienne. (Apimondia 2001). Il semblerait que ce soit la glande acide qui soit la productrice de venin, on ne connaît pas encore réellement le rôle de la glande alcaline (Jean-Prost 2005).

Une ouvrière mature possède entre 100 et 150 µg de venin ce qui est nettement moins qu'une jeune reine, qui en dispose d'environ 700 µg (Domerego et al. 2009 ; Bruneau 2009).

II.2. les produits issus du monde végétal, remaniés par l'abeille

II.2.1. Le miel

Récolte du nectar :

Le nectar est produit par les glandes nectarifères, des nectaires, présentes chez les plantes à fleurs, qui ont besoin de quelques heures à plusieurs jours pour élaborer son nectar (Pacini et al. 2003). Il existe des nectaires floraux (situés par exemple sur le réceptacle floral, à la base des pétales) ou extra floraux (situés par exemple sur les pétioles chez le mimosa et le cerisier, sur le limbe chez le laurier sauce et le pêcher ou sur la tige) (Marchenay et Berard 2007) (figure 22). Les nectaires produisent le nectar à partir de la sève brute ou élaborée.

C'est un liquide plus ou moins sucré destiné à attirer les insectes pollinisateurs dont l'abeille mellifique. Il constitue la matière première de la majorité des miels. Le nectar des plantes a une composition qui dépend bien entendu de l'espèce florale mais aussi des conditions hygrométriques de l'air et du sol et des conditions climatiques en général. L'eau représente de 40 à 80% de sa composition. La part de sucres (7 à 60%) rend le nectar plus ou moins attractif. La nature des sucres diffère selon l'espèce végétale : il s'agit essentiellement de saccharose (chez le trèfle et le romarin), de glucose (chez le thym, le pissenlit ou la moutarde) ou de fructose (chez l'acacia). Enfin, des minéraux, des protides et lipides s'ajoutent à sa composition (Domerego et al. 2009 ; Jean-Prost 2005 ; Vear 1990 ; Wykes 1952).

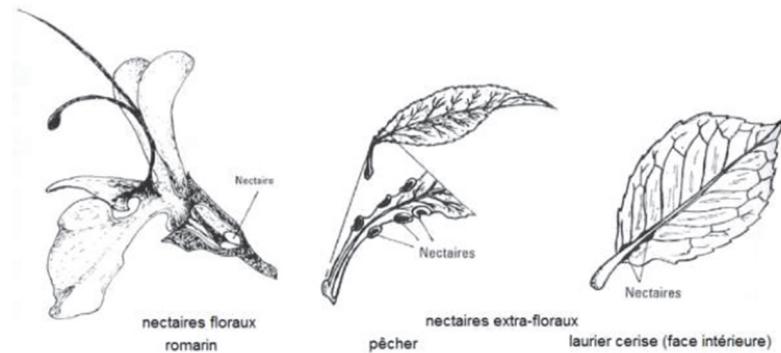


Figure 22 : Exemples de nectaires
Modifié d'après Jean-Prost, 2005

La sécrétion de nectar, appelée miellée, varie en fonction de nombreux facteurs dont les principaux sont : la nutrition de la plante, les conditions météorologiques (pluies suivies de soleil), le moment de la journée où les nectaires sécrètent, la situation géographique et le moment où la fécondation florale a eu lieu. En effet, le nectar sécrété « sert » à attirer les insectes pour la pollinisation. En cas de fécondation, la sécrétion de nectar devient inutile et cesse. Tous ces facteurs de variation sont par conséquent responsables de grandes différences de rendement en miel d'une année à une autre (Jean-Prost 2005).

En France, plus de 4.000 plantes à fleurs sont répertoriées. Environ 10% d'entre elles sont visitées par les abeilles. Parmi ces 400 plantes, uniquement 30 ont une grande valeur apicole, 70 ont une valeur secondaire et le reste ne représente qu'un moindre intérêt car elles sont trop localisées ou moins fréquentées. La récolte d'un litre de nectar nécessite de 20.000 à 100.000 voyages de butineuses (Jean-Prost 2005).

Récolte du miellat :

Le miellat est un liquide sucré que butinent les abeilles et autres insectes sur les feuilles et/ou l'écorce de divers arbres ou arbustes : sapin, mélèze, épicéa, pin, cèdre, érable, chêne, tilleul, mais aussi sur les céréales dont le maïs. Le miellat n'est autre que la substance excrétée par des Hémiptères parasites des végétaux (pucerons, cochenilles, cicadelles) qui se nourrissent de la sève élaborée, riche en substances nutritives (figure 23). La sève est digérée et filtrée dans le tube digestif du parasite. Ils rejettent par leur anus les excédents de sucres et d'eau sous forme de gouttelettes sirupeuses. Le miellat ainsi formé tombe sur les feuilles, les aiguilles ou même sur le sol avant d'être récolté par les butineuses (Marchenay et Bérard 2007 ; Apimondia 2001).



Puceron du laurier rose *Aphis nerii*. D'après FREDON CORSE [en ligne]



Cochenille farineuse *Pseudococcus affinis*



Cicadelle blanche *Metcalfa pruinosa*

Figure 23 : Puceron, cochenille et cicadelle - producteurs de miellat

De nombreux facteurs influencent la production de miellat, également appelée miellée. Un automne doux suivi par un été sec et chaud avec des nuits froides active la miellée tandis que de fortes pluies en mai-juin nuisent aux populations de pucerons. A titre d'exemple, le miellat de sapin est composé (en poids sec) de 60% de saccharose, de 20% de mélizitose, de 10% de fructose et de 10% d'autres sucres (glucose, maltose, raffinose...), de minéraux et substances azotées (Jean-Prost 2005).

Lorsque le nectar abonde, les butineuses le préfèrent au miellat. Cependant, le miellat est une source alimentaire intéressante quand les conditions climatiques sont défavorables à la récolte du nectar (Clément et al. 2009).

Conception : trophallaxie et séchage :

Une fois la source de nectar ou de miellat choisie, les butineuses la diluent avec de la salive. Ceci facilite l'aspiration du liquide, devenu moins visqueux, par les muscles pharyngiens (figure 24) (Marchenay et Berard 2007 ; Maurizio 1968).



Figure 24 : Tête d'ouvrière en vue ventrale

Le jabot des abeilles peut se remplir d'un butin pouvant atteindre 40 à 70 mg, soit presque leur propre poids. Elles le rapportent à la colonie où elles peuvent soit le dégorger dans une alvéole proche de l'entrée, soit le transmettre à une ouvrière d'intérieur par trophallaxie (Bruneau 2009 ; Jean-Prost 2005 ; Marchenay et Bérard 2007). Le proventricule joue ici un rôle de filtre. En effet, le jabot, après la récolte, ne contient pas uniquement du nectar ou du miellat. Le proventricule laisse passer les

particules solides de petite taille (grains de pollen, spores de champignon...) dans l'intestin moyen, sans laisser passer les liquides. Cette filtration, bien que relative, permet néanmoins une certaine purification (Maurizio 1968).

Les ouvrières s'échangent le contenu de leur jabot de nombreuses fois. La trophallaxie répétée assure d'une part la déshydratation du nectar ou du miellat et d'autre part son enrichissement en enzymes via la salive. Une fois que la teneur en eau du liquide avoisine les 40-50%, l'abeille le dépose dans une alvéole où se terminera sa transformation en miel. La maturation peut durer de 2 à 5 jours. L'évaporation est rendue possible par la haute température qui règne dans la ruche (environ 35°C) et qui est produite par les ouvrières. Les ouvrières favorisent la déshydratation du futur miel (figure 25) par des mouvements rapides de leurs ailes. Une fois que le miel a atteint une teneur en eau de 17-18%, les ouvrières ferment l'alvéole avec un opercule de cire (figure 26); ce qui fournit une enceinte scellée idéale à la bonne conservation du miel (Bruneau 2009). Pour produire 1kg de miel, il faudrait en moyenne que les butineuses visitent 20.000.000 de fleurs (Marchenay et Bérard 2007).

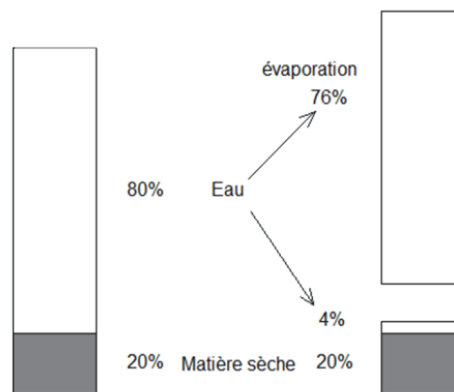


Figure 25 Evolution schématique du nectar au miel
Schéma, d'après Jean-Prost 2005

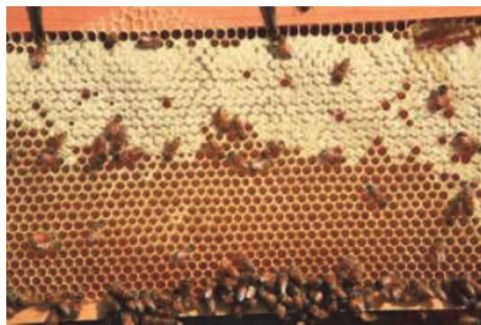


Figure 26 : Stockage et operculation du miel
D'après Tourneret

Une multitude de miels :

Du fait de la variété importante des produits de la récolte des butineuses, les caractéristiques physiques et gustatives du miel peuvent être très distinctes d'un miel à l'autre.

De ce fait, il n'existe pas UN miel mais une multitude de variétés aux couleurs et à la consistance différentes (figure 27). En règle générale, les miels sont des produits visqueux, du jaune très pâle au brun très foncé avec le blond comme couleur prédominante.

II.2.2. Le pollen et le pain d'abeille :

Les grains de pollen :

II.2.2.1. Origine, structure et variétés

Les grains de pollen sont issus du tissu sporogène des sacs polliniques (figure 27). L'assise mécanique est un tissu sous-épithélial qui se différencie avec la maturation pour former des bandelettes lignifiées. En se desséchant, les cellules de cette assise se déforment et une ouverture se crée sur la zone de moindre résistance libérant les grains de pollen arrivés à maturation (Tourte et al. 2005).

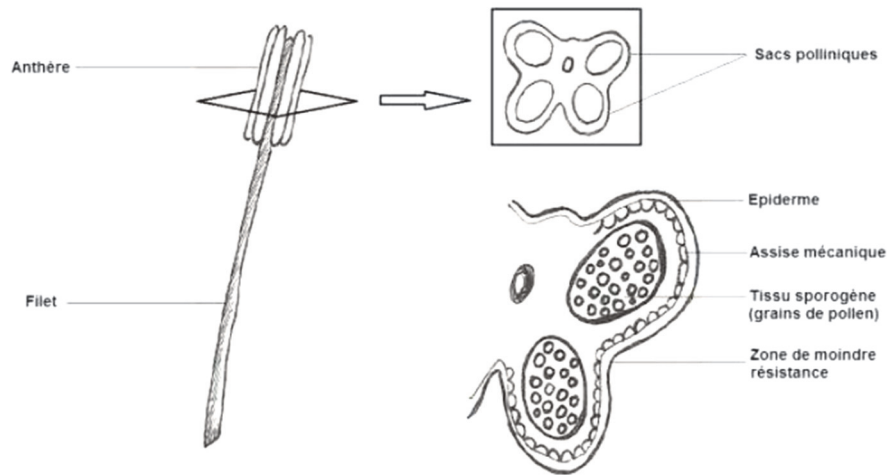


Figure 27 : Etamine type et coupe d'une anthere
Schéma, d'après Tourte et al. 2005

Les grains de pollen présentent une structure anatomique constante malgré les différences morphologiques spécifiques (figure 28). La membrane s'imprègne de cutine pour se différencier en deux couches dans le grain mûr : l'exine et l'intine, qui forment le sporoderme. L'exine est la paroi visible, souvent ornée d'aspérités formant des pointes, des réseaux etc... (Ozenda 2006). Elle est formée de fibres celluloseuses protectrices des éventuels écrasements. L'intine contient de nombreuses matières grasses, gélifiées, des caroténoïdes, polyphénols, phytostérols, flavonoïdes et vitamines antioxydantes (Percie du Sert 2003). Les pollens des espèces entomophiles sont dotés d'épines qui favorisent l'accrochage aux poils des insectes pollinisateurs (Apimondia 2001). Le cytoplasme accumule des réserves et divers composés comme les caroténoïdes qui donnent sa coloration au pollen (Ozenda 2006).

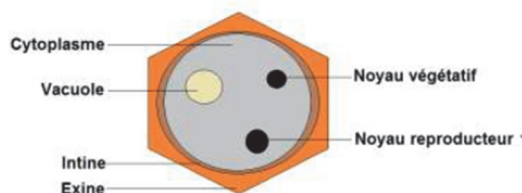
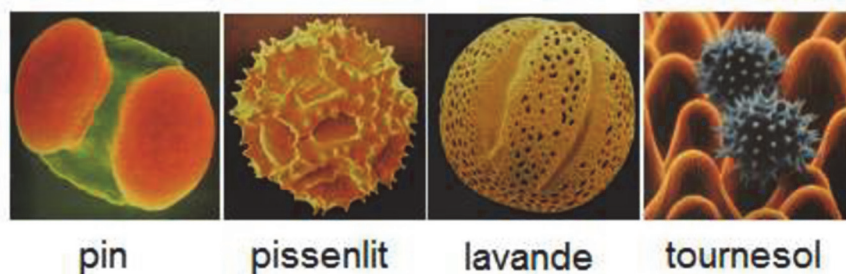


Figure 28 : Anatomie d'un grain de pollen- Schéma , d'après Ozenda 2006

Du grec palê, qui veut dire farine ou poussière pollinique, les grains de pollen peuvent avoir diverses formes et tailles selon l'espèce végétale en question

(figure 29). D'une manière générale, le grain de pollen est de forme sphérique ou ovoïde. Leur couleur varie également beaucoup en fonction de l'origine florale, allant du jaune clair au noir en passant par le bleu foncé, le rouge... (El-Hady et Hegazi 2001a).



Taille et couleurs non respectées
 Figure 29 : Différents grains de pollen (microscope électronique à balayage)
 D'après Marchenay et Bérard 2007

II.2.2.2. Récolte du pollen et formation des pelotes

La récolte de pollen varie de façon qualitative et quantitative. Les conditions extérieures doivent être favorables au vol. Chaque colonie a un comportement particulier : le choix des fleurs visitées, la production journalière diffèrent énormément d'une ruche à l'autre, et ce, selon l'époque, le lieu et l'état de santé de la colonie. La récolte se fait principalement à la fin de l'hiver et au printemps. La moyenne de production se situe aux alentours de 2 à 3 kg, de pollen par mois et par ruche, avec des écarts d'une colonie à une autre, variables d'un facteur de 1 à 10 (Jean-Prost 2005). La quantité de pollen récoltée est selon Louveaux (in Jean-Prost 2005) proportionnelle à la surface de couvain.

Pour récolter le pollen, les abeilles butineuses sortent de la ruche surtout le matin, avant 10-11 h. Leur vol de récolte dure de 3 à 15 min (Jean-Prost 2005). Elles mordillent avec leurs mandibules les anthères de la fleur et engluent les grains de salive, de nectar ou de miel (figure 30).



Figure 30 : Butineuse récoltant du pollen de tournesol

Le mécanisme de confection des pelotes de pollen, rappelons qu'il y a 2 pattes antérieures, 2 pattes médianes et 2 pattes postérieures se décompose en plusieurs étapes (Apimondia 2001) :

- Les grains sont piégés dans les poils du corps de l'abeille et collectés par les mandibules.
- Les pattes antérieures rassemblent le pollen accumulé sur la partie antérieure du corps.
- Ce pollen est repris par les pattes médianes qui nettoient également le pollen piégé sur le thorax et l'abdomen.
- Ce pollen est ramené aux corbeilles directement ou via la brosse des pattes postérieures (figure 31).
- Une patte médiane passe entre les tarse des pattes postérieures qui retiennent le pollen grâce à leur peigne.
- Le pollen est enfin rassemblé par le peigne de la patte postérieure opposée et tassé en pelote dans la corbeille. Chaque pelote est composée de 100.000 à 5.000.000 de grains (El-Hady et Hegazi 2001) et peut peser entre 4 et 10 mg, soit un chargement de 8 à 20 mg, résultat de la visite de 80 fleurs en moyenne (Domerogo et al. 2009). L'aspect des pelotes varie d'une espèce à l'autre (figure 32).



Figure 31 : Pelote de pollen en début et fin de formation
Photographie d'après Marchenay et Bérard 2007



Figure 32 : Variétés de pelotes de pollen
D'après Tourneret

Le devenir du pollen dans la ruche : le pain d'abeille :

Une fois les pelotes rapportées à la ruche, les butineuses les cèdent à d'autres ouvrières spécialisées dans la confection de pain d'abeille. Elles enduisent les pelotes de salive et les tassent à l'aide de leurs mandibules dans les alvéoles situées au-dessus et à côté du couvain (figure 33) (Jean-Prost 2005). Une alvéole contient une vingtaine d'apports (Marchenay et Bérard 2007).

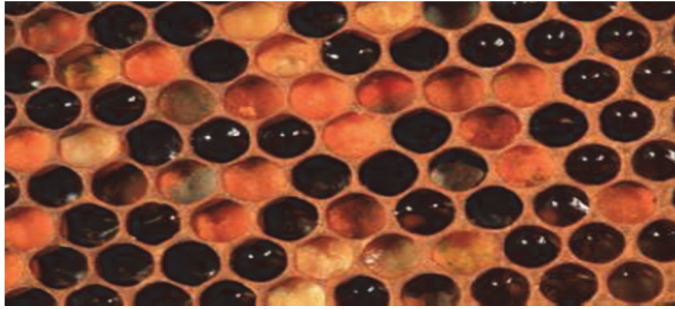


Figure 33 : Pain d'abeille dans un rayon, avant operculation
D'après Tourneret

Le pain d'abeille est le résultat du processus de préparation à la consommation du pollen par les abeilles. Il se conserve grâce aux fermentations dues aux sécrétions salivaires riches en enzymes (Apimondia 2001). Une fois l'alvéole remplie à environ la moitié de son volume, les ouvrières cirières l'operculent avec une membrane de cire il se peut qu'une couche de miel ou de propolis soit ajoutée avant la fermeture (Jean-Prost 2005 ; Domerego et al. 2009).

La température et l'humidité de l'environnement ainsi créé dans l'alvéole augmentent ; le pollen germe et se détache de son enveloppe devenant une masse homogène et compacte. Les transformations naturelles qui pourraient altérer le pollen ainsi stocké sont bloquées par l'action de micro-organismes présents dans l'atmosphère de la ruche et dans le pollen. L'operculation des alvéoles confine un environnement anaérobie à une température de 38°C mettant en route des fermentations indispensables pour la transformation du pollen en pain d'abeille.

Le processus dépend de la densité de pollen présent dans l'alvéole, de la quantité de gaz (notamment la diminution de la teneur en dioxygène) et de la teneur en eau présente sous l'opercule de cire. La transformation du pollen s'effectue en trois étapes, mettant en jeu 3 germes :

- La première étape n'intervient pas strictement dans la fermentation du pollen. En effet, le développement de *Pseudomonas*, bactérie aérobie, consomme le dioxygène présent et permet ainsi de rendre le milieu anaérobie. La population de *Pseudomonas* régresse ensuite jusqu'à disparition par auto-asphyxie.
- La deuxième étape se caractérise par le développement de *Lactobacillus*. Cette bactérie fermente les glucides en milieu anaérobie pour les transformer en acide lactique. Cette fermentation fait perdre la capacité germinative du pollen.
- La troisième étape complète le processus de fermentation par le développement d'une levure, *Saccharomyces*. Elle métabolise les glucides restés dans la masse du pollen en transformation.

La formation du pain d'abeille débute donc par la mort d'un germe au profit d'autres. Ces processus assurent une meilleure conservation du produit par le biais de l'acidité obtenue. Ils transforment également le pollen en produit de haute valeur nutritionnelle et de haut degré d'assimilation (Apimondia 2001).

II.2.3. La propolis

« La propolis désigne toute une série de substances résineuses, gommeuses et balsamiques, de consistance visqueuse, recueillies par les abeilles sur certaines parties des végétaux (essentiellement les bourgeons et les écorces de certains arbres), substances qu'elles rapportent à la ruche et qu'elles modifient vraisemblablement en partie par l'apport de certaines de leurs propres sécrétions (cire et sécrétions salivaires principalement) » (Donadieu 2008).

Etymologiquement, « pro » (devant) et « polis » (cité) veut dire « devant la cité » ou « protège la cité ». Son nom résume bien à lui seul les propriétés et les rôles de cette substance d'origine à la fois végétale et animale. Bien que la composition soit relativement différente selon l'origine géobotanique, l'activité des diverses propolis reste commune (Apimondia 2001). Deux théories avaient été énoncées quant à l'origine précise de la propolis. Certains auteurs pensaient que des variétés de propolis étaient obtenues à partir du pollen accumulé provisoirement dans les intestins de l'abeille (Apimondia 2001). On sait maintenant que la propolis est formée à partir des résines végétales sécrétées par les bourgeons et l'écorce de certains arbres. La butineuse fait d'abord usage de ses antennes pour situer la partie la plus intéressante de la source qu'elle attaque avec ses mandibules. Elle décolle les fragments de résine, les mélange avec ses mandibules et les incorpore à sa salive. Puis, tête redressée, elle se recule afin d'étirer la particule saisie jusqu'à ce qu'elle soit transformée en un fil et que celui-ci se rompe. Enfin, elle entasse et loge les gouttelettes formées dans ses corbeilles et les rapporte à la ruche (figure 34) (Donadieu 2008 ; Apimondia 2001 ; Jean-Prost 2005).

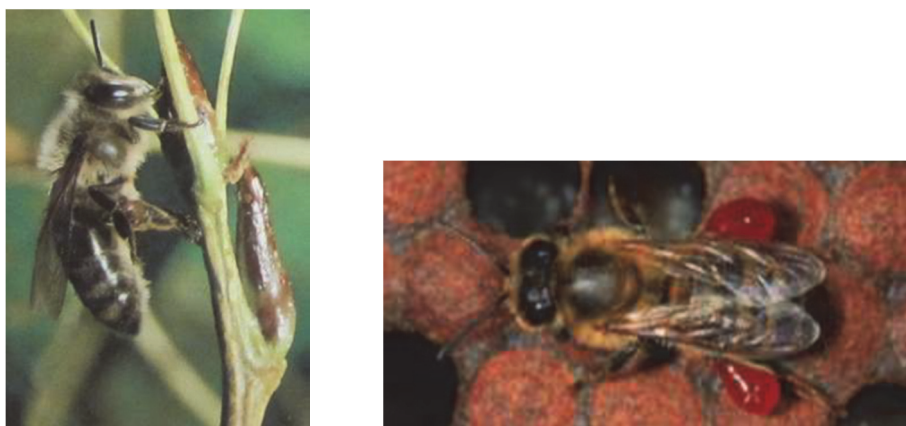


Figure 34 : Butineuses récoltant et portant deux gouttelettes de propolis
D'après Le Musée l'ABEILLE VIVANTE et Tourneret

En Europe et en climat tempéré, c'est très majoritairement à partir des peupliers que les abeilles récupèrent les résines pour en élaborer de la propolis (Donadieu 2008 ; El-Hadi et Hegazi 2001c) :

- Europe et climat tempéré : Peuplier (*Populus sp.*), bouleau, aulne, marronnier d'Inde, frêne, saule, épicéa, chêne.
- Afrique du sud : *Acacia karroo*

- Australie et régions tropicales : *Xanthorrhoea pressii*, *Xanthorrhoea australis*, *Lusia sp.*
- Îles Pacifiques (Hawaii) : *Plumeria accuminata*, *Plumeria acutifolia*, *Schinustere binthifolius*, *Psidium guajava*
- Amérique du sud (Brésil) : *Araucaria angustifolia*, *Eucalyptus globublus*, *Rosmarinus officinalis*, *Baccharis sp.*

La propolis est une substance résineuse hétérogène à consistance solide, parfois cireuse et granuleuse et qui devient friable et cassante à des températures inférieures à 15°C. A hautes températures, elle devient gluante et molle. Sa couleur varie du jaune au noir en passant par l'orangé, le mauve et le brun. Ces couleurs sont dues aux pigments qu'elle contient (chryisine, anthocyanes). Le goût de la propolis est très particulier, avec une sensation brûlante et pimentée (Apimondia 2001). La production de propolis varie d'une race à l'autre et d'une colonie à l'autre. La saison, la région géographique, le climat sont également des facteurs qui régissent la récolte et la production de propolis (Donadieu 2008). En moyenne, une colonie peut produire de 50 à 300 g de propolis par an. Les races caucasiennes en utilisent beaucoup plus que les races d'Europe de l'Ouest (Marchenay et Bérard 2007 ; Jean-Prost 2005).

La solubilité est variable. Elle est partielle dans les alcools et acétones, éthers, chloroforme, propylène glycol, diméthyle-sulfoxyde, éthylène-dilamine. La température influence la solubilité du fait de la teneur en cire de la propolis. Si la cire contenue n'est pas soluble à chaud, la solubilité de la propolis se verra moindre à haute température (Donadieu 2008 ; Apimondia 2001).

Abeille et productions annuelles

Le tableau 3 résume la productivité moyenne d'une ruche. Ces données sont variables d'une ruche à l'autre, en fonction de la saison, de la santé de la colonie, de l'abondance du biotope et de nombreux autres facteurs (Apimondia 2001 ; Jean-Prost 2005 ; Marchenay et Bérard 2007).

Tableau 3 : Productions moyennes d'une colonie élevée à des fins productives

Produit	Production
<i>Miel</i>	Très variable : jusqu'à 40 kg/an
<i>Pollen</i>	10 à 50 kg / an
<i>Propolis</i>	50 à 300 g / an
<i>Gelée royale</i>	50 à 300g / an
<i>Cire</i>	2 à 3 kg pour 100kg de miel / an
<i>Venin</i>	1g pour 10.000 ouvrières
<i>Larves</i>	1 cadre tous les 10 j selon la miellée

II.3. Rôles au sein de la ruche

II.3.1. La construction de la cité

Les rayons de la ruche

La cire est le matériau de construction des alvéoles (appelées aussi cellules) et du nid. Elle sert également à l'operculation des cellules remplies de miel et de pain d'abeille et des cellules qui logent les larves. Les cellules sont de forme hexagonale (figure 35). En effet, cette forme géométrique a, pour une surface identique le plus petit périmètre et la contenance la plus grande. Si les cellules étaient rondes, octogonales ou pentagonales, des interstices inutilisés représenteraient du gaspillage de place et de cire. De plus, la forme hexagonale correspond mieux à la forme arrondie des larves qui y sont élevées (Apimondia 2001 ; Goût 1998).

La construction des alvéoles se fait de haut en bas. Plusieurs ouvrières cirières, regroupées en grappe ou en chaîne, malaxent et déposent la cire produite pour en façonner les alvéoles (figure 35). Il existe 3 types d'alvéoles. Les plus petites et les plus nombreuses assurent le logement des œufs et larves d'ouvrières, l'entreposage du miel, du pain d'abeille et de l'eau. D'autres alvéoles sont de même forme mais plus grandes, ce sont les cellules destinées aux mâles ou au miel. Enfin, les cellules royales, qui accueillent les œufs et les larves de futures reines ne respectent pas la forme hexagonale mais ressemblent à des dés à coudre orientés vers le bas. Les alvéoles hexagonales sont inclinées vers le haut pour éviter la perte des produits qu'elles contiennent par gravité. Elles peuvent avoir des dispositions différentes dont la plus habituelle est celle avec 2 côtés verticaux (figure 35). Les autres orientations sont rares (Jean-Prost 2005). Avec un gramme de cire (1.250 écailles), les ouvrières construisent environ 20 cm² d'un rayon étiré sur deux faces. Une colonie occupe normalement 2,5 m² de rayons à deux faces soit 1,4 kg. Dans un rayon de 55 g, 1 kg de miel mûr et operculé peut être stocké (Bruneau 2009).

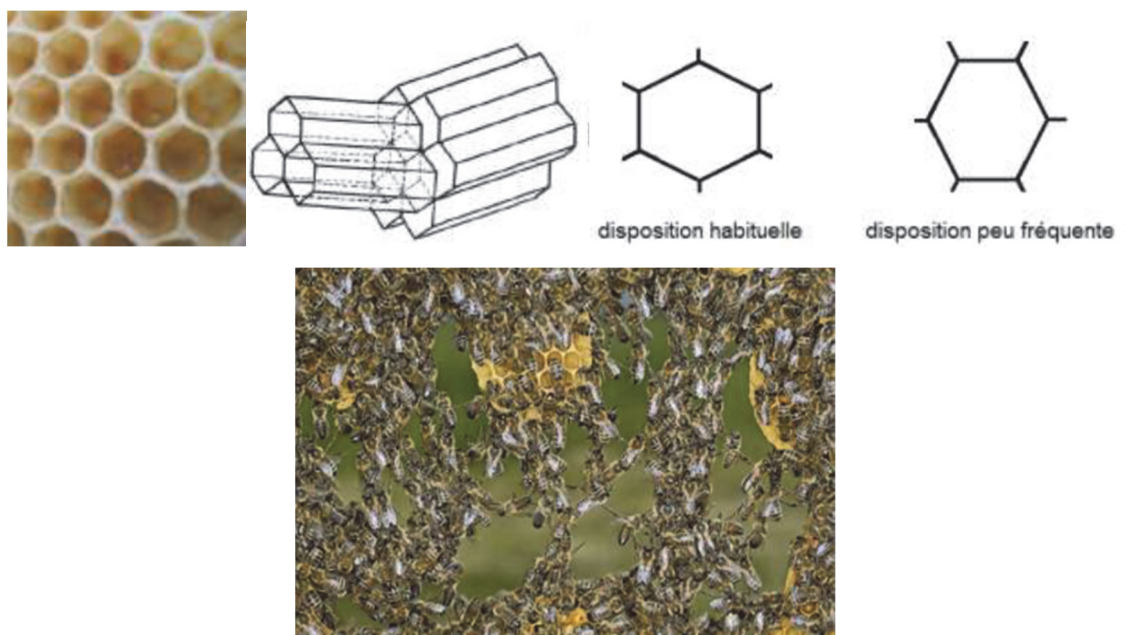


Figure 35 : Confection des rayons chaîne cirière- D'après Encyclopédie universelle [en ligne]

Les ouvrières utilisent, pour bâtir leurs rayons, les champs magnétiques naturels et la gravité. En jouant sur ceux-ci expérimentalement, la direction de construction des rayons est modifiée (Marchenay et Bérard 2007).

Réparation et colmatage

La propolis sert de mastic et de ciment aux ouvrières de la maintenance. Elles réparent avec la propolis les dégâts occasionnés par les intempéries ou les activités de l'apiculteur (Jean-Prost 2005 ; Apimondia 2001). La propolis est utilisée pour réparer les rayons en mauvais état et pour consolider en général tout ce qui apparaît comme d'une solidité douteuse (d'où le fait que les abeilles collent entre eux les cadres mobiles de la ruche) (figure 36).

Les ouvrières vernissent les surfaces internes de la ruche avec de la propolis pour en réduire les aspérités (Donadieu 2008).



Figure 36 : Propolis dépôt sur cadre -
D'après Tourneret et Le Musée l'ABEILLE VIVANTE

11.3.2. La défense de la cité

La propolis est le matériau qui sert à construire une barrière de défense, en arrière du trou d'envol, destinée à contrôler l'arrivée d'éventuels ennemis (Donadieu 2008).

Les ouvrières gardiennes s'occupent de la sécurité de la colonie. Elles se postent à l'entrée de la ruche et surveillent les allées et venues. Si un intrus tente d'entrer, les gardiennes le combattent pour le faire fuir ou, à défaut, le tuer.

Elles utilisent pour cela leurs armes défensives que sont leurs mandibules et leur appareil inoculateur de venin. Une abeille qui pique un autre insecte peut s'en sortir vivante mais si l'intrus est un mammifère (rongeur, homme) ou un autre vertébré (reptile, oiseau), le dard reste implanté dans la chair et se détache. Le sac à venin continue ses contractions pendant 2 à 5 minutes (Cherbulier 2001a) et injecte le poison régulièrement. Généralement, la douleur produite suffit à faire éloigner l'intrus.

La dose létale est calculée à 19 piqûres par kg pour un adulte et les grands animaux. Les enfants et les petits animaux sont plus sensibles. Il suffirait de 9 piqûres pour tuer un animal de moins de 500g (Apimondia 2001). Benton et al. (1964) montrèrent que le taux de mortalité chez la souris après piqûre d'abeille dépendait du régime alimentaire des victimes.

En effet, après 3 jours de régime hyper protéiné, les souris devenaient plus sensibles au venin. Si une diète ou un régime pauvre en protéines d'une durée de 3 jours précédait la piqûre, le taux de mortalité était significativement diminué.

La nouvelle reine, la première sortie de sa cellule, appelle, repère, pique et tue ses concurrentes dans leur cellule royale ou déjà sorties (figure 37). Son aiguillon, lisse, lui assure la survie après la piqûre. Elle devient la seule future reine nouvellement née, prête à être fécondée par les faux-bourçons lors du vol nuptial (Apimondia 2001).



Figure 37 : Combat de futures reines

Les abeilles ont développé des techniques dignes de l'hygiène médicale en ce qui concerne la propreté de la ruche. La propolis entre en jeu pour une grande part. Les ouvrières tapissent l'intérieur et l'extérieur de leur nid avec un mastic de propolis, ce qui a des effets aseptisant. En effet, une ruche compte de 40.000 à 60.000 individus pour un volume de moins de 50 litres. L'activité des butineuses est d'environ 100.000 entrées par jour et la température de 33 à 38°C. L'humidité relative est de 70% et la teneur en sucres élevée du fait de la présence de miel. Les conditions sont donc idéales pour le développement de germes.

Pourtant, il n'en est rien dans une ruche en bonne santé. On estime également que les abeilles s'en enduisent pour se protéger des maladies. De la propolis est d'ailleurs étalée à l'entrée de la ruche à la manière d'un paillason (figure 38). Les ouvrières déposent une mince couche de propolis à l'intérieur des alvéoles avant d'y déposer le nectar, le pollen ou avant la ponte par la reine (Apimondia 2001 ; Donadieu 2008 ; Peacock 2008 ; Domerego et al. 2009).

Lorsqu'un intrus entre dans la ruche et que les abeilles arrivent à le tuer, elles le sortent à l'extérieur. Cependant, pour des animaux trop gros comme des souris ou des lézards, le transport vers l'extérieur devient impossible pour des insectes de 100 mg. Les ouvrières recouvrent le cadavre de propolis, elles le momifient. Il n'y a pas de décomposition du corps, ni de développement de micro-organismes qui pourraient compromettre à la santé de la ruche (Donadieu 2008 ; Apimondia 2001).



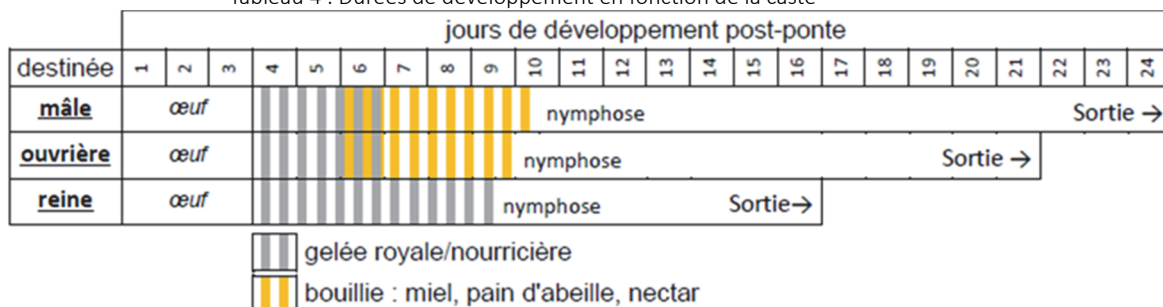
Figure 38 : Ouvrière tapissant l'entrée de propolis

Ces exemples d'utilisation traduisent bien l'importance de la propolis dans la santé de la ruche et des abeilles et en illustrent ses propriétés d'asepsie et de désinfection.

II.3.3. Assurer la pérennité

Les œufs sont pondus par la reine dans les alvéoles. Chaque cellule contient exactement un œuf. La reine peut pondre de 1.000 à 3.000 œufs par jour selon le climat, la nourriture disponible et la saison, soit plus que son propre poids. Après éclosion de l'œuf, la larve d'ouvrière qui en sort va être nourrie, se développer et muer 5 fois : à 12 h, à 1 jour ½, à 2 jours ½, à 3 jours ½ et à 11 jours la dernière mue lui permettant de devenir nymphe. La durée de vie intra-alvéolaire varie en fonction de la caste (Jean-Prost 2005) (tableau 4).

Tableau 4 : Durées de développement en fonction de la caste



L'alimentation des habitants de la ruche obéit à des lois complexes. Chaque catégorie d'individus reçoit un type de nourriture équilibrée qui couvre exactement ses besoins. La nature de la nourriture apportée change en fonction de la caste mais aussi en fonction de l'âge de la larve (gelée royal/gelée nourricière, phase claire/phase blanche). Le pollen est surtout consommé par les larves et les jeunes abeilles (figure 39). Ces facteurs de variations ainsi que leur nature n'ont pas tous été encore élucidés. Quoi qu'il en soit, la nourriture diffère. Les nourrices visitent en moyenne de 10 à 100 fois par heure chaque cellule du couvain pour l'approvisionnement (Jean-Prost 2005).

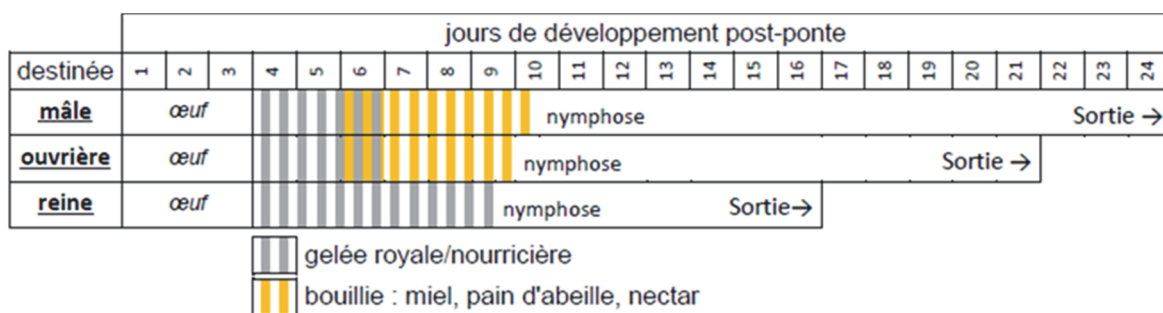


Figure 39 : développement et alimentation des larves

Le pollen représente la seule source de protéines pour les abeilles. Sans pollen, les glandes hypo pharyngiennes ne se développeraieent pas, la gelée royale ne serait donc pas produite, la reine ne pondrait pas, les ferments salivaires et la cire ne seraient pas sécrétés. Le contenu d'une cellule contient le stock pour une larve (Apimondia 2001). Les besoins en pollen sont de 30 à 50 kg par colonie et par an (Jean-Prost 2005).

La gelée (royale ou nourricière) est la nourriture des larves pendant leurs 3 premiers jours et la nourriture exclusive de la reine durant toute sa vie. Ses organes sexuels se développent, sa longévité augmente et sa résistance aux maladies (qui atteignent notamment les ouvrières) est plus importante. Grâce à la gelée royale, la larve de reine croît de façon fulgurante : son poids se multiplie par 1.500 en 13 jours au lieu de 500 en 18 jours pour les ouvrières (Domerego et al. 2009).

Le miel est le principal carburant de la colonie. Sa composition en fait un aliment très énergétique. Il est la nourriture des ouvrières adultes et sert de réserves surtout pendant l'hiver où la production de nectar par les plantes est nulle et/ou le climat ne permet pas aux butineuses de sortir (Apimondia 2001).

La chaleur est indispensable au bon développement du couvain et à la survie des abeilles durant l'hiver. Pour réchauffer l'atmosphère interne, les ouvrières effectuent des contractions rythmées de leurs muscles afin de produire de la chaleur. A l'inverse, les ventileuses, par le biais de battements d'ailes caractéristiques, ont pour rôle de faire circuler l'air et de faire sortir le surplus d'air chaud en cas de besoin. Grâce à ses activités, la température ambiante de la ruche atteint selon les races et les saisons entre 33 et 38°C avec, des variations de 0,5°C (Jean-Prost 2005 ; Marchenay et Bérard 2007).

Par ailleurs, le miel est également impliqué dans le maintien d'une température adéquate. En effet, disposé dans les cadres de part et d'autres des cadres du couvain, il joue un rôle d'isolant climatique (Apimondia 2001). Le couvain est donc protégé thermiquement par une couche de miel.

Les abeilles utilisent la propolis pour obturer les fissures, colmater les fentes afin de restreindre au maximum l'entrée d'air froid et ainsi optimiser le microclimat de la colonie. Elles réduisent avec cette substance l'entrée du trou d'envol en fonction des variations climatiques. Ces activités participent à l'entretien d'une isolation thermique adéquate et indispensable au bon développement du couvain (Donadieu 2008).

Troisième partie :
Composition et
caractéristiques physico-
chimiques du miel

I. Analyse sensorielle

L'analyse organoleptique procède méthodiquement par une approche sensorielle (couleur, état physique, intensité et qualité des odeurs) avant la mise en bouche qui permet de définir l'arôme, le goût et la texture. Elle s'adresse directement aux consommateurs et aux producteurs puisque qu'elle se fonde sur les perceptions et les sensations. Elle est aujourd'hui utilisée dans plusieurs domaines industriels (agroalimentaire, cosmétique, pharmacie) pour établir les profils sensoriels des produits, démarche qui a conduit au développement et à l'harmonisation des méthodes.

Les premières évaluations organoleptiques des miels ont été développées par Gonnet et al. (1979, 1985, 1992, 1998) en s'inspirant des méthodes utilisées pour l'analyse sensorielle des vins. Celle-ci a notamment permis de caractériser les principaux miels monofloraux français et européens, et de développer une méthodologie standard comprenant des formulaires d'évaluation, des méthodes de dégustation, de formation et de sélection des spécialistes (Persano Oddo et al., 1995a, 2000). Par la suite, sa pratique a évolué par le biais d'une harmonisation conduisant à l'utilisation de roues des odeurs et arômes spécifiques aux miels (Bruneau et al., 2000 ; Piana et al., 2004) et à la publication de grilles d'évaluation permettant un traitement statistique des données recueillies par des panels de dégustateurs formés . Il s'ensuit un caractère répétable et reproductible des analyses. La roue des odeurs et arômes présente sept classes bien différenciables (végétal, frais, boisé, floral/fruit frais, chaud, avancé et chimique) qui se divisent en sous-classes avec des références aromatiques pour chacune d'entre-elles.

Aujourd'hui, l'analyse sensorielle est donc considérée comme une technique complémentaire aux analyses polliniques et physico-chimiques pour contrôler la conformité des miels monofloraux ; elle peut notamment être utilisée pour le contrôle de qualité et l'identification de défauts tels que la fermentation, la présence d'impuretés ou encore d'arômes étrangers (Piana et al., 2004). Certaines caractéristiques révélées par l'analyse sensorielle peuvent être également déterminées par des analyses de laboratoire. La couleur - propriété organoleptique essentielle pour le consommateur - varie du clair à l'ambéré très foncé en fonction de l'origine nectarifère des miels. Les valeurs de coloration peuvent être établies par comparaison avec une échelle de couleur ; elles se situent généralement entre 5 et 140 mm selon l'échelle de Pfund (Bogdanov et al., 2004).

II. Analyse physico-chimique

Le miel est élaboré en plusieurs étapes et chacune influence sa composition chimique. Il n'existe donc pas un miel mais des miels; tout dépend du type de plante visitée par les abeilles, de la source récoltée (nectar ou miellat) ...La composition moyenne des miels européens est résumée dans le tableau qui suit.

Tableau 5 : Composition moyenne des miels européens (Les techniques de l'ingénieur, 2000)

Composition	Pourcentage total	Type de composés	Principaux composants
Eau	15 à 20% (moyenne 17%)		
Hydrates de carbone	75 à 80 %	Monosaccharides	Glucose (33%) Fructose (39%)
		Disaccharides	Maltose (0,9%), Isomaltose, Saccharose (2,3%)
		Polysaccharides	Erllose, Raffinose, (mélézitose), (kojibiose), (dextrantriose), (mélibiose)
Substances diverses	1 à 5 %	Acides (0,1 à 0,5%)	Gluconique (0,1 à 0,4 %), (maléique), (succinique), (oxalique), (glutamique), (pyroglutamique), (citrique), (glucuronique), formique (0,01 à 0,05%)
		Protéines et acides aminés (0,2 à 2%)	Matières albuminoïdes, matières azotées, (proline), (tyrosine), (leucine), (histidine), (alanine), (glycine), (méthionine), (acide aspartique)
		Vitamines	B.C. (A,D,K)
		Enzymes provenant des glandes hypopharyngiennes	Amylases α et β , gluco-invertase, glucose oxydase
		Enzymes provenant du nectar	(Catalase), (amylases), (phosphatases acides)
		Minéraux	K, Ca, Na, Mg, Mn, Fe, Cu, (Co, B, Si, Cr, Ni, Au, Ag, Ba, P, Cs)
Arômes		Esters	Méthylantranrylates, acétates, méthyléthylcétone...
		Aldéhydes et acétone	Formaldéhyde, acétaldéhyde...
		Alcools	Méthanol, éthanol, isobutanol, 2-phényléthanol...
Flavones			Flavanol, catéchine, quercétine
Lipides	Traces	Acides gras	(Acides palmitique, butyrique, caprique, caproïque, valérique)
Les substances indiquées entre parenthèses sont à l'état de traces; les % sont donnés par rapport au poids total du miel			

Le miel est un produit complexe ; riche de plusieurs centaines de composés à la fois d'origine végétale et animale. Sa composition chimique dépend de multiples paramètres : origine botanique et géographique, nature du sol, race d'abeille, état physiologique de la colonie, climat, conditions de récolte et mode de stockage (JeanProst, 1987 ; Kaskoniené et al., 2010a).

La première composition chimique «moyenne » a été proposée par l'équipe de White en 1962 en analysant 490 miels provenant des Etats-Unis (White et al., 1962). Par la suite, Louveaux (1980) a proposé la composition moyenne suivante : 17% d'eau, 79,5% de glucides se décomposant en 38% de fructose, 31% de glucose, 7,5% de maltose et 3% de divers autres sucres et, enfin, de plusieurs types de constituants mineurs : acides, protéines, sels minéraux, enzymes, colloïdes, pigments, substances odorantes et éléments figurés comme le pollen, les spores d'algues et/ou les champignons microscopiques. De multiples auteurs (Louveaux, 1968a ; White, 1975) ont constaté que la teneur des constituants varie significativement en fonction de l'origine botanique et/ou géographique des échantillons.

A partir de ces observations, les constituants chimiques du miel ont été classés en deux catégories (Gonnet et al., 1985) :

- les composés toujours présents quelle que soit la variété de miels mais dont les proportions varient en fonction de l'origine des produits ; tels que les sucres (glucose, fructose, maltose, iso-maltose, saccharose et erlose), les acides (acide ascorbique, acide gluconique et acide formique), les enzymes (amylases, invertase et glucose-oxydase), les minéraux (potassium, calcium, sodium, magnésium, manganèse, fer, cuivre) et les pigments (flavones) ;
- les composés mineurs présents uniquement dans certaines variétés de miels ; comme par exemple des tri- et poly-saccharides, des acides aminés, des vitamines ou encore des composés volatils et phénoliques. Les premières caractérisations détaillées de ces métabolites remontent aux années 80.

La qualité dite «normée » est celle définie par les textes officiels internationaux, européens et nationaux, relatifs à la commercialisation et au contrôle de la qualité (Codex Stan 12-1981, 2001; Directive 2001/110/CE, 2002 ; Bogdanov et al., 2004) ;

Les exigences sont plus ou moins strictes selon l'échelle géographique considérée. Elles portent sur différents aspects de la composition du produit permettant :

- de garantir sa fraîcheur (hydroxyméthyl furfural et activité enzymatique) et sa bonne conservation (teneur en eau) ;
- de contrôler l'intégrité du produit (absence de fraude de type adultération par ajout de sucre).

Les protocoles d'analyse de ces paramètres ont été validés et harmonisés par la Commission Internationale du Miel (International Honey Commission) (Bogdanov, 2009). En outre, plusieurs mesures physico-chimiques peuvent également être réalisées en vue de la caractérisation des productions : coloration, conductibilité électrique, acidité, pouvoir rotatoire (Bogdanov et al., 2004).

II.1. Eau

La teneur en eau influence directement les propriétés physiques telles que la viscosité et la cristallisation (Bogdanov et al, 2004) mais aussi la dégradation du produit car une forte humidité accélère les processus de fermentation.

Dans la ruche, le miel est operculé par les abeilles lorsque la teneur en eau atteint environ 18%, valeur considérée par Gonnet et al. (1985) comme une limite supérieure pour la bonne conservation des produits. A l'exception des miels de Calluna et ceux destinés à l'industrie, la législation relative aux miels commercialisés en Europe indique que la teneur en eau doit être inférieure à 20% (Décret n°2003-587, 2003) alors que certaines normes AOC et AOP, comme celles de «Miel de Corse – Mele di Corsica » et de « Miel de sapin des Vosges », exigent une teneur en eau inférieure à 18% (Décret n° 2010-1046, 2010 ; Décret n° 2013-1057, 2013). Généralement, les miels de miellat ont une teneur en eau plus faible que les miels de nectar (Persano Oddo et al, 1995b ; Persano Oddo et al, 2004b).

II.2. Sels minéraux

Les sels minéraux sont présents en faible proportion dans les miels ; la teneur est comprise entre 0,020 et 1,028 g / 100 g (White et al, 1962).

Les éléments les plus courants sont : K, Cl, S, Ca, Na, P, Mg, Si, Fe, Mn et Cu (Louveaux, 1968a). La composition minérale des miels est corrélée à la nature du sol ; les éléments sont transportés du sol vers les plantes mellifères à travers le système racinaire, puis aux miels via le nectar. Ainsi, Feller-Demalsy et al. (1989) ont montré que l'analyse des minéraux permet de distinguer les miels québécois des provinces des Prairies de ceux des provinces atlantiques. De même, la teneur en sels minéraux varie également en fonction de l'origine botanique du miel (Accorti et al, 1987; Bogdanov et al, 2004).

Fernandez-Torres et al. (2005) ont différencié les miels d'eucalyptus, - de bruyère, - d'agrumes et - de romarin d'Espagne en fonction des concentrations en Zn, Mn, Mg et Na. Les miels ambrés - comme les miels de châtaignier, - de bruyère ou - de miellat - contiennent des quantités plus élevées de métaux que les miels clairs (Sevlimli et al., 1992 ; Anklam, 1998 ; Terrab et al., 2003 ; Pohl, 2009). La concentration en minéraux est de 0,1 - 0,2% dans les miels de nectar alors qu'elle est environ 10 fois plus élevée dans ceux de miellat (Hernandez et al, 2005). Il est à noter que certains éléments sont essentiellement d'origine florale tels Na et K alors que d'autres tels Pb et Cd sont des indicateurs d'une contamination de l'écosystème (Fodor et al, 1993 ; Yazgan et al., 2006 ; Pohl, 2009 ; Kaskoniené et al., 2010a). La conductivité électrique du miel, introduite par Vorwohl en 1964 (Bogdanov et al, 2004), est directement liée à la teneur en minéraux (Accorti et al, 1987 ; Bogdanov, 2009).

Généralement, sa valeur est comprise entre 0,08 et 2,09 mS/cm (Persano Oddo et al, 2004b). De nombreux travaux ont démontré que ces variations dépendent de l'origine botanique des échantillons (Bogdanov et al., 2000 ; Persano Oddo et al., 2004b) ; la conductivité électrique des miels de miellat est supérieure à 0,8 mS/cm alors que celle des miels de nectar est souvent inférieure à cette valeur ; certaines exceptions sont observées comme pour les miels de châtaignier, - d'arbousier, - de bruyère, - d'eucalyptus, - de tilleul et - de callune (Codex Stan 12- 1981, 2001).

II.3. Acides

Le miel est un produit acide dont le pH se situe entre 3,5 et 5,5 (Bogdanov et al., 2004) ; cela est dû à la présence des acides organiques qui représentent moins de 0,5% de la composition chimique (White et al., 1980).

Ces constituants acides sont directement issus des apports nectarifères ou miellatifères mais ils peuvent également provenir de la dégradation de composés par réaction enzymatique et/ou fermentation (Louveaux, 1968a). Les acides organiques contribuent à l'arôme des miels mais aussi à la stabilité des produits en limitant le développement des microorganismes (White et al., 1980). Issu de la dégradation du glucose, l'acide gluconique est le principal constituant de cette fonction dans les miels. Parmi les autres acides identifiés, nous pouvons citer l'acide formique, l'acide acétique, l'acide butyrique, l'acide lactique, l'acide oxalique et l'acide succinique (White et al., 1980). Selon la réglementation européenne (Décret n°2003-587, 2003), la teneur en acides libres ne doit pas dépasser 50 milli-équivalent d'acide par kg (à l'exception des miels destinés à l'industrie (< 80 milliéquivalent d'acide par kg)). Les acides ont été utilisés pour la

caractérisation de l'origine botanique des miels. Ainsi, l'analyse par résonance magnétique nucléaire de miels de tilleul (*Tilia* sp.) a mis en évidence la présence de l'acide cyclohex-1,3-adiène carboxylique et de l'ester correspondant (Berreta et al., 2008). Par ailleurs, l'acide kynurénique et l'acide 4-quinolone-2-carboxylique ont été proposés comme marqueurs des miels de châtaigniers (Berreta et al., 2008 ; Truchado et al., 2009 ; Donarski et al., 2010).

II.4. Sucres

Les sucres sont les principaux constituants des miels ; la teneur s'élève à environ 95% du poids sec (Bogdanov et al., 2004). Les constituants majoritaires sont deux monosaccharides : le fructose et le glucose.

Après analyse de 490 échantillons de miels d'origine américaine, White et al. (1962) ont établi la composition moyenne suivante : fructose (38,19%), glucose (31,28%), saccharose (1,31%), maltose (7,31%) et divers polysaccharides mineurs (1,5%) tels que le mélézitose, l'erlose, le kestose, le raffinose, le dextrantriose, l'isomaltose, le turanose, le maltulose, le nigérose, le kojibiose et le leucrose.

Il a été montré que le rapport glucose/fructose participe aux propriétés organoleptiques des miels et à la cristallisation (Bogdanov, 2008 ; Tabouret, 1979). Au niveau de la législation européenne (Décret n°2003-587, 2003), la teneur en ces deux sucres ne doit pas dépasser 60 g/100 g pour les miels de fleurs et 45 g/100 g pour les miels de miellat. Par ailleurs, la caractérisation des glucides est utilisée 18 comme un indicateur de l'adultération des miels par ajout de sirops notamment de sucre ou de maïs (Swallow et al., 1994 ; Wang et al., 2011).

L'hydroxyméthyl furfural (HMF) est issu de dégradation du fructose par réaction acido-basique et/ou dégradation thermique (Wang et al., 2011). Généralement, HMF est absent ou présent en faible proportion (0,6 – 2 mg/kg) dans les miels frais (White, 1975) et sa concentration augmente durant le stockage ou le chauffage prolongé du miel (Bogdanov et al., 2011). La teneur en HMF est donc très utilisée pour contrôler la qualité de conservation des produits (Gonnet, 1982). Au niveau de la législation européenne (Décret n°2003-587, 2003), les teneurs d'HMF admises ont été définies de la manière suivante : < 40 mg/kg pour les miels «classiques» (exceptés ceux destinés à l'industrie) ; < 80 mg/kg pour les miels ou mélange de miels d'origine tropicale. Certaines réglementations nationales exigent des teneurs en HMF plus strictes : 10 mg/kg pour le «Miel de Corse» (Décret n° 2013-1057, 2013) et 15 mg/kg pour le «Miel de sapin des Vosges» (Décret n° 2010-1046, 2010). Certains sucres, principalement des disaccharides et des trisaccharides, sont présents en très faibles abondances. Ils résultent généralement de réactions chimiques et/ou enzymatiques se produisant lors de la maturation du miel dans la ruche (White et al., 1980). Récemment, plusieurs techniques analytiques ont été proposées pour obtenir une composition détaillée des sucres présents dans les miels (notamment CPG-SM), ce qui a permis d'identifier plus de 25 oligosaccharides (Mateo et al., 1987 ; Horvath et al., 1997 ; Anklam, 1998). L'analyse de ces glucides a conduit à différencier les miels de miellat et les miels de nectar (Sabatini et al., 1990 ; Bogdanov et al., 2004 ; Wang et al., 2011). Les premiers sont riches en mélézitose et raffinose non décelés dans des miels de nectar (Bogdanov

et al, 2004). Toutefois, l'étude de la composition en sucres mineurs ne permet pas la détermination de l'origine botanique des miels de nectar (Bogdanov et al, 1988 ; Foldhazi, 1994 ; Da Costa Leite et al., 2000 ; De la Fuente et al., 2007 ; Kaskoniené et al., 2010b

III. Les caractéristiques physico-chimiques

Monographie du miel

Le miel possède une monographie dans la Pharmacopée française Xème édition (1996). Y sont présentés les caractères du miel, les opérations à réaliser afin d'en faire l'identification, ainsi que les différents essais auxquels il doit répondre.

III.1. Caractères

D'après la Pharmacopée française, Xème édition (1996):

"Le miel, immédiatement après sa récolte, est un liquide épais plus ou moins coloré, légèrement trouble. Il peut devenir grenu et prendre une consistance plus ou moins ferme. Il présente une odeur caractéristique variant légèrement selon son origine botanique et une couleur variant du blanc au brun rouge."

III.2. Identification

La Pharmacopée française décrit une chromatographie sur couche mince qui permet d'identifier les sucres du miel.

III.3. Essai

- coloration

La Xème édition de la Pharmacopée française (1996) décrit une douzaine d'essais à pratiquer sur le miel. Entre autre y est décrit un essai concernant l'amidon:

"A 20 grammes de miel, ajoutez 20 millilitres d'eau et agitez. Dans deux tubes à essai de même diamètre, introduisez 10 ml de la dispersion homogène obtenue. Dans le premier tube à essai, ajoutez 0,1 ml de solution alcoolique d'iode iodurée R. Agitez.

La coloration obtenue n'est pas plus prononcée que celle du deuxième tube à essai, témoin"

- Le pH

Le pH du miel est acide; il oscille entre 3 et 6.

- Solubilité

Le miel est soluble dans l'eau, l'alcool dilué et insoluble dans l'alcool fort, l'éther, le chloroforme, le benzène.

- Densité

Pour une teneur moyenne en eau de 17,2% à 20°C, la densité moyenne est de 1,42 et varie généralement de 1,39 à 1,44 selon la nature des miels analysés.

- Viscosité

Elle varie en fonction de la température, de la teneur en eau et de la composition chimique du miel. A 35°C, tous les miels sont fluides. Certains sont thixotropes (c'est à- dire que ces miels lorsqu'on les agite deviennent liquides mais reprennent leur viscosité première après repos) comme ceux d'Erica et surtout de Calluna. Ils ont une viscosité anormale, leur consistance étant celle d'un gel.

Quatrième partie :
Propriétés thérapeutiques et
pharmacologiques du miel

Outre leurs qualités énergétiques, tous les miels ont des vertus thérapeutiques communes, plus ou moins marquées selon leur origine florale. Dans un premier temps, nous aborderons les propriétés du miel reconnues en thérapeutique, puis des propriétés moins bien documentées mais communément admises.

I. Activité antibactérienne du miel

Avec l'augmentation de la prévalence des bactéries résistantes aux antibiotiques, le miel est de plus en plus apprécié pour son activité antibactérienne. La puissante activité in vitro du miel contre les bactéries résistantes aux antibiotiques et les résultats prometteurs obtenus lors de l'application du miel sur des plaies, ont attiré l'attention de nombreux chercheurs qui ont tenté de caractériser tous les pouvoirs bactéricide et bactériostatique du miel.

On ne connaît pas encore précisément toutes les composantes antibactériennes du miel et ses vertus curatives constituent partiellement une énigme. Une étude récente a utilisé une nouvelle approche de neutralisation successive des différents facteurs bactéricides sur un miel de qualité médical, le REVAMIL® afin de les caractériser (Kwakman et al., 2010).

Chacun des facteurs pris isolément a été testé sur plusieurs espèces de bactéries résistantes aux antibiotiques : *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline, *Escherichia coli* producteur de betalactamase, *Pseudomonas aeruginosa* résistant à la ciprofloxacine et *Enterococcus faecium* résistant à la vancomycine.

Tous les tests bactériens ont été sensibles à différentes combinaisons de facteurs bactéricides, indiquant la multiplicité des mécanismes mis en jeu.

Six facteurs principaux sont impliqués dans ce pouvoir bactéricide :

I.1. L'osmolarité

Elle est la conséquence de la forte teneur en sucre du miel. Le miel agit donc de manière osmotique, en provoquant une forte déshydratation des germes qui n'ont plus alors suffisamment d'eau pour survivre (Assie B., 2004).

De plus, le miel étant une solution sursaturée, l'eau disponible pour permettre la croissance de la plupart des bactéries ou des levures est insuffisante. On a défini un coefficient hydrique « aw » pour mesurer cette eau « libre ». La valeur moyenne de l'activité hydrique du miel se situe entre 0,562 et 0,62. De nombreuses espèces bactériennes ont leur croissance complètement inhibée pour une activité hydrique comprise entre 0,94 et 0,99. Cela signifie que ces espèces ne pourraient pas se développer au sein d'un miel non dilué (www.biologiq.nl).

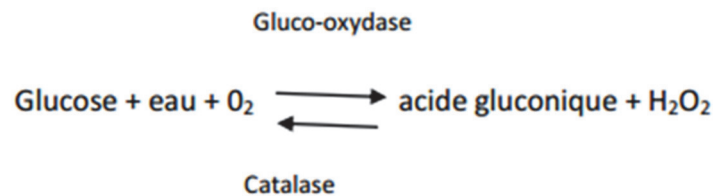
I.2. Le pH acide

Le pH du miel est relativement acide, variant entre 3,5 et 6. Ce pH semble être efficace pour ralentir ou éviter la croissance de nombreuses espèces de bactéries pathogènes. On peut donc dire que le pH acide du miel renforce l'activité antibactérienne de celui-ci (Assie B., 2004).

I.3. Le système peroxyde d'hydrogène (inhibine)

La principale « inhibine » que contient le miel est le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) encore appelé eau oxygénée. C'est un très bon antiseptique. Il est produit par réaction enzymatique.

C'est une gluco-oxydase sécrétée par les glandes hypopharyngiennes de l'abeille lors de la transformation du nectar en miel qui est à l'origine la réaction suivante :



La production d'eau oxygénée et d'acide gluconique résulte de l'oxydation de l'eau et du glucose. L'eau oxygénée produite a donc une origine végétale grâce au glucose provenant du nectar des plantes, mais sa formation implique une enzyme d'origine animale, la gluco-oxydase, qui est sécrétée par l'abeille. L'acide gluconique formé accroît l'acidité du miel et le rend peu favorable au développement de colonies bactériennes (Descottes B., 2009). La catalase représente l'antagoniste de la gluco-oxydase, et elle réduit l'eau oxygénée. La concentration en peroxyde d'hydrogène dépend donc directement de l'activité de ces deux enzymes.

Certaines bactéries possèdent l'enzyme catalase, et elles peuvent donc décomposer le peroxyde d'hydrogène. De même, on peut la retrouver dans le plasma et son taux peut être augmenté dans les exsudats d'une plaie car elle est libérée par les leucocytes morts. Pour que la catalase soit active, il faut une forte concentration en peroxyde d'hydrogène, mais elle montre une activité faible pour des niveaux de peroxyde d'hydrogène physiologique. Lors de l'application de miel, la libération de peroxyde d'hydrogène se fait de façon lente et prolongée. De ce fait, la catalase n'est que faiblement activée, et ne peut donc pas détruire l'activité antibactérienne du miel produite par le peroxyde d'hydrogène.

Ce peroxyde d'hydrogène a donc un meilleur potentiel antibactérien quand il est libéré par le miel que lorsqu'il est utilisé seul dans une préparation antiseptique. L'activité enzymatique de la gluco-oxydase a été notamment déterminée en utilisant du REVAMIL[®] dilué avec de l'eau, et en mesurant ensuite la quantité de peroxyde formé 1, 2, 3, 5, 24, 48 et 50h après dilution. L'activité maximale de la gluco-oxydase se situe au bout de trois heures ; ensuite, la production diminue progressivement, mais reste à un niveau relativement haut pendant 48h (figure 40).

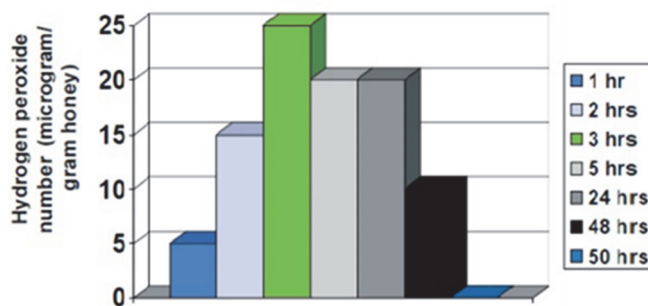


Figure 40: Activité enzymatique de la gluco-oxydase (www.bfacrory.nl/artikelen/Revamil_honey_gel.pdf)

L'eau oxygénée a une durée de vie courte car elle est thermolabile et photolabile. Elle se forme principalement dans un miel jeune ou dilué car dans un miel mur, l'activité peroxyde d'hydrogène est beaucoup plus faible et les processus d'oxydation sont limités (Assie B., 2004).

I.4. Des facteurs phytochimiques

Parmi les facteurs phytochimiques, on retrouve les huiles essentielles des nectars de fleurs dont le pouvoir antibactérien est déjà connu ; on peut citer par exemple, le thymol du thym, ou encore la pinocembrine qui est un flavonoïde identifié récemment dans une douzaine de miels. L'activité antimicrobienne de la pinocembrine est caractérisée vis-à-vis de *Staphylococcus aureus*. Elle a été récemment détectée dans le miel de tournesol ainsi que dans la propolis. De par son effet antiseptique, elle jouerait un rôle important dans le maintien de l'hygiène à l'intérieur de la ruche. D'autres composés ayant une activité antibactérienne ont été identifiés dans le miel mais ils sont cependant en quantité trop faible pour contribuer de manière significative à cette activité. On peut citer : l'alcool benzylique, l'acide 3,5-diméthoxy-4-hydroxybenzoïque (acide syringique), le méthyl 3,5-diméthoxy-4-hydroxybenzoate (méthyl syringate), l'acide 3,4,5 triméthoxybenzoïque, l'acide 2-hydroxy-3-phényl propionique, l'acide 2-hydroxybenzoïque, le 1,4-dihydroxybenzène et des terpènes (www.biologi.nl).

I.5. La défensine-1

Il s'agit d'une protéine fabriquée par les glandes hypopharyngiennes et mandibulaires des abeilles. Elle est retrouvée dans le miel et la gelée royale. Chez l'homme, les défensines constituent une famille de peptides antimicrobiens naturels largement impliqués dans l'immunité spécifique, ou innée.

Ces petits peptides peuvent être divisés en deux groupes :

- les α -défensines, sont présentes au sein de certains granules sécrétoires dans les leucocytes ou des cellules immunitaires spécialisées
- les β -défensines, présentes dans l'ensemble des épithéliums et au sein de nombreux organes. Elles jouent un rôle prépondérant dans les pathologies infectieuses, et elles modulent la réponse immunitaire.

Les défensines constituent une famille de peptides cationiques antimicrobiens. Ce sont de petits peptides, de masse moléculaire variant de 3,5 à 6 kDa, qui possèdent un large spectre d'activité antimicrobienne (bactéries Gram positif et Gram négatif, champignons, virus enveloppés) (Jonard L. et al., 2006). En neutralisant de manière successive les facteurs bactéricides déjà connus du miel, les scientifiques ont conclu que la grande majorité des propriétés antibactériennes du miel proviennent de cette protéine (Kwakman et al., 2010).

I.6. Le méthylglyoxal (MGO)

Le MGO est un antibactérien naturel retrouvé en particulier dans le miel de Manuka (*Leptospermum scoparium*). Le manuka est un petit arbuste de 3 à 5 mètres de hauteur qui appartient à la famille des myrtacées ; cette famille est originaire d'Australie mais le Manuka est présent essentiellement en Nouvelle-Zélande.

NB : Le MGO est un aldéhyde réactif (pro-oxydant), qui possède une toxicité 3.

L'activité de la protéine défensine-1 n'a pu être détectée qu'après avoir neutralisé l'activité antibactérienne du MGO. De même, la contribution du pH acide dans le pouvoir bactéricide contre le *Bacillus subtilis* n'a été révélée qu'après neutralisation des activités antibactériennes du peroxyde d'hydrogène, du MGO et de la défensine-1. Dans d'autres situations, l'activité bactéricide dépend de la présence combinée de plusieurs facteurs. Par exemple, le pouvoir bactéricide du miel sur *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa* nécessite l'action combinée du peroxyde d'hydrogène et du MGO.

Le miel ou ses composants pris isolément (tout en sachant qu'ils peuvent être alors moins efficaces), pourraient permettre la création d'un nouvel antibiotique pour prévenir ou traiter les infections causées par des bactéries résistantes aux antibiotiques, actuellement disponibles. (Assie B., 2004 ; Kwakman et al., 2010)

II. Propriétés cicatrisantes

Lors de la dégradation du glucose (du miel) en présence d'eau et d'oxygène par la gluco-oxydase, il y a formation d'acide gluconique et d'eau oxygénée (H₂O₂). L'eau oxygénée formée a un rôle très important dans le processus de cicatrisation.

En effet, c'est un très bon antiseptique. Au contact des tissus et du sang, elle se décompose en eau et en oxygène (H₂O₂ = H₂O + O₂), ce qui crée une « microeffervescence » et un nettoyage mécanique de la plaie (détersion). De plus, le peroxyde d'hydrogène apparaît comme un véritable stimulus pour la multiplication cellulaire ainsi que pour la réponse à l'évolution de l'inflammation normale lors de la cicatrisation. Il stimule notamment la croissance des fibroblastes et des cellules épithéliales qui vont participer à la réparation tissulaire. Dans le même temps, il stimule également le développement d'une néovascularisation dans le tissu cicatriciel. (Descottes B., 2009).

Le miel induit également la synthèse de collagène, active le transforming growth factor-B1 (qui a un puissant pouvoir réparateur) ; à cela s'ajoute aussi des pouvoirs antioxydant et anti-inflammatoire.

L'application de miel sur la plaie génère, grâce à ses propriétés hygroscopiques, un milieu humide favorable à l'ensemble des processus cités ci-dessus. La quantité d'eau libre du miel étant très faible, on pourrait s'attendre à un dessèchement des tissus. Au contraire, l'effet osmotique permet de drainer le plasma et la lymphe (qui peuvent contenir des éléments favorisant la reconstitution cutanée) (Goetz P., 2009).

Ce milieu humide permet notamment une cicatrisation plus rapide qu'avec un pansement sec car on ne lèse pas les tissus épithéliaux nouvellement formés. De plus, l'osmolarité du miel favorise l'exsudation et donc la diminution de l'œdème au sein de la plaie (Descottes B, 2009). Enfin, le changement du pansement s'effectue sans douleur. Cependant, les pansements créant un milieu humide peuvent favoriser la croissance des bactéries et sont donc contre-indiqués dans les plaies infectées. Mais le miel au contraire crée un milieu humide dans lequel la croissance des bactéries est évitée grâce à son activité antibactérienne.

Le miel élimine également rapidement les mauvaises odeurs alors que des plaies malodorantes sont souvent rencontrées avec les pansements humides conventionnels. Cela peut s'expliquer par l'action antibactérienne du miel mais aussi par le fait que les glucides apportés par le miel sont utilisés par les bactéries à la place des acides aminés provenant du sérum ou des cellules mortes. Cela aboutit à la formation d'acide lactique à la place d'amines, d'ammoniac et de composés soufrés qui ont une odeur nauséabonde. Le maintien d'un environnement humide est également un avantage pour permettre le bon fonctionnement des enzymes protéolytiques et l'élimination des croûtes, du pus et des tissus morts. Tous ces mécanismes activent de façon très favorable la cicatrisation, font du miel un pansement humide bio-actif d'une grande efficacité (nombreuses observations obtenues dans le service du Professeur Descottes, CHU Dupuytren), (Assie B., 2004), (figure 41).



Figure 41 : Brûlure du 2^{ème} degré avant et après traitement par le miel (photos provenant du service du Professeur Descottes).

Protocole d'application du miel

Par le Professeur Descottes

Protocole de pansement

L'utilisation du miel dans le traitement des plaies nécessite l'accord du patient. Cet accord doit se faire suite à une information sur le miel et la cicatrisation.

Il est impératif que la feuille d'autorisation de traitement soit signée par le patient ou par sa famille si ce dernier est dans l'impossibilité de le faire.

Type de plaies

L'utilisation du miel se fait sur une plaie saine, profonde ou pas, pouvant toutefois présenter des zones atones ou nécrosées, des sites d'infection.

- Plaies chirurgicales désunies
- Kystes sacro-coccygiens
- Emplacement de stomies
- Plaies accidentelles
- Autres...

Techniques de pansement

Matériel : le matériel dépend de l'état de la plaie.

Miel : le miel est distribué en petits pots par la pharmacie centrale de l'hôpital de Limoges.

La commande dans les services est faite sur le cahier de pharmacie. Le miel se conserve avant ouverture dans la partie basse du réfrigérateur. Lors de son utilisation le pot est identifié au nom du patient et la date d'ouverture est notée sur le couvercle de ce dernier. Après ouverture, le pot se conserve un mois hors du réfrigérateur.

III. Autres propriétés attribuées au miel

Hormis les propriétés antibactériennes et cicatrisantes du miel, le miel posséderait des vertus médicinales connues depuis des millénaires de façon empirique.

Ainsi, on peut dire que le miel posséderait :

- **une action anti-anémique** : Cette action serait en relation avec la présence de fer et de cobalt dans le miel. Le cobalt est un composant normal de la vitamine B12 qui intervient dans l'organisme lors de la biosynthèse de nombreuses substances et dans différents mécanismes, notamment comme activateur de l'hématopoïèse.
- **une action antifongique** : Il a été démontré que le miel est capable d'éliminer certaines toxines, notamment d'origine fongique. Une solution de miel comparée à une solution isotonique de saccharose inhibe complètement la croissance des moisissures comme *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatis*, *l'Aspergillus niger*, *l'Aspergillus parasiticus*, *Candida albicans*, *Penicillium spp*, *Penicillium* influencent favorablement l'appétit et la digestion.
- **des propriétés antitussives, expectorantes et adoucissantes** : En effet, le miel calme la toux, facilite l'expectoration et soulage les maux de gorge.
- **des vertus calmantes** : Il les doit essentiellement aux plantes dont il est issu. Il favorise également le sommeil.

D'autres propriétés du miel ont été avancées, mais ne sont généralement pas étayées par des études scientifiques sérieuses. En effet, le miel :

- posséderait une action préventive vis à vis des cancers : Le risque de cancers est accru dans une population qui présente un déficit en vitamines, en oligo-éléments et en certains nutriments indispensables au métabolisme cellulaire et à la production d'enzymes et d'hormones. Ces nutriments qui ont une action inhibitrice sur le processus cancérogène se trouvent pour la plupart dans le miel. On peut notamment citer les flavonoïdes, qui ont la capacité de ralentir le processus d'évolution des tumeurs.
- régulerait la fonction cardiaque : De par sa composition en sucres, le miel est un excellent carburant pour le muscle cardiaque. De plus, l'acétylcholine contenue dans le miel permet de ralentir et de régulariser le rythme cardiaque, ce qui favorise la diminution de la tension artérielle et assure une meilleure circulation sanguine au niveau des artères coronaires.
- améliorerait la circulation sanguine : En effet, il augmente la résistance capillaire et stimule l'hématopoïèse, ce qui retarde le vieillissement vasculaire et diminue les effets de la sénescence.
- lutterait contre la constipation chronique : De par sa forte concentration en fructose, le miel possède un pouvoir laxatif doux.

- activerait la croissance : Des observations faites chez plusieurs centaines d'enfants montrent que le miel ajouté dans les aliments, à la place du sucre, favorise la croissance corporelle. Cet effet serait en relation avec la présence d'oligo-éléments qui améliorent l'absorption et peut-être le transport des minéraux, calcium et magnésium en particulier. aiderait l'organisme à se défendre : Le miel apporte les substances nécessaires pour aider l'organisme à se défendre contre les agressions d'origine interne ou externe, en particulier, des substances anti-oxydantes qui peuvent piéger les radicaux libres et aider l'organisme à éliminer diverses toxines. De plus, le silicium contenu dans le miel est un stimulateur du système immunologique. Le miel permet donc de renforcer le système de défense immunitaire, et ainsi, de mieux résister aux agressions en général (Hakim H., 2000).
- posséderait un pouvoir de détoxification du foie : De par leur nature, les sucres du miel sont susceptibles d'exercer une certaine hépato-protection. Ainsi, certaines intoxications seraient enrayerées par l'absorption de miel. Le miel pourrait protéger contre des empoisonnements d'origine alimentaire ou contre les effets néfastes de l'alcool au niveau du foie. Cette activité protectrice serait en relation avec la métabolisation du fructose qui crée des conditions favorables à l'action de détoxification du foie. De plus, les flavonoïdes présents dans le miel, ont une action antitoxique hépatique.
- participerait à l'équilibre du système neurovégétatif : Le miel contient une vaste gamme de minéraux, de vitamines et de nombreux autres éléments à l'état de traces et dont les quantités varient en fonction de la présence de grains de pollen. Cette association, qui crée les conditions d'une bonne régulation des processus métaboliques, participe aussi au maintien de l'équilibre du système nerveux.
- posséderait des propriétés antioxydantes : Le mécanisme protecteur antioxydant du miel utilise à la fois les enzymes tels que la catalase et la peroxydase, les composants phénoliques, les flavonoïdes, les acides organiques comme l'acide ascorbique et des acides aminés comme la proline (Meda A. at al., 2005) (www.biologiq.nl). Toutefois, les composés phénoliques sont les plus importants dans cette activité. Les antioxydants sont des substances qui, présentes à faible concentration, sont capables de supprimer, retarder ou empêcher les processus d'oxydation et ses conséquences. Les sources d'antioxydants sont nombreuses et variées : extrait d'herbe, de miel, de fruits, de légumes, de thé. Les antioxydants sont classés en fonction de leurs mécanismes d'action :

Les antioxydants primaires ou antiradicalaires (type I) : leurs actions reposent sur leurs capacités à inactiver les radicaux libres, car ils inhibent la propagation des réactions radicalaires en fournissant des hydrogènes aux radicaux libres présents. Les composés phénoliques appartiennent à cette classe.

Les antioxydants secondaires ou préventifs (type II) : ils préviennent la formation des radicaux libres par différents mécanismes. Certains chélatent les ions métalliques réduisant l'effet pro-oxydant des ions ; c'est le cas de certains acides organiques et de

certaines protéines. D'autres sont des piègeurs d'oxygène comme par exemple l'acide ascorbique, les B-carotènes ou certains systèmes enzymatiques.

NB : Certains composés phénoliques possèdent à la fois les modes d'action de type I et II (Genot C. et al., 2004).

En règle générale, les miels foncés et les miels ayant une forte teneur en eau ont une capacité anti-oxydante plus grande que celle des autres miels. De plus, l'activité anti-oxydante des miels est très variable d'un miel à un autre, et elle dépend essentiellement de son origine botanique (www.biologiq.nl).

- améliorerait la spasmophilie : Le miel contient du magnésium ce qui améliore la spasmophilie (Dr Dubois, 1987).
- lutterait contre le vieillissement : Le miel contient des flavonoïdes capables de neutraliser les radicaux libres par leurs actions antioxydantes et protectrices des sites nucléophiles de l'ADN (l'agression de l'ADN cellulaire par les radicaux libres peut être à l'origine du vieillissement tissulaire) (Hakim H., 2000).

Certaines des propriétés décrites précédemment sont également documentées dans les publications suivantes : (Domerego R., 2002 ; Lefief-delcourt A., 2010 ; Dr Sabatier, 1997), (www.01sante.com).

L'ensemble de ces propriétés donne un champ d'application assez vaste au miel. Toutefois, le miel est avant tout un aliment qui permet vraisemblablement de prévenir ou de ralentir le développement d'un nombre important de maladies et seulement ensuite, un « médicament » susceptible de traiter certains troubles et affections. Malheureusement, l'immense bibliographie que l'on possède sur ses propriétés thérapeutiques, n'est pas toujours d'une grande rigueur scientifique. Généralement, les études ont été correctement conduites, mais le miel n'est pas un produit défini stable ; dans de nombreux travaux, ce point n'est pas suffisamment pris en compte, et l'origine et la composition des miels testés ne sont pas bien documentées. Même si les indications que nous avons déjà évoquées et celles que nous allons traiter ci-dessous semblent être réelles, cela ne signifie pas bien sûr, que le miel est toujours capable, à lui seul, de résoudre complètement le trouble ou l'affection considérée. Suivant l'origine et la gravité du trouble ou de l'affection, le miel sera pris seul ou associé à un traitement spécifique.

Voici quelques exemples d'applications (Domerego R., 2002 ; Assie B., 2004) :

- Les affections respiratoires : Par son pouvoir antitussif, expectorant et adoucissant, le miel lutte contre les rhinites, sinusites et bronchites.
- Les affections digestives : Il est utilisé pour son action de protection sur la paroi de l'estomac, et on l'emploie pour le traitement des ulcères gastro-duodénaux (notamment le miel de manuka), des infections intestinales et des insuffisances hépatiques de toutes sortes. Il est également recommandé en cas de perte d'appétit, dans les troubles de l'assimilation ou dans les insuffisances digestives, notamment enzymatiques, ou encore pour son pouvoir laxatif doux.
- La cicatrisation des plaies : Son action antibactérienne et cicatrisante trouve certainement sa meilleure utilisation dans le traitement des plaies en application externe.

- Les affections ophtalmiques : L'usage du miel pour le bien être de l'œil est l'un des plus anciens répertorié dans la pharmacopée apicole. Le miel soulage selon son origine florale (thym ou lavande) : la conjonctivite, la kératite (lésion et inflammation de la cornée), la blépharite (inflammation du bord de la paupière), les maladies de la rétine (exemple de la dystrophie). Dans ces cas particuliers, le collyre au miel atténue la sécheresse des yeux, les larmoiements, la fameuse et désagréable sensation de « grain de sable », la photophobie et l'œdème des paupières.

NB : Les risques de vergetures durant la grossesse ou lors d'une prise de poids peuvent être diminués par un massage du ventre, des seins et des fesses avec du miel de lavande, d'oranger, de tilleul, ou toutes fleurs de montagne.

IV. Le miel et son utilisation à l'hôpital

Pendant plusieurs années, un chirurgien réputé, le Professeur Bernard Descottes, chef du service de chirurgie générale B au CHU de Limoges, et fondateur de l'Association Européenne d'Apithérapie, a utilisé le miel comme cicatrisant sur certains patients hospitalisés en gastro-entérologie. L'étude (Domerego R., 1997) a été réalisée sur un grand nombre de patients et apporte des preuves que le miel naturel paraît deux fois plus cicatrisant que les autres produits utilisés lors de cette expérience, à savoir, la BIOGAZE® et le DEBRISANT®.

La BIOGAZE® est un pansement gras protecteur composé d'une compresse imprégnée d'huile essentielle de niaouli et de thym, et de lanoline ; le DEBRISANT® (dextranomère) est un pansement osmotique utilisé pour la détersion des plaies chronique, et qui existe sous forme de poudre ou de pâte. Les résultats suivant ont été démontrés : 0,38 cm² de peau reconstituée par jour pour la BIOGAZE®, 0,46 cm² pour le DEBRISANT® et 0,78 cm² pour le miel naturel. La cicatrisation se produit deux fois plus vite avec le miel (même chez certains patients diabétiques pour lesquels il faut déduire de leur alimentation la quantité d'apport cutané de sucre), et ceci grâce à un protocole développé par les infirmières du service du Professeur Descottes (Domerego R., 1997).

La technique d'application mise au point est très simple. La plaie doit être soigneusement nettoyée au sérum physiologique (ce nettoyage est complété par un brossage superficiel à l'aide d'une brosse stérile à poils souples, conservée dans une solution de BETADINE®). Puis le miel est soit déversé directement dans la plaie, soit mis en place par l'intermédiaire d'une compresse préalablement imbibée. La plaie est ensuite recouverte d'une compresse sèche puis un pansement occlusif est mis en place. Ce pansement est changé de façon quotidienne, sauf si la lésion à traiter est très exsudative ce qui, dans ce cas, impose un pansement biquotidien au miel. (Descottes B., 2009).

Le miel agit en profondeur et son pouvoir de déterSION se constate à l'œil nu, jour après jour: les pansements sont de plus en plus sales, la plaie de plus en plus propre. L'action nourrissante qui s'exerce parallèlement à l'action curative entraîne une excellente cicatrisation. Dans les cas de plaies surinfectées, les miels de thym et de lavande sont d'une grande efficacité. Son utilisation depuis maintenant 25 ans sur environ 3000 patients, a montré que l'application du miel dans les plaies n'était pas douloureuse et pouvait même entraîner dans certains cas, une réduction partielle de la douleur notamment dans certaines lésions traumatiques ou brûlures du premier ou deuxième degré.

L'apparition de picotement disparaissant quelques minutes après l'application du miel a été signalée par certains patients, mais elle n'a jamais toutefois nécessité l'utilisation d'antalgiques (Descottes B., 2009). Il ne s'agit évidemment pas d'un miel ordinaire. Pour qu'il puisse être utilisé à des fins thérapeutiques sa qualité en termes de charge bactérienne doit être irréprochable. Il faut donc notamment éviter les contaminations supplémentaires apportées par les apiculteurs (Domerego R., 2002).

Après cette expérience, il est apparu d'une grande nécessité que la profession apicole se forme et évolue pour aller vers une production à vocation thérapeutique. En effet, les miels analysés au départ étaient porteurs de souches bactériennes en trop grand nombre. Même si celles-ci ne se multiplient pas dans le miel, elles sont présentes et pourraient donc se développer sur la plaie. Quand le miel arrive à l'hôpital, il subit une analyse bactériologique qui permet de déterminer le nombre d'UFC (unités formant colonie) par gramme. Cette analyse permet de mesurer la teneur en bactéries, et elle est d'à peu près 600 sur un miel classique. Celui qui arrive à l'hôpital ne doit pas dépasser les 30 UFC, et généralement, après formation de l'apiculteur, on obtient des miels qui oscillent entre 5 et 15 UFC. Les germes les plus souvent rencontrés dans le miel sont : *Paenibacillus alvei*, *Bacillus cereus*, *bacillus pumilus*, *bacillus liniformis*, *bacillus subtilis* (figure 42).



Figure 42 : Mise en évidence d'une souche de *Bacillus cereus* dans du miel de thym grâce à une culture sur gélose (photo de gauche) et à une galerie d'identification biochimique (photo de droite) (photos prises au Laboratoire Départemental d'Analyses et de Recherches de la Haute-Vienne)

Il a donc été nécessaire de mettre en place des procédures, des précautions supplémentaires et dans certains cas, des techniques différentes de production, pour atteindre la qualité demandée en milieu hospitalier. Entre autres, il faut faire particulièrement attention à de nombreux détails dès la sortie du miel de la ruche :

hygiène des mains, des cheveux, des vêtements, des véhicules de transport, de la miellerie, des pots, etc. Si les ruches ont été traitées à la tétracycline pour lutter contre la loque américaine (maladie contagieuse grave qui affecte les larves d'abeilles operculées ; elle est due à une bactérie, *Paenibacillus larvae*, et se caractérise par la mort, la putréfaction et la dessiccation des larves atteintes) (Barbançon J.-M., 2004), le miel n'est plus utilisable à des fins thérapeutiques car il peut rester des traces d'antibiotique qui pourraient aller à l'encontre de l'effet désiré lors de son utilisation hospitalière. Concernant le traitement anti-varroa, si celui-ci est correctement réalisé, on ne retrouvera pas de trace du traitement dans le miel. Un cahier des charges a été élaboré pour permettre à la profession apicole de répondre exactement à la demande hospitalière. L'un des problèmes survenu lors de l'utilisation du miel au CHU de Limoges, fut la dégradation du miel lors de son utilisation et de sa manipulation auprès des patients. Alors que le miel arrivait avec peu de germes (15 UFC), il devenait rapidement inutilisable atteignant une charge bactérienne beaucoup trop importante (500 UFC). Il a donc fallu adapter la technique et la dimension des pots pour individualiser le traitement. Aujourd'hui, après analyse, le miel est reconditionné dans des petits pots de 50 g afin de limiter au maximum les manipulations (informations obtenues auprès des infirmières du service du Professeur Descottes), (figure 43).



Figure 43 : Miel utilisé au CHU de Limoges (photo prise à la pharmacie centrale du CHU de Limoges).

Dans ce service (chirurgie générale B du CHU de Limoges), l'équipe infirmière n'hésite plus à employer le miel pour le traitement des ulcères, brûlures, plaies chirurgicales, plaie traumatique et plaies infectées. Les résultats sont dans leur grande majorité, satisfaisants. Dans 90% des cas, la fermeture des plaies se fait de façon spectaculaire.

V. Le miel et son utilisation à l'officine

V.1.REVAMIL® Soins des plaies

V.1.1. Revamil est un miel spécifiquement élaboré pour l'usage médical.

Le miel revamil garantit aux praticiens :

- Une activité antibactérienne constante et reproductible sur les germes pathogènes.
- Une parfaite innocuité : absence de pesticides, de métaux lourds, de contamination bactérienne, de levure et de spore botulique.
- Une stabilité assurée par des contrôles physicochimiques et microbiologiques sur chaque lot fabriqué.

Revamil est un miel pour l'usage médical qui par ses propriétés physicochimiques, crée les conditions optimales au lit de la plaie : échanges osmotiques, environnement humide, protection mécanique, thermique et bactérienne. Il existe un acronyme anglais utilisé par l'expert scientifique de l'European Wound Management Association pour définir les conditions nécessaires des pour lancer le processus de cicatrisation des plaies chroniques « TIME »

T : Effectue la déterision

Grace à l'effet osmotique le miel Revamil, effectue un débridement autolytique de la plaie, nettoie la plaie, absorbe la lymphe, les débris bactériens, cellulaires, nécrotique et fait un appel local des macrophages.

I : Réduit l'état inflammatoire et infectieux

Grace à la présence de 4 substances, le miel Revamil, établit une forte protection bactérienne à large spectre, réduit l'état inflammatoire grâce à sa richesse en flavonoïdes, diminue la douleur et améliore le confort du patient et lutte contre les mauvaises odeurs par inhibition du développement des bactéries anaérobies.

M : Favorise un environnement humide à pH acide

Grace à sa viscosité et à la présence d'eau (20%) le miel Revamil, crée une protection mécanique, thermique, et un environnement humide à pH acide.

E : Etablit la granulation

Grace à l'eau oxygénée qu'il libère, le miel Revamil, stimule l'activité fibroblastique pour accélérer le processus de granulation et d'épithélisation.

V.1.2. Des protocoles étudiés pour les soins des différents types de plaies

Plaies chroniques : ulcères, escarres.

- Phase 1 : Nettoyer la plaie avec de l'eau du robinet ou du sérum physiologique et au savon doux
- Phase 2 : Selon le type de plaie : ramollir, exciser les nécroses, éliminer le tissu fibrineux
- Phase 3 : Recouvrir la plaie de miel 2 à 3 mm d'épaisseur jusqu'aux berges de la plaie. Si la plaie est normale ou sèche on applique une compresse de gaz ou compresse non tissée. Si la plaie est très exsudative on applique une compresse à base d'alginate. Il est important de maintenir les compresses avec une bande extensible (pas de pansement occlusif)
- Phase 4 : Soins à renouveler tous les 2 jours sauf plaies très exsudatives où les soins se font tous les jours.

Plaies aiguës, chirurgicales, et brûlures :

- Plaies chirurgicales, brûlures 1^{er} et 2^e degrés : application directe sur la plaie du pansement Revamil.
- Plaies cavitaires : application de miel Revamil avec la seringue monodose au fond de la plaie.

V.1.3. Le miel et les supports modernes

- Revamil pansements (Wound dressing) :

Compresse en polyacétate imprégnées de miel pur 100% et stérilisées aux rayons gamma.

Le pansement garantit une imprégnation du miel dans le lit de la plaie et ne colle pas à la plaie.

Indications : plaies chirurgicales, brûlures 1^{er} et 2^e degrés

- Revamil miel 100% tube de 18g :

Miel pur 100% et stérilisé aux rayons gamma.

Le miel Revamil possède un pH acide et une teneur élevée en glucoxydase, a une action antibactérienne puissante et de longue durée.

Indications : Plaies chroniques (ulcère, escarres mal perforant plantaires)

Date limite d'utilisation après ouverture : 3 mois.

- Revamil miel 100% dose 5g – dose seringue 2g :

Miel pur 100% et stérilisé aux rayons gamma.

Le miel dose pour plaies Revamil et la dose seringue possèdent un pH acide et une teneur élevée en enzymes, et ont une action antibactérienne puissante et de longue durée.

Indications : dose 5g pour usage unique en milieu hospitalier, et la seringue dose Revamil pour les plaies profondes et cavitaires.

- Revamil baume 15g :

Le baume Revamil est un onguent dermoprotecteur E/H contenant 25% de miel pur.

Grace à sa teneur élevée en miel, le baume a des propriétés cicatrisantes et antibactériennes.

Le baume Revamil n'irrite pas la peau et convient à tous les âges

Indications : Dermabrasion, brûlure 1^{er} degré, prurit, atténuation des cicatrices, crevasses, gerçures d'allaitement, érythèmes fessiers, herpès.

Date limite d'utilisation après ouverture : 3 mois.

Tous les produits Revamil sont des dispositifs médicaux de catégories IIb.

V.2. Utilité du Remavil en application locale

V.2.1. Utilité du baume Revamil dans la cicatrisation des plaies chirurgicales post dermolipéctomie.

Etude observationnelle prospective de 25 patients.

Dr David LECHAUX

La capacité du miel à accélérer la cicatrisation des plaies en fait une option attrayante dans les soins des plaies chirurgicales. Nous avons effectué un essai clinique pour évaluer le résultat esthétique d'un cérat à la cire d'abeilles (Baume Revamil)

L'objectif de cette étude était de traiter les patients après chirurgie sur une durée de un mois avec ce baume cicatrisant l'évolution de la cicatrisation s'est faite par prise de photo après le retrait des agrafes et après un mois de traitement

Données cliniques

La cicatrisation repose à sa phase finale sur une phase d'épidermisation. En l'absence de complication une plaie chirurgicale n'est initialement pas infectée. Au bout de 15 à 21 jours on considère que tous les éléments du derme sont reconstitués. À partir de ce délai il est possible d'appliquer sur la plaie une crème cicatrisante dont le but est d'aider à la disparition des phénomènes inflammatoires et à assouplir le tissu cicatriciel. Le bourgeonnement doit disparaître ainsi que l'aspect inflammatoire. La plaie doit être indolore. La couleur de la cicatrice elle-même doit progressivement s'apparenter à la peau normale. Alors que la cicatrisation initiale s'est faite en milieu humide, il est préférable de laisser la plaie à l'air libre dès que l'épiderme est renouvelé et de masser régulièrement la peau et les tissus sous cutanés. Les antiseptiques sont contre-indiqués ainsi que tous les produits colorants. Lors de la phase terminale de la cicatrisation il faut bien entendu éviter tous produits allergisants qui ferait récidiver le phénomène inflammatoire locale.

Justification de l'étude

Le REVAMIL baume est un mélange de miel médical et de cire d'abeille. Grâce à ses propriétés cicatrisantes le miel peut apporter un bénéfice important en terme de cicatrisation d'une plaie après chirurgie. La dermolipéctomie avec transposition de l'ombilic est une intervention à risque en ce qui concerne la cicatrisation. Cette chirurgie est pourvoyeuse de complications cutanées et en particulier d'infections localisées responsables de désunion ou de collections profondes pouvant potentiellement s'infecter.

Méthodes

Le baume était appliqué une fois la cicatrisation initiale terminée c'est-à-dire à 15 jours de l'intervention. On préconisait deux applications par jour matin et soir. L'imprégnation du baume était réalisée par un massage pendant une dizaine de minutes sur la totalité de la cicatrice. Le critère de jugement principal était l'aspect de la cicatrice pris en photo par le patient à J 15 de l'intervention lors de l'ablation des agrafes. Cette photo était envoyée par e-mail au chirurgien. Une deuxième photo était réalisée par le patient à J 45 c'est à dire au bout de 30 jours d'application du baume REVAMIL matin et soir. Les clichés étaient évalués à la fois par le chirurgien et par un observateur extérieur sans indication sur le traitement réalisé. Sur ces clichés, on prenait en compte l'aspect de la cicatrice elle-même mais aussi la disparition des points pericicatriciels en rapports avec l'utilisation des agrafes. Les critères retenus étaient, en plus de l'aspect de la cicatrice, l'épaisseur de la cicatrice pour mettre en évidence une diminution de taille. L'aspect inflammatoire ou non de la cicatrice était pris en compte. La douleur locale était évaluée selon une échelle analogique standard.

Résultats

25 patients ont été inclus dans l'étude de janvier 2015 à avril 2015. Le groupe comportait un homme et 24 femmes. Tous les patients ont bénéficié d'une abdominoplastie avec transposition de l'ombilic. La longueur moyenne de la cicatrice était de 52 ± 8 cm. La fermeture cutanée était toujours réalisée avec un plan sous cutané par surjet au vicryl 2/0 puis par des agrafes pour la peau. L'âge moyen des patients était de 45,5 ans (28 à 60 ans). Une patiente n'a pu démarrer son retraitement par baume REVAMIL en raison de complications locales nécessitant de différer le traitement à visée purement esthétique de la cicatrice. L'application du baume en lui-même ne posait pas de problème il y avait une sensation apaisante locale et un confort satisfaisant dans tous les cas. Une patiente sur les 25 s'est plainte du caractère un peu collant du baume. La rougeur avait complètement disparue au bout d'un mois de traitement dans 10 cas sur 25 (40% des cas). La largeur moyenne de la cicatrice avant et après le traitement, était de $3,6 \pm 0,8$ mm et $3,4 \pm 0,8$ mm. La visibilité des points de fixation des agrafes était diminuée de l'ordre de 50% en 1 mois pour 20 patients sur 25 (80% des patients). Une patiente a évolué vers la formation d'une cicatrice chéloïde sans que l'on puisse déterminer un facteur de risque particulier ou incriminer l'application du baume. Une deuxième patiente a, à la suite d'une exposition au soleil, fait une hyperpigmentation inesthétique de la totalité de sa cicatrice.

Conclusion

Le processus de guérison de la plaie chirurgicale et son résultat esthétique final pourrait être améliorée en utilisant le baume au miel selon notre protocole.

V.2.2. Application locale d'un mélange naturel de miel, de cire d'abeille et d'huile d'olive pour le traitement de la dermatite atopique ou le psoriasis

Auteur: Noori S. Al-Waili

Centre Médical Spécialisé et Laboratoires de Recherche Médicale de Dubaï:

Etude en simple aveugle, partiellement contrôlée.

RÉSUMÉ:

Objectifs : Étudier les effets d'une préparation de miel, d'huile d'olive et de cire d'abeille sur des patients présentant une dermatite atopique (DA) ou un psoriasis vulgaire (PV).

Patients: 21 patients présentant une dermatite et 18 patients présentant un psoriasis ont été inclus dans une étude partiellement contrôlée, à l'insu du patient.

11 patients atteints de dermatite utilisaient auparavant des esters de bétaméthasone en application locale et dix patients atteints de psoriasis utilisaient auparavant du propionate de clobétasol.

Produits: La préparation au miel contenait du (miel, de la cire d'abeille et de l'huile d'olive à la concentration de 1:1:1). Les mélanges A, B et C contenaient la préparation au miel avec de la pommade aux corticoïdes selon un rapport respectivement de 25 % 50% 75%.

Méthode: Patients atteints de dermatite ou de psoriasis ont été soumis à une comparaison bilatérale contrôlée des deux moitiés du corps.

Les objectifs: Evaluer l'efficacité de la préparation au miel-cire-huile

Chez les patients atteints de (DA):

Première comparaison: préparation au miel par rapport à de la vaseline, puis les mélange A, B, C par rapport à un mélange (vaseline-esters de bétaméthasone 50%) chez des patients utilisant un traitement local par dermocorticoïdes.

Chez les patients atteints de (PV):

Première comparaison, la préparation au miel a été comparée d'abord par rapport à de la paraffine liquide puis entre le mélange A ,B, C et le mélange (paraffine-propionate de clobétasol 50%) chez des patients utilisant un traitement dermocorticoïde local.

Critères de mesure:

Dans la dermatite: les lésions corporelles sur la moitié droite ou gauche du corps choisis pour évaluer sont l'érythème, la desquamation, la lichénification, l'excoriation, les indurations, le suintement et les démangeaisons sur une échelle de 0 à 4 points.

Dans le psoriasis: les lésions du site sélectionné choisis pour évaluer sont : la rougeur, la desquamation, l'épaississement et démangeaisons, sur une échelle de 0 à 4 points.

Résultats:

Dermatite Atopique:

Dans le groupe du mélange à base de (miel-cire-huile),

8 patients sur 10 atteints de dermatite ont présenté une amélioration significative après 2 semaines

5 patients sur 11 préalablement traités par des esters de bétaméthasone n'ont présenté aucune dégradation après diminution de 75% des doses de dermocorticoïdes avec l'utilisation du mélange C.

Psoriasis:

5 patients sur 8 ont présenté une réponse significative au mélange à base de (miel-cire-huile)

Chez les patients utilisant du propionate de clobétasol, 5 patients sur 10 n'ont présenté aucune dégradation après diminution de 75% des doses de dermocorticoïdes avec l'utilisation du mélange C.

Conclusion : Le mélange à base de miel, de cire, d'huile d'olive montre d'excellents résultats dans la prise en charge de la dermatite atopique et du psoriasis vulgaire et donne la possibilité de réduire les quantités de dermocorticoïdes. Cette première étude qui a conduit à l'élaboration du baume Revamil va être poursuivie pour obtenir une validation des résultats avec le baume Revamil.

NB L'huile d'olive a été remplacée pour des raisons galéniques par l'huile d'arachide dont la teneur en polyphénols est équivalente.

V.2. DOLOAPHTE®

Les laboratoires GILBERT ont commercialisé une solution à base de miel accélérant la cicatrisation des aphtes : DOLOAPHTE®. Son application sur l'aphte permet d'assainir la blessure. En effet, elle crée un champ osmotique permettant un drainage de l'intérieur vers l'extérieur de l'aphte favorisant ainsi l'élimination des bactéries. De plus, elle améliore le processus de cicatrisation et réduit la douleur (www.labo-gilbert.fr).

V.3. ARKO ROYAL®

V.3.1. La gelée royale

Arko Royal® associe de la gelée royale, de la propolis et du miel pour vous offrir une gamme authentique à la qualité contrôlée.

QUANTITÉ ET QUALITÉ

Arkopharma est le 1^{er} importateur de gelée royale en France : 20 tonnes par an.

Durant tout son trajet, la chaîne de froid est maintenue pour préserver toutes ses qualités.

La gelée royale est une substance sécrétée par les abeilles nourricières pour nourrir exclusivement l'une des siennes qui deviendra reine. Cette nourriture lui confèrera une longévité de vie 40 fois supérieure et une productivité surprenante. C'est pour cette raison qu'elle est reconnue comme fortifiante et utilisée dans les principaux produits Arko Royal®.

En effet, la croissance extrêmement rapide de la larve de la reine des abeilles et sa longévité exceptionnelle éveillèrent très tôt la curiosité de ceux qui l'observaient.

La clef de l'énigme réside dans une gelée aux reflets nacrés dont la reine des abeilles est exclusivement nourrie, et ceci depuis son état de larve.

Elle sert également de nourriture à toutes les larves de la colonie mais seules celles destinées à être reine en reçoivent pendant toute la durée de leur vie.

Cette substance, secrétée par les abeilles ouvrières fut nommée, du fait de son utilisation, Gelée Royale ou encore "lait des abeilles". Elle a une saveur sucrée et acide et présente une consistance gélatineuse.

La Gelée Royale peut être consommée par les enfants (à partir de 3 ans), les adultes et les personnes âgées.

Elle est souvent associée au Ginseng, à la Propolis ou à d'autres ingrédients.

V.3.2. La propolis

La Propolis trouve son utilisation en complément alimentaire, souvent associée à la Gelée Royale, mais aussi dans les produits pour la gorge et le nez (pastilles, sprays gorge et nasal).

Cette substance naturelle est élaborée par les abeilles ouvrières et est utilisée comme bouclier de la ruche. Ainsi, les abeilles protègent leur habitat des agressions extérieures.

Elle est de couleur foncée et, extraite du miel dans lequel elle est en petite quantité, se présente sous la forme d'une résine cireuse et sombre.

Les abeilles récoltent cette résine sur les écorces des arbres blessés, lorsque le nectar et le pollen sont encore peu abondants, pour enduire les parois intérieures de la ruche et renforcer sa structure.

Elles colmatent ainsi les brèches, mais surtout protègent leur "maison" des agressions extérieures.

V.3.3. Le miel

Le miel est un liquide sucré, parfumé, de couleur variable selon le type de fleurs butiné par les abeilles.

Il est produit à partir du nectar des fleurs ou du miellat récolté puis entreposé dans la ruche. Il sert à nourrir les abeilles.

Le miel est aussi stocké dans la ruche pour servir de nourriture pendant la saison défavorable. Il est consommé par de nombreux animaux, notamment l'homme qui a su le produire grâce à l'apiculture.

Certains miels ont des caractéristiques particulières comme le miel de Manuka par exemple.

ARKO ROYAL DYNERGIE :

Les ampoules Arko Royal® DYNERGIE contiennent une association de gelée royale, de propolis et de plantes dont le ginseng, reconnu pour ses propriétés stimulantes et fortifiantes. Elles sont conseillées pour retrouver la forme en période de récupération.



UTILISATION

- 20 jours.
- 1 ampoule par jour, le matin au petit déjeuner.
- A diluer dans un verre d'eau ou de jus de fruit.

INFORMATION NUTRITIONNELLE MOYENNE

	POUR 1 AMPOULE
Extrait de propolis	125 mg
Extrait de racine de ginseng	375 mg
Gelée royale	500 mg
Jus de baie d'acérola concentré	200 mg

GELÉE ROYALE + FERMENTS LACTIQUES JUNIOR

Arko Royal® innove en vous proposant, pour les enfants, une flaconnette qui libère des ferments lactiques sélectionnés dans une solution à base de Gelée Royale.



Gelée Royale + Ferments lactiques Junior - Goût orange

Cette flaconnette vous offre un bouchon hermétique qui met les ferments lactiques à l'abri de la lumière et de l'humidité. Aussi, ce mode d'ouverture innovant permet une libération instantanée pour une qualité optimale !

Le bouchon de cette flaconnette contient et libère 5 milliards de ferments lactiques sélectionnés dans une solution à base de 166 mg de Gelée Royale lyophilisée équivalent à 500 mg de Gelée Royale.

Ce mélange contient aussi de la vitamine D3 qui aide à renforcer les défenses naturelles de l'organisme.

A utiliser lors des passages difficiles de l'hiver et aux changements de saison. Il est préférable de renouveler le programme pendant 3 mois.

A conserver à une température inférieure à 23°C

UTILISATION

- 5 jours.
- Prendre 1 flaconnette le matin au petit-déjeuner.
- Pousser sur le bouchon pour libérer son contenu dans la dose. Mélanger énergiquement jusqu'à dissolution complète de la poudre. Dévisser le bouchon et boire le contenu de la dose.

V.4. Applications cosmétiques

Les vertus du miel au niveau de la peau son incroyablement nombreuses : adoucissant, cicatrisant, détoxifiant, hydratant, émollient, humectant, rafraichissant, anti-irritant, nourrissant, stimulant de la régénération des cellules épidermiques, et toutes ces propriétés font de lui un excellent allié pour la beauté.

Le miel convient à tous les types de peaux, qu'il nourrit, adoucit et tonifie (Millet J., 2006).

Le miel est aussi un excellent remède naturel pour les cheveux fragilisés auxquels il rend toute leur souplesse et leur brillance (Lefief-Delcourt A., 2010). On peut ainsi le retrouver dans toute une gamme de produits cosmétiques : baume à lèvres, lotions pour nettoyer le visage, gommages, masques, crèmes hydratantes, soins anti-âge, savons, shampoings, etc.

GUERLAIN :

Depuis 1828, la prestigieuse marque Guerlain utilise l'abeille comme emblème. Après de longues années d'études, la recherche Guerlain a utilisé les produits de la ruche et plus particulièrement le miel et la gelée royale pour leurs capacités à activer les processus de réparation tissulaire et par conséquent à lutter contre l'effet du vieillissement. Guerlain s'est servi de ces découvertes pour créer des produits d'exceptions tels que le sérum Abeille Royale. Ce sérum est composé d'une association inédite de quatre produits de la ruche : le miel d'Ouessant, le miel de thym, le miel de trèfle de Nouvelle Zélande, et de la gelée royale française.

Deux exclusivités Guerlain

- Miel d'Ouessant ; la quête des produits de l'abeille les plus puissants a mené la recherche Guerlain à Ouessant, l'un des écosystèmes les plus purs du monde.

C'est sur cette île classée réserve de la biosphère par l'Unesco, au large des côtes françaises, que vit l'abeille noire, espèce originelle et endémique de l'île. Elle produit un miel d'une pureté sans égal et doté de propriétés exceptionnelles, un véritable miel « Grand Cru ».

- Gelée royale exclusivité Guerlain ; 100% récoltée en France, 100% contrôlée, 100% d'origine naturelle.

Afin de garantir une gelée royale de qualité optimale et d'assurer une traçabilité totale, Guerlain a choisi d'installer les 200 ruches exclusivement réservées à la production d'ABEILLE ROYALE à la fertè Saint-Aubin en Sologne, une région célèbre pour sa faune sauvage.

NUXE, Rêve de miel :

Il y a plus de 20 ans le Laboratoire NUXE crée la gamme Rêve de Miel®.

Sa spécificité : le miel, un trésor de beauté aux vertus réconfortantes idéal pour les peaux sèches.

La ligne de soins Rêve de Miel® a été spécialement conçue pour apporter le plus grand réconfort aux peaux sèches et très sèches et préserver la barrière cutanée grâce à des Huiles Végétales Précieuses offrant une action nourrissante, et au Miel d'Acacia pour son action douceur.

La générosité du Miel associée à ces Huiles Végétales Précieuses est au cœur de 7 formules visage et corps efficaces et ultra-réconfortantes pour les peaux sèches et sensibles.

Rêve de Miel® c'est aussi l'inimitable sensorialité NUXE, à travers des textures moelleuses et fondantes, miellées et onctueuses, et des parfums savoureux, pour envelopper la peau de réconfort.

Des résultats prouvés

- La peau est intensément nourrie : 95%**
- La peau retrouve son confort : 100%
- La peau est douce : 90%

Le pouvoir douceur du miel :

A la fois complexe et merveilleux, le miel est à l'image de ce que peut offrir la nature.

Il est le fruit d'une alchimie entre le nectar des fleurs butinées par les abeilles et la transformation élaborée au sein de la ruche.

Utilisé depuis les temps les plus anciens pour son pouvoir sucrant, le miel possède d'innombrables vertus thérapeutiques : tonifiantes, antiseptiques, et surtout cicatrisantes. Les femmes égyptiennes et romaines s'en servaient déjà comme produit de beauté.

La Recherche NUXE utilise le miel pour sa richesse en sucres qui en fait un excellent ingrédient aux vertus réconfortantes pour préserver la barrière cutanée face aux agressions et à la déshydratation : un véritable trésor pour les peaux sèches.

Chez NUXE le miel c'est aussi du développement durable



Le Laboratoire NUXE puise depuis toujours son inspiration dans la Nature et fait de l'équilibre de la biodiversité l'une de ses préoccupations majeures.

Les abeilles, insectes pollinisateurs indispensables à la reproduction de plus de 80% des espèces végétales, sont aujourd'hui menacées de disparition, ce qui engendrerait des effets dramatiques sur l'écosystème.

C'est pourquoi NUXE soutient la sauvegarde des abeilles en collaborant avec l'association « Un toit pour les abeilles ».

Cette association parraine des ruches implantées dans les Vosges pour donner naissance à une nouvelle colonie qui pourra se développer dans cette région, permettant ainsi leur préservation et leur accroissement.

V.5. Allergie au miel

Les produits de la ruche comportent un grand nombre d'allergènes provenant du corps des abeilles et des produits qu'elles récoltent (pollens, nectar, miellat, propolis) et fabriquent (miel, gelée royale). Toutefois, la fréquence des allergies au miel reste faible (quelques cas isolés) compte tenu de l'importance et de la diffusion mondiale de sa consommation. Les symptômes de cette allergie sont variés : urticaire généralisée, urticaire et angio-oedème, urticaire et rhinite, angio-oedème isolé, symptômes digestifs (douleurs abdominales et/ou diarrhée), asthme, anaphylaxie aiguë.

Le diagnostic d'allergie au miel est basé sur l'anamnèse, l'histoire clinique, les tests cutanés réalisés avec le miel, tandis que les résultats donnés par le dosage d'IgE sériques spécifiques sont inconstants. En effet, si les IgE du sérum des allergiques aux abeilles sont capables de fixer un grand nombre de protéines du miel, la prévalence de l'allergie au miel reste faible chez les allergiques aux hyménoptères ou chez les apiculteurs. En revanche, l'allergie aux pollens, en particulier de Composées (armoise, camomille, pissenlit), constitue un facteur de risque d'allergie au miel. L'éviction des produits en cause est la seule possibilité. Il faut se méfier, car le miel et le pollen sont souvent masqués dans les produits alimentaires, diététiques et énergétiques (Dutan G., 2009).

V.6. Utilisation et consommation du miel

Le miel est d'une totale innocuité, même à doses très élevées ; il ne provoque aucun effet secondaire particulier aux doses recommandées. Les exceptionnelles douleurs gastriques qui peuvent parfois apparaître sont le plus souvent dues à une ingestion ponctuelle trop importante et/ou trop rapide. Il n'a aucune incompatibilité avec des médicaments. Il n'a aucune contre-indication particulière et peut donc être utilisé par tous, depuis la naissance jusqu'à un âge avancé, y compris par la femme enceinte.

Toutefois, il faudra utiliser un miel pasteurisé pour les tout petits (avant l'âge de 1 an), afin d'éviter le risque de botulisme. Il n'est déconseillé que dans quelques cas bien précis : en cas de pathologies graves reconnues chez les diabétiques mal équilibrés, ayant des complications vasculaires sévères, un angor instable, et une artérite très évolutive ; sont aussi concernés les porteurs de lithiase urinaire oxalique ; ceux ayant une hypothyroïdie non traitée ; ou ceux atteints de maladies endocriniennes mal équilibrées, comme les hyperlipémies associant des anomalies métaboliques et lipidiques sévères dont une hypertriglycéridémie importante. Dans tous ces cas, un avis médical est absolument indispensable avant toute consommation régulière de miel (www.cetam.info ; www.01sante.com).

Le miel se présente sous 3 formes : le miel pur en pots ; la miellite (médication officinale préparée par dissolution de miel dans de l'eau distillée) ; et le sirop de miel. Les doses quotidiennes sont de 30 à 40 g pour l'adulte et de 15 à 20 g pour l'enfant, réparties en 2 ou 3 prises. Toutefois, ces doses peuvent être dépassées dans de très nombreuses circonstances. Il se prend généralement par cure de 5 à 6 semaines. Chaque cure peut être répétée 3 ou 4 fois par an (Dr Dubois, 1987).

Correspondances pondérales moyennes des cuillères de miel :

- 1 cuillerée à café rase de miel pèse environ 9 g.
- 1 cuillerée à café bombée de miel pèse environ 16 g.
- 1 cuillerée à dessert rase de miel pèse environ 18 g.
- 1 cuillerée à dessert bombée de miel pèse environ 32 g.
- 1 cuillerée à soupe rase de miel pèse environ 27 g.
- 1 cuillerée à soupe bombée de miel pèse environ 48 g.

VI. Propriétés et indications plus spécifiques des miels uni-floraux

Il est bien sûr très rare, dans la nature, de pouvoir récolter un miel 100 % uni-floral, et il s'agit donc toujours de miels dont l'origine est principalement, la plante indiquée. Dans le détail, chaque type de miel possède des indications particulières, directement liées aux végétaux sur lesquels a été prélevé le nectar. Il va de soi que chacun des miels répertoriés ci-dessous possèdent, en plus de ses propriétés et indications plus spécifiques, les propriétés communes aux miels décrites précédemment (Clément H., 2002 ; Lefief-delcourt A., 2010), (www.01sante.com).

- Le miel d'acacia (*Robinia pseudacacia*) est considéré comme un régulateur intestinal, et il est recommandé pour les jeunes enfants.
- Le miel d'aubépine (*Crataegus oxyacantha*) possède des propriétés calmantes, et il serait bénéfique pour les personnes souffrant d'insomnie, de nervosité et d'angoisses.
- Le miel de bourdaine (*Rhamnus frangula*) possède des qualités purgatives comparables à celles de la plante. Il est conseillé pour améliorer le transit intestinal en cas de constipation.
- Le miel de bruyère callune (*Calluna vulgaris*) est préconisé en cas de fatigue, d'anémie, d'affections de l'arbre urinaire dans son ensemble (notamment en cas de cystite chronique). En effet, il a des propriétés anti-anémiques, antiseptiques pour les voies urinaires, reminéralisantes et dynamogéniques. Il s'avère très riche en oligoéléments et en particulier en potassium, fer, soufre, manganèse, bore et baryum. Sa teneur en eau est très élevée (plus de 22 %).
- Le miel de châtaignier (*Castanea sativa*) est réputé bénéfique pour la circulation sanguine et il est particulièrement reconnu pour ses qualités cicatrisantes. Il est riche en oligoéléments : potassium, magnésium, manganèse et baryum.
- Le miel de clémentinier (*Citrus deliciosa*) favorise la digestion. Il est conseillé de consommer une cuillère de ce miel à la fin des repas.
- Le miel d'eucalyptus (*Eucalyptus alba*) est particulièrement recommandé en cas de rhume, car il possède des propriétés antiseptiques pour les voies respiratoires.
- Le miel de lavande (*Lavandula angustifolia*) est particulièrement indiqué pour les applications externes en cas de brûlures, piqûres d'insectes, et plaies. C'est un bon bactéricide et un antiseptique. Il est également recommandé pour ses vertus calmantes ; il favorise le sommeil, et combat l'instabilité et les maux de tête.
- Le miel de manuka (*Leptospermum scoparium*) est idéal pour soigner les maux de gorge, les problèmes de cordes vocales, la mauvaise haleine, les ulcères

d'estomac et les brûlures. En Nouvelle-Zélande et en Allemagne, ce miel de manuka est utilisé pour la cicatrisation des plaies, et sa concentration en MGO est 100 fois supérieure à celle des autres miels (Lefief-Delcourt A., 2010). Sur le marché américain, MEDIHONEY® est une marque commerciale de miel de manuka utilisé pour le traitement des plaies. En outre, des pansements imprégnés de ce miel, stérilisés par des rayons gamma, sont disponibles dans ce pays pour un usage médical. Ils sont agréés par les autorités sanitaires et prescrits par le corps médical. (www.medihoney.com). Après plusieurs études sur différentes souches bactériennes résistantes aux antibiotiques, il a été démontré que ce miel est efficace contre ces bactéries. De plus, le miel de manuka diminue les enflures, augmente la circulation sanguine et accélère la formation d'un nouveau tissu cicatriciel. Toutefois, les mécanismes par lesquels ce miel réduit les inflammations et stimule la croissance du tissu cicatriciel ne sont pas encore connus (www.radio-canada.ca).

- Le miel d'oranger (*Citrus sinensis*) a des vertus calmantes, et il favorise le sommeil. On peut aussi le conseiller en cas de migraine et de nervosité.
- Le miel de romarin (*Rosmarinus officinalis*) est cholagogue et cholérétique. Il est recommandé aux personnes atteintes d'insuffisances hépatiques, digestives et vésiculaires.
- Le miel de sapin (*Pinus sylvestris*) est antianémique, antiseptique, diurétique. De plus, il est exceptionnellement riche en oligoéléments comme le phosphore, le potassium, le calcium, le soufre, le magnésium, le zinc, le bore, le fer ou le cuivre. Il est recommandé en cas de grippe, rhume, bronchite, pharyngite, asthme...
- Le miel de sarrasin (*Fagopyrum esculentum*) est antianémique, reminéralisant et dynamogénique. Il est particulièrement recommandé en cas d'anémie, de fatigue et de déminéralisation.
- Le miel de thym (*Thymus vulgaris*) est traditionnellement employé pour favoriser le sommeil. Antiseptique reconnu, il est utilisé pour la prévention et le traitement des maladies infectieuses, respiratoires ou digestives. Des études réalisées au CHU de Limoges ont démontré qu'il possédait des propriétés remarquables lorsqu'il est employé pour la cicatrisation des plaies. Il est très riche en cuivre et en bore.
- Le miel de tilleul (*Tilia sp.*) a des propriétés sédatives et antispasmodiques. Il est conseillé aux personnes nerveuses, angoissées et insomniaques.
- Le miel de tournesol (*Helianthus annuus*) est intéressant pour la croissance des enfants grâce à sa richesse en calcium.

Cinquième partie :
Mele di Corsica

LE MIEL DE CORSE – MELE DI CORSICA

I. Description du produit

Les miels doivent provenir de nectars et/ou miellats butinés par les abeilles d'écotype corse *Apis mellifera mellifera L.* sur les associations végétales spontanées et naturelles de la Corse.

Le miel de corse – mele di corsica est un produit de composition complexe avec des marqueurs typique de la flore insulaire.

Ses caractéristiques générales peuvent se décliner sous forme d'une gamme variétale définie correspondant à la succession des productions apicoles tout au long de l'année portant les dénominations suivantes :

- Printemps
- Maquis de printemps
- Miellats du maquis
- Chataigneraie
- Maquis d'été
- Maquis d'automne

Le miel de Corse possède des odeurs, arômes et saveurs qui peuvent varier en fonction de cette gamme variétales.

Le miel doit répondre aux caractéristiques suivantes :

- Spectre pollinique conforme à l'origine corse
- Teneur en eau inférieure à 18%, à l'exception des miels de châtaigneraie et miellées tardives de maquis d'automne pour lesquels la teneur en eau est inférieure à 19%.
- Teneur en hydroxy-méthyl-furfural (HMF) inférieure ou égale à 10 mg/kg au conditionnement à l'exception des miels de maquis de printemps à base de bruyère (*Erica arborea*) pour lesquels la teneur en HMF est inférieure ou égale à 12 mg/kg au conditionnement.

II. Insularité et identité géographique

L'île de Corse se caractérise par l'originalité de son milieu naturel. L'insularité est un atout pour la définition de l'aire de production.

La Corse est une île montagneuse au relief très accidenté. Elle se divise en trois grandes unités géologiques : cristalline à l'Ouest et au Sud, schisteuse au Nord et à l'Est, et une dépression centrale sédimentaire.

Les sols sont plus ou moins acides d'où la présence d'espèces végétales majoritairement acidophiles.

La Corse bénéficie de températures douces et d'une pluviométrie importante mais irrégulière. Les vents apportant souvent la pluie interviennent dans un sens favorable à la végétation.

Les variations importantes de température et de précipitation lorsqu'on passe du littoral aux hauts sommets permettent de séparer trois ensembles climatiques différents :

- Un climat méditerranéen doux et humide
- Un climat méditerranéen d'altitude
- Un climat à tonalité alpine d'après des critères thermique

Ce milieu naturel engendre naturellement une flore originale avec des associations floristiques et un étagement de la végétation caractéristique de la Corse.

Le maquis Corse se distingue nettement par un ensemble de caractéristiques structurelles, architecturales et floristiques qui le lie incontestablement au terroir de l'île, donc il constitue une végétation endémique, couvrant de très vastes surfaces depuis le littoral jusqu'à environ 1200 mètres dans toute l'île.

Un certain nombre d'espèces permette de différencier le maquis Corse des maquis de territoires voisins. Il s'agit, d'une part, d'espèces endémiques, d'autre part, de végétaux de méditerranée orientale ou méridionale, atteignant leur limite Ouest ou Nord en Corse et par là-même absents des territoires continentaux français et ibérique. Enfin quelques espèces présentes dans les territoires voisins et absentes de Corse, contribuent aussi à accentuer les différences.

L'originalité de la flore de la Corse, élément capital pour la détermination de l'origine géographique des miels n'est pas le seul fait de l'endémisme. La présence simultanée de plusieurs types biogéographiques est un élément de caractérisation des miels de Corse.

Certaines espèces végétales ont de fortes densité de recouvrement avec un large spectre de distribution du littoral jusqu'en altitude où elles étalent leur floraison. Il en résulte de grandes circonstances nectarifères régionales saisonnières, d'expression quantitative variable en fonction de l'année climatique : bruyère blanche, durant toute la période printanière, châtaignier en début d'été, arbousier en automne hiver.

III. La végétation visitée par l'abeille

La Corse offre un potentiel exceptionnel d'espèces pollenifères et nectarifères indemnes de tout traitement phytosanitaire. Les vergers d'agrumes ont un grand intérêt pour l'abeille. Il s'agit essentiellement de vergers de clémentiniers, dont 90% se trouvent en plaine orientale.

Il n'existe pas en Corse de grandes cultures d'oléagineux type colza et tournesol. Les grandes cultures mellifères continentales et méditerranéennes sont également absentes (sainfoin, sarrasin).

Dans le répertoire des miels de Corse, il n'existe que onze taxons correspondant à des espèces cultivées ou introduites et leur taux de présence est également faible. Les plus fréquents sont *Eucalyptus sp.*, *Vitis vinifera* (la vigne) et *citrus sp.* (les agrumes).

La châtaigneraie Corse, élément marquant du paysage, constitue également une ressource importante pour l'abeille (nectar, miellat et pollen).

Une conduite apicole tirant au mieux profit des potentialités de cette flore particulière a été traditionnellement développée.

IV. Un cheptel particulier : l'écotype abeille corse

Une étude biométrique portant sur plus de 6000 mesures a permis de déterminer qu'il existe sur l'île une population d'abeilles originale qui se distingue à la fois de l'abeille italienne et de l'abeille noire du continent par une langue plus longue, un index cubital plus élevé et une pilosité assez courte. Cet écotype a fait l'objet de mesures de préservation, avec notamment l'interdiction de toute importation de cheptel.

L'ensemble de la population analysée présente une bonne homogénéité et s'individualise des autres races géographiques, semblant toutefois appartenir à la race mellifera dont elle se rapproche le plus. Cette abeille corse repérable morphologiquement existe sur l'ensemble de l'île de façon majoritaire.

Du point de vue conduite et production, cet écotype nettement différencié qui est parfaitement adapté aux conditions du milieu, notamment aux variations climatiques, a la faculté de profiter au mieux de la succession des floraisons exceptionnelles tout au long de l'année.

L'adaptation de l'écotype abeille corse aux conditions de milieu se traduit par un cycle biologique annuel de développement particulier. Il est de type méditerranéen, la période critique est due à la sécheresse estivale, alors que l'arrêt de développement hivernal est bref à presque inexistant en littoral. En termes de conduite apicole et de production, cette adaptation permet une exploitation rationnelle et fiable de l'ensemble des ressources du milieu.

La conduite apicole et notamment le choix des emplacements de ruchers, est directement liée à la connaissance du terroir et de ses spécificités.

Elle vise à utiliser au mieux les floraisons successives de la végétation spontanée dans leur diversité et leur rythme de développement, à profiter du décalage altitudinal de ces floraisons dû à leur étagement altitudinal tout au long de l'année.

Il en résulte deux types de pratique : certaines exploitations travaillent exclusivement en ruchers fixes, sur des emplacements à forte ressources nectarifères et pollenifère, d'autres pratiquent des déplacements microrégionaux, le plus souvent sur de très faibles distances.

V. Le cahier des charges : miel d'AOP

OBLIGATOIRE :

- Elever des abeilles d'écotype corse *Apis mellifera mellifera* L.
- Entretenir ses ruches. Les ruches doivent être maintenues en bon état et les cires renouvelées régulièrement. La cire utilisée pour les cadres est de la cire pure d'abeille.
- Enfumer ses ruches avec des combustibles naturels. Aiguilles de pins, feuilles d'eucalyptus, romarin, etc.. peuvent servir à l'enfumage.
- S'engager à employer des pratiques loyales. Les ruches doivent être installées, organisées et entretenues selon les usages locaux, loyaux et constants. Les périodes de récoltes ont lieu toute l'année. La récolte doit se faire sur des rayons operculés. Le miel être récolté à bonne maturité.

INTERDIT :

- Récolter ou décanter du miel ailleurs qu'en corse
- Faire butiner sur des espèces cultivées. A l'exception des miels d'agrumes, seules les associations végétales spontanées et naturelles de la Corse peuvent être butinées. Les miels issus d'espèces cultivées sont donc exclus de l'AOP, notamment les miels de colza, tournesol, sainfoin d'Espagne, sarrasin et sainfoin.
- Nourrir les abeilles n'importe quand, c'est interdit 15 jours avant la miellée et jusqu'à la récolte de miel.
- Enfumer ses ruches avec des répulsifs chimiques.
- Pasteuriser. Pasteurisation est formellement interdite.
- Importer des abeilles en Corse : un arrêté ministériel interdit l'importation d'abeilles en Corse.

VI. Lien causal entre l'aire géographique et la qualité ou les caractéristiques du produit

La typicité des miels de Corse est générée par le milieu, avec des conditions climatiques, topographiques et édaphiques particulières. En effet, la Corse étant une île montagneuse, on passe très vite d'un étage de végétation à un autre. Les caractéristiques organoleptiques des miels sont très marquées par les principales essences qui ont servi à la fabrication du produit.

La gamme variétale fait apparaître le lien entre les spécificités organoleptiques des miels de Corse et les principales associations végétales caractéristiques de la typicité insulaire. Elle est présentée en fonction de la succession saisonnière des principales floraisons nectarifères.

A chacune des catégories correspond un paysage, une physionomie de la végétation et des associations floristiques en rapport avec la typicité du terroir.

Cette spécificité d'une production quasi exclusivement réalisée sur une végétation naturelle, entraîne une diversité des productions possibles au cours d'une même année et des variations interannuelles des productions d'une année sur l'autre, plus sensibles que sur végétation cultivée.

L'originalité de la flore apicole corse est un élément capital pour la détermination de l'origine géographique des miels.

Les variations de composition tant des composés majeurs (sucres et eau) que mineurs (substances diverses), en relation avec les caractéristiques des miels, sont essentiellement liées à la flore exploitée qui fournit la matière première à l'origine du produit.

Le contenu pollinique des miels varie qualitativement et quantitativement en fonction de leur diverses origines géographiques et botaniques. De ce fait, le grain de pollen, carte d'identité de l'espèce dont il provient, est un indicateur des interactions entre la colonie et le milieu et sert à établir le lien entre le produit et son terroir.

Les analyses organoleptiques ou sensorielles permettent de caractériser les miels en fonction de leur couleur, de leur arôme, de leur goût, grâce à des examens visuels, olfactifs et gustatifs. Ces différentes sensations par lesquelles les miels font impression sur les sens sont directement liés à leur origine et à leur composition.

VII. La gamme variétale

VII.1. Le miel de printemps

Miel clair, fruité et délicat (récolte Mars-Mai)

Récolté à partir de mai en région de plaine et de basse vallée, le miel de printemps est très clair ou encore clair doré.

On l'aime pour la finesse de son goût fruité, floral, frais.

Doux, il n'a pas d'acidité particulière. Les associations végétales se caractérisent par des dominantes, clémentinier et/ou asphodèle, lui confèrent ce goût délicat qui fait les délices des palais les plus fins.

Le miel de printemps est caractérisé par le clémentinier et agrumes (associé à des arbres fruitiers). Il s'agit d'un arbuste de la famille des Rutacées, d'environ 2 m à l'âge adulte, les feuilles sont elliptiques, coriaces et brillantes. Le pollen est marron.

Habitat : plaine, plantation de vergers et jardin.



Figure 44 : clémentinier & agrumes
Citrus aurantium X deliciosa sp

Ce miel est caractérisé également par l'asphodèle (associé aux fleurs des champs et arbres fruitiers). Il s'agit d'une plante de la famille des Liliacées, de 80 à 150 cm, les feuilles sont subcylindriques, creuses, et gorgées d'eau. Le pollen est rouge.

Il s'agit d'un arbuste d'environ 2 m à l'âge adulte, les feuilles sont elliptiques, coriaces et brillantes. Le pollen est marron.

Habitat : de la plaine jusqu'à 1500 m d'altitude, pelouse paturée, friche après incendie, petit bois ouvert.



Figure 45 : Asphodèle (Luminellu)
Asphodelus sp

VII.2. Le miel de maquis de printemps

Un miel ambré, sans amertume ni acidité (récolte Avril – Mai)

Récolté à partir de mai dans un très large spectre qui s'étend du littoral à la montagne, le miel de maquis de printemps est ambré.

Riche en bouche, les amateurs apprécient son goût délicat rappelant le caramel ou le cacao. Son odeur "coco", réglisse, cuir, est d'intensité moyenne.

Assez doux, il n'a pas d'acidité ni d'amertume particulière. Les associations végétales se caractérisent par la bruyère arborescente, la lavande maritime.

Le miel de maquis de printemps est caractérisé par la bruyère blanche associées à d'autres espèces principalement la lavande maritime. Il s'agit d'un arbuste de la famille des Ericacées, pouvant aller de 1 à 8 m. Les feuilles sont de petites tailles, oblongues et coriaces. Le pollen est blanc cassé rosé.

Habitat : du littoral jusqu'en montagne à 1500 m d'altitude, maquis essentiellement, en sol très sec parfois et en forêt.



Figure 46 : Bruyère arborescente (Scopa)
Erica arborica

VII.3. Le miel de miellat du maquis

Un miel ambré, plutôt "corsé" (récolte de mai à septembre)

Les miellats du maquis sont ambrés à ambré foncé. Leur goût malté est persistant. Réglisse, caramel, fruit mur... tels sont les mots dont les amateurs usent pour le caractériser.

Ils peuvent être caractérisés par les cistes ou les chênes, ils sont issus des cistaies du littoral et/ou des maquis de moyenne montagne et des zones boisées.

Le miellat récolté en mai est plutôt « corsé », celui récolté en été est plus doux. Ils sont tous les deux plutôt longs en bouche.

Les miellats de maquis sont caractérisés par 3 espèces de cistes associées à des calicotomes, cytinet, eucalyptus. Il s'agit d'arbrisseaux de la famille des Cistacées, de 50 cm à 1.5 m sauf pour *Cistus salviifolius* qui ne dépasse pas 70 cm. Les feuilles sont linéaires et lancéolées. Le pollen est jaune et orange.

Habitat : du littoral jusqu'à 1000 m d'altitude, maquis ouvert, forêt claire.



Figure 47 : Ciste (Muchju)
Cistus monspeliensis & salviifolius



Figure 48 : Chêne (Querciu)
Quercus pubescens

VII.4. Le miel de châtaigneraie

Un miel ambré, long en bouche (récolte juin-juillet)

Récolté à partir de juillet, le miel de la châtaigneraie est un miel de moyenne montagne. Il est ambré, typé, une certaine amertume pointe en arrière-goût. Long en bouche, c'est un miel «fort» dont le goût est issu du châtaignier associé aux ronces, à l'anthyllis, à la clématite.

Le miel de châtaigneraie se caractérise par le châtaignier associé à la végétation poussant alentour : anthyllis, genista, clématite, ronces.

Il s'agit d'un arbre imposant de la famille des Fagacées, de 10 à 30m à l'âge adulte. Les feuilles sont oblongues-lancéolées, dentées, luisantes sur la face supérieure.

Habitat : dans les étages moyens de 500 à 1700m d'altitude, largement cultivé dans les vallons frais, mais disséminé un peu partout dans la forêt.



Figure 49 : Châtaignier (Castagnu)
Castanea sativa



Figure 50 : Clematite (Vitalba)
Clematis flammula & vitalba
Renonculacées

VII.5. Le miel de maquis d'été

Un miel plutôt clair, fruité et aromatique (récolte juin-juillet)

C'est un miel des hautes vallées. Né dans les zones de montagne, il est récolté à partir d'août. Il est clair ou encore ambré clair, aromatique, sans amertume ni acidité particulière.

Pas d'arrière-goût non plus.

Floral, fruité, surtout aromatique... tels sont les qualificatifs gustatifs qu'on peut lui associer.

Le miel de maquis d'été se caractérise par différentes espèces du maquis (l'immortelle, anhyllis, genêt, herba barona, germandree murum).

Concernant l'immortelle, il s'agit d'un sous arbrisseaux de la famille des Asteracées, de 20 à 60 cm. Les feuilles sont étroites, elliptiques à linéaires. Le pollen est jeune orange. Habitat : du littoral jusqu'en montagne, bois ouvert, friche.



Figure 51 : Immortelle (Murella)
Helichrysum italicum

Concernant le genêt, il s'agit d'arbustes ou arbrisseaux de la famille des Fabacées, de 20-30 cm à 1,5 m (jusqu'à 2 m). Les feuilles sont très petites, étroites et lancéolées. Le pollen est gris ou jaune pâle.

Habitat : du littoral jusqu'en haute montagne, lisière de maquis, forêt basse et claire.



Figure 52 : Genêt (Coria)
Genista corsica, *G. salzmannii*, *G. monspessulana*

VII.6. Le miel de maquis d'automne

Un miel très typé : amer au goût persistant (récolte d'octobre à février)

Le miel de maquis d'automne se récolte à partir de novembre, de la montagne au littoral. Il est clair, quoique ambré.

Son odeur, boisée, est très caractéristique. Son amertume plus ou moins forte est persistante en arrière-goût, offrant sa principale caractéristique.

Les amateurs de miel apprécient ce miel particulier souvent "crémeux".

Le miel de maquis d'automne se caractérise par l'arbousier, lequel est principalement associé au lierre, à l'odontite, à l'inule visqueuse et à la salsepareille.

Il s'agit d'un arbuste de la famille des Ericacées, pouvant être de 1 à 12 m. Les feuilles sont coriaces, luisantes, lancéolées.

Habitat : principalement dans les bas étages de 0 à 1000m, maquis, forêt.



Figure 53 : Arbousier (Arbitru)
Arbutus unedo

Ce miel est caractérisé également par l'association de l'arbousier à l'inule visqueuse, qui est une plante vivace de la famille des Astéracées, de 20 à 120cm. Les feuilles sont oblongue-lancéolées. Le pollen est jaune orangé.

Habitat : autour de 500m d'altitude, forêt claire, pelouse, surtout dans la plaine d'Aléria.



Figure 54 : Inule visqueuse (Pectita)
Inula viscosa ou conyza

VIII. Quelques miels particuliers

VIII.1. Les miels de manuka et de berringa

En Nouvelle-Zélande et en Australie poussent deux plantes productrices d'un nectar spécial. Du fait des conditions marginales de croissance de ces plantes, les teneurs en méthylglyoxal deviennent beaucoup plus élevées que celles des miels de nos régions. Ce sont le manuka (*Leptospermum scoparium*) en Nouvelle-Zélande (figure 55) et le berringa (*Leptospermum polygalifolium*) en Australie. La teneur en méthylglyoxal est telle, que l'activité antibactérienne de ces miels est souvent excellente (encore une fois, des variabilités existent) (Irish et al. 2011). En neutralisant le méthylglyoxal, le miel de manuka a encore montré une activité antibactérienne, ce qui prouve que d'autres facteurs encore inconnus sont également actifs (Kwakman et al. 2011). L'effet bactéricide est plus important que l'effet bactériostatique dans le miel de manuka. Il agit en inhibant l'expression des gènes impliqués pour la plupart dans la synthèse protéique et en stimulant l'expression des gènes impliqués dans la réponse au stress. Le miel de manuka possède donc des effets antibactériens originaux, différents de nos antibiotiques classiques. Une unité à même été créée dans un but commercial pour caractériser le potentiel antibactérien de ces miels, c'est l'UMF (Unique Manuka Factor). Cette unité correspond à un équivalent phénol (antiseptique de référence). Une UMF de 15 correspond à une activité antibactérienne similaire d'une solution de phénol à 15%. En revanche, les composés phénoliques sont moins importants dans ces miels que ceux de nos régions. C'est la synergie avec les autres facteurs antibactériens qui potentialise cette propriété. Le miel de manuka a un taux élevé de syringate de méthyl, qui neutralise l'ion superoxyde et se lie au fer. Ainsi, il empêche le fer de catalyser la réaction permettant de former un autre radical libre, l'ion hydroxyle à partir du peroxyde d'hydrogène (Adams et al. 2008 ; Blair et al. 2009 ; Mavric et al. 2008).



Figure 55 : Arbuste et fleurs de manuka
D'après NZ Plant Pics [en ligne]

VIII.2. Le miel de sarrasin

Le miel de Sarrasin contient plus de composés phénoliques qui sont capables de chélater les métaux, offrant des propriétés antioxydantes plus importantes. Son activité « non peroxyde » est supérieure à celle de nombreux miels (Tomczak 2010 ; Van den Berg et al.2008).

VIII.3. Le miel de thym à thymol

Le thym à thymol produit un miel riche en ce composé phénolique, connu pour ses propriétés antiseptiques. Son activité « non peroxyde » est supérieure à celle de nombreux miels (Tomczak 2010 ; Van den Berg et al. 2008 ; Trombetta et al. 2005).

VIII.4. Le miel de l'abeille melipone

Les abeilles du genre *Melipona* vivent dans des plantes vivaces des régions tropicales et sub-tropicales du globe. Surnommées les « abeilles mayas », elles n'ont pas de dard et leur miel est d'une qualité incomparable. Son odeur est plus prononcée, il est plus fluide et a un goût légèrement plus acidulé. Les melipones butinent une flore spécifique, différente de la flore des régions tempérées, d'où les particularités de leur miel. De plus, elles incorporent dans la préparation du miel de la gelée royale (Apimondia 2001). Les propriétés sont les mêmes avec des actions antibactérienne et antioxydante (Rodriguez-Malaver et al. 2009).

L'humidité importante de leur miel active les conversions chimiques des enzymes qui produisent plus de peroxyde d'hydrogène et d'acide gluconique.

Ce miel est utilisé en médecine latino-américaine comme adjuvant des traitements de nombreuses affections : cataracte, infections oculaires, plaies cutanées, maladies de peau, inflammation hémorroïdaire, perte précoce des dents, infections respiratoires (Apimondia 2001).

Sixième partie :
intérêt et limite de l'utilisation
thérapeutique du miel

I. Intérêts

I.1. Facilité de production, de conservation et d'utilisation

Les abeilles peuplent une grande partie de la planète à l'exception des zones polaires. L'apiculture est possible dans la majeure partie des régions du globe. L'élevage des abeilles est relativement simple et ne nécessite pas un équipement coûteux. La récolte du miel est facile et ne nécessite pas de transformations compliquées. Le miel est une denrée qui se conserve bien si elle a été extraite dans de bonnes conditions. Enfin, rien de plus simple que son utilisation thérapeutique qui ne nécessite aucune formation ni infrastructure particulière. Toutes ces qualités font du miel un produit utilisable partout, par tous et pour tous.

I.2. Coût

Le miel présente l'avantage d'être un produit peu onéreux. A l'heure où les économies en matière de santé sont le maître mot en France, cet aspect joue indéniablement en faveur d'une utilisation élargie du miel. D'autant plus que les pansements commercialisés sur le marché français sont très coûteux. Il faut aussi souligner, que les patients traités par le miel, guérissent généralement plus rapidement. Leur séjour à l'hôpital est écourté ce qui est économiquement positif. Pour les pays en voie de développement le faible coût des traitements mellifères est un atout majeur. L'association Apimondia a d'ailleurs mis en place à Cuba un grand programme de valorisation du miel en thérapeutique afin de proposer aux patients des traitements efficaces et peu chers. Les médecins cubains sont formés aux techniques de l'apithérapie et le projet a été déclaré d'intérêt national. Enfin, le miel peut être produit sur place ce qui permet une indépendance totale.

I.3. Le miel, une entité naturellement active

Le miel est un produit complexe élaboré naturellement: l'homme n'est là que pour récolter le fruit de la rencontre entre les abeilles et les végétaux. Dans sa composition on trouve des principes actifs que l'on pourrait isoler des plantes, mais il est impossible de recréer en laboratoire l'alchimie mellifère. De plus, le miel agit comme un catalyseur pour les substances qu'il renferme. En effet comme nous l'avons vu, le miel facilite l'assimilation des oligo-éléments. Le Professeur Bengsch (1997) a mis en évidence le fait que l'assimilation des oligo-éléments est meilleure quand ceux-ci sont consommés via le miel. Il en est de même avec les huiles essentielles. D'après Roch Domerego (2001), leurs actions sont potentialisées quand elles sont administrées sous forme d'aromiél. Le miel est donc une entité active qui ne peut être imitée mais qu'il faut cependant s'efforcer de comprendre.

I.4. Innocuité

Comme nous l'avons vu précédemment, le miel présente très peu d'effets indésirables. Il peut être employé chez tous les patients quel que soit leur âge. Il y a des précautions à prendre pour les sujets diabétiques chez lesquels la surveillance glycémique devra être renforcée. Cette mesure de précaution est aussi valable en cas d'usage externe sur des plaies étendues. Les personnes souffrant d'hypertriglycéridémie se verront déconseiller l'ingestion de miel Il est intéressant de souligner qu'il n'existe aucune interaction entre le miel et les médicaments.

II. Limites

II.1. Les réticences du corps médical

Avec l'avènement des molécules de synthèse, la chimie moderne a supplanté les médecines "naturelles" et aujourd'hui pour une grande partie du corps médical, le miel fait figure de "remède de grand-mère". Malgré des publications scientifiques sérieuses, il faudra encore du temps pour faire accepter l'idée que le miel est une thérapeutique efficace. Le retour à des thérapeutiques "naturelles" est une tendance en forte croissance qui pourrait être favorable aux thérapeutiques mellifères.

II.2. Les réticences des patients

L'opposition aux traitements mellifères peut aussi venir du côté des patients. Car tout comme pour le personnel soignant, le miel peut apparaître comme un traitement léger, peu crédible... Le développement des traitements à base de miel passera aussi par une bonne information des patients.

II.3. Lobbying des laboratoires

Les laboratoires pharmaceutiques sont puissants et les intérêts financiers que concurrencerait le développement des soins par le miel sont énormes. Il suffit de voir les prix des pansements utilisés dans le traitement des escarres pour se rendre compte que les laboratoires n'ont aucun avantage à voir se généraliser les thérapeutiques à base de miel. De plus, le miel est une substance facile à produire qui ne nécessite pas de transformations majeures pour être utilisable.

II.4. Etudes scientifiques

Il reste encore beaucoup de points d'interrogation quant aux principes actifs du miel. Et tant qu'ils subsisteront, ils seront comme autant d'arguments pour les détracteurs de cette thérapeutique. Il faudra encore beaucoup de recherches pour élucider ces points d'ombre. Il y a aussi le problème des recherches menées entre autre par les pays de l'Est et qui sont décriées par les occidentaux car considérées comme non fiables.

III. Menaces sur la survie des abeilles

III.1. Les faits

« La disparition des abeilles » est un phénomène d'actualité très traité dans les médias. Pourtant, des chiffres permettant de mettre cette situation en évidence sont assez rares.

L'étude de la filière miel (nombre de ruches et production annuelle en miel) nous a permis d'avoir une idée de l'ampleur du déclin qui touche actuellement *Apis mellifera* en France.

Mais ces problèmes de disparition ne touchent pas uniquement les abeilles domestiques.

Ainsi, une étude parue en 2006 dans le magazine Science mettait en évidence et en parallèle une disparition d'espèces de pollinisateurs et de plantes pollinisées par les insectes en Angleterre et aux Pays-Bas.

III.2. Les termes du déclin

Les noms utilisés pour désigner les troubles qui touchent les abeilles sont souvent variables et pas toujours précis : on parle par exemple de disparition, dépérissement, déclin, affaiblissement, ou mortalité. Il est utile de préciser qu'un taux de mortalité des colonies considéré comme normal, en Europe tout du moins, se situe autour de 10%. Le taux de 45 mortalité des abeilles est bien sûr difficilement chiffrable. L'AFSSA, dans son rapport «Mortalité, effondrement et affaiblissement des colonies d'abeilles » définit ces notions : le dépérissement est un terme général qui peut correspondre tant à un affaiblissement, qu'à une dépopulation ou à un effondrement. Le tableau 3, tiré de ce rapport, est un résumé de ces définitions : il caractérise les différents noms par rapport à trois critères : la vitesse de diminution du nombre d'abeilles, l'existence ou non de diminution de l'activité de la colonie et la diminution ou non de la production de miel. Les abeilles sont actuellement menacées par plusieurs facteurs:

- Les zones d'habitats et de fleurs mellifères indispensables aux abeilles sauvages ne cessent de diminuer. En construisant des habitations et des routes, en remplaçant les prairies par des champs ou par d'autres surfaces exploitables, les êtres humains réduisent les sites de nidification possibles.
- Les abeilles souffrent également d'une pénurie alimentaire. L'agriculture intensive, avec ses monocultures, ses prairies fertilisées et ses herbicides, les prive de nourriture. Les êtres humains réduisent la quantité et la variété de la flore, de sorte que les différentes espèces d'abeilles sauvages trouvent de moins en moins de fleurs différentes dans leur environnement immédiat et qu'il leur devient de plus en plus difficile d'assurer leur subsistance.
- Pire: les pesticides employés dans l'agriculture et l'horticulture provoquent des empoisonnements directs et indirects des abeilles, ou de leurs larves via le pollen et le nectar récolté.
- Aujourd'hui, toutes nos abeilles sont affaiblies et des maladies causées par des bacilles ou acariens existants ou invasifs, déciment nos espèces d'abeilles domestiques et sauvages. Chaque espèce d'abeille sauvage est spécialisée sur quelques plantes: c'est en les pollinisant qu'elle permet leur fécondation, et par conséquent, leur survie. Ces mêmes plantes sont nécessaires pour assurer la survie d'autres animaux, bactéries ou champignons. Tous les êtres vivants dépendent ainsi les uns des autres et sont étroitement liés, comme un réseau. De nombreux liens contribuent à maintenir la solidité de ce réseau. Mais lorsque des espèces viennent à disparaître, des trous s'y forment et rendent nos écosystèmes instables, ce qui compromet tout l'équilibre de la nature. Or, aujourd'hui, de nombreuses espèces d'abeilles sauvages figurent sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) des espèces menacées. C'est la biodiversité elle-même qui est en danger

Conclusion

De la Fleur à l'Abeille, de l'Abeille au Miel et du Miel à l'Homme...

Les richesses de la ruche ont toujours intéressé les Hommes. Ils ont étudié les Abeilles et leur organisation dans la ruche. Ils ont appris à les apprivoiser et à les élever. Mais l'Homme ne contrôle pas tout, l'Abeille choisit encore les fleurs qu'elle veut visiter. La main humaine accompagne et guide ce choix. Les apiculteurs sont soucieux du bien-être de leurs abeilles.

Les Hommes ont appris à chercher et à extraire Miel, Pollen, Cire, Propolis et autre Gelée royale... avec des techniques bien spécifiques. La composition de chaque produit fut analysé et est encore à explorer pour certains dans le but d'appliquer leurs vertus avantageuses. Sans les Abeilles, point de lumière au temps de la bougie et point de miel avant l'arrivée de la canne à sucre et de la betterave sucrière. Les Humains ont trouvé toutes sortes d'applications aux produits que les Abeilles fabriquent et récoltent. Les variétés de miel sont riches et nombreuses en goût, couleur et origine. Les pollens sont tout aussi divers. Une palette de couleurs et de saveurs s'offre à l'Homme.

De nombreuses applications dans les domaines de la santé se développent et les recherches scientifiques se multiplient. L'origine naturelle et biologique des produits de la ruche est un atout auprès du consommateur sensible et averti. On peut citer la technique de cicatrisation par le miel qui a fait ses preuves. On trouve encore assez peu de produits en officine qui contiennent du miel, de la propolis, du pollen ou de la gelée royale, mais c'est en plein développement. Les domaines des cosmétiques et du bien-être sont aussi en expansion. Il faut quand même noter que certaines formes d'utilisations sont peu connues comme les aromiels et les propomiels. L'Apithérapie constitue une alternative adjuvante à la médecine traditionnelle.

Les Abeilles sont de formidables fournisseurs de produits naturels mais sont aussi menacées par de nombreuses maladies et prédateurs de leur environnement et surtout venus d'ailleurs. Les apiculteurs se battent pour garder leurs Abeilles en bonne santé et cherchent à faire connaître les Abeilles et leur organisation. On peut sans nul doute affirmer que sans abeille, pas de pollinisation des fleurs, pas de formation des fruits de ces fleurs et pas de nourriture pour les Hommes comme pour les autres animaux. L'abeille est un maillon important de la chaîne alimentaire. Cet insecte pollinise plus de 80% des espèces végétales dans le monde. La production de 84% des espèces cultivées en Europe dépend des abeilles soit environ 35% des ressources alimentaires mondiales. (Terre d'abeilles, <http://www.sauvonslesabeilles.com/>)

Cependant, de nouvelles perspectives thérapeutiques, dans le cancer notamment et l'absence d'effets indésirables ou de contre-indications formelles ainsi que le prix des traitements permettront peut-être de faire progresser ces produits dans « l'estime » de certains professionnels de santé. Il faut noter toutefois l'émergence de nombreux produits à l'officine afin de traiter toutes sortes d'affections ORL notamment, mais ils restent cependant en large minorité. C'est pourquoi le développement du marché apicole semble être un bon moyen d'apporter une alternative naturelle à certains traitements

conventionnels ou bien que l'on pourra associer à d'autres produits, par exemple les huiles essentielles, étant donné l'excellent rapport bénéfice/risque des produits de la ruche.

Mais malheureusement, l'avenir de l'abeille dans nos contrées reste incertain. Victime des pesticides, des maladies ou encore des parasites, sa population ne cesse de décroître (du moins dans les campagnes) et pose un problème pour tout ce qui concerne la pollinisation et ce que celle-ci entraîne dans le monde vivant que ce soit pour les plantes, les animaux et bien sur l'homme. De ce fait, l'emploi des produits issus de la ruche aura t'il tendance à se raréfier dans le futur ? Seul l'avenir nous le dira...

Références Bibliographiques

- APICULTURE (7^{ème} ed), JEAN-PROST Pierre. 2005
- TRAITE DE BIOLOGIE DE L'ABEILLE, CHAUVIN Rémi, et al. 1968
- TRAITE D'APITHERAPIE, Commission of APITHERAPY, APIMONDIA,2001.CD.ROM
- L'HOMME, L'ABEILLE et LE MIEL, MARCHENEY Philippe et BERRARD Laurence ,2007
- LES REMEDES DE LA RUCHE, DOMEREGO Roch, 2009
- LA PROPOLIS, DONNADIEU Yves, 2008
- MIEL et CICATRISATION, Professeur DESCOTTES,
- HOW HONEY KILLS BACTERIA, KWAKMAN Phs et al, 2010
- LES VEGETAUX, organisation et diversité biologiques, OZENDA Paul, 2006
- The fine structure of the hypopharyngeal gland cellof the honey bee during development and secretion zoologie proc, PAINTER Theophilus et BIESELE John, 1966
- Proteomic analysis of the honey bee worker venomgland focusing on the mecanisms of protection against tissue damage , PEIREN Nico et al , 2008
- Iron-containing cells in the honey bee, KUTERBACH D et al ,1982

- Les produits de la ruche, in le Traité Rustica de l'Apiculture, BRUNEAU Etienne, 2009.
- Traite Rustica de l'Apiculture, CLEMENT Henri, 2009.
- Bee venom tolerance in white mice in relation to diet science , BENTON AW et al,1964
- Contaminants of bee products, APIDOLOGIE, BOGDANOV Stefan, 2004
- Analyse sensorielle descriptive de quelques miels monofloraux de France et d'Europe, GONNET Michel et al, 1998
- Application au miel d'une méthode de dosage par voie enzymatique des monosaccharides réducteurs, APIDOLOGIE, GONNET Michel et al, 1979
- Characterization of unifloral honeys, APIDOLOGIE, PERSANO ODDO Livia et al , 1995
- Botanical species giving unifloral honeys in Europe, APIDOLOGIE, PIANA Lucia et al, 2004
- UTILISATION du MIEL dans le TRAITEMENT des PLAIES, TOMCZACK Camille, 2010
- Le miel en médecine : les produits de la ruche contre le vieillissement, HAKIM H, 2000
- Application médicales – le pollen, médical center of apithérapie, MATEESCU Cristina,
- LE PEUPLE des ABEILLES, TOURNERET Eric, photographe, 2011
- MELE di CORSICA, miel de Corse, AOP, 2011
- Flavonoides and proline contents in burkina fasan honey, MEDAA et al , 2005

- Le miel comme traitement local désinfectant et cicatrisant des plaies, phytothérapie, GOETE P,2009
- Les produits de la ruche dans la médecine d'aujourd'hui, Aujourd'hui l'apithérapie, Dr DUBOIS, 1987
- The antibacterial activity of honey derived from australia flora, IRISH J et al, 2011
- Cell biology of antigen processing in vitro and in vivo, TROMBETTA ES , 2005
- Properties of honey from ten species of Peruvian stingless bees, RODRIGUEZ – MALAVER AJ,2009
- An in vitro examination of the antioxidant and anti-inflammatory properties of buckwheat honey, VAN DER BERG AJ,2008
- Identification and qualification of methylglyoxal as the dominant antibacterial constituent of manuka, MAVRIC E, 2008
- The unusual antibacterial activity of medical-grade leptospermum honey: antibacterial spectrum, resistance and transcriptome analysis, BLAIR SE, 2009
- CODEX ALIMENTARIUS : norme pour le miel, codex-stan-12-1981,1981(voir en annexe)
- Le miel comme agent cicatrisant, thèse médecine, ASSIE B,2004
- Method of breeding honeybees : intraracial selection or inter-racial hybrids, RUTTNER F, 1968
- Study of the distribution and depletion of chloramphenicol residues in bee products extracted from treated honeybee colonies, Apidologie, Adams Stuart J et al, 2008
- The antibacterial activity of honey derived from Australian flora, BLAIR S et al,2009

Annexes

CODEX NORME POUR LE MIEL CODEX STAN 12-1981

L'Annexe à la présente norme est destinée à être appliquée à titre facultatif par les partenaires commerciaux et ne s'adresse pas aux gouvernements.

1. CHAMP D'APPLICATION

1.1 La première partie de la présente norme s'applique à tous les miels produits par les abeilles *Apis mellifera* et vise tous les modes de présentation des miels qui sont transformés et dont la destination finale est la consommation directe. La deuxième partie vise le miel destiné à des usages industriels ou utilisé comme ingrédient dans d'autres aliments.

1.2 La deuxième partie de la présente norme visent aussi le miel qui est conditionné pour la vente dans des emballages en vrac, et qui peut être reconditionné pour la vente au détail.

PREMIÈRE PARTIE

2. DESCRIPTION

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

2.1.1 Le miel de nectar est le miel qui provient des nectars de plantes.

2.1.2 Le miel de miellat est le miel qui provient principalement d'excrétions d'insectes butineurs (Hemiptera) laissées sur les parties vivantes de plantes ou de sécrétions de parties vivantes de plantes.

2.2 DESCRIPTION Le miel consiste essentiellement en différents sucres mais surtout en fructose et en glucose, ainsi qu'en d'autres substances comme des acides organiques, des enzymes et des particules solides provenant de la récolte du miel. La couleur du miel peut aller d'une teinte presque incolore au brun sombre. Le miel peut avoir une consistance fluide, épaisse ou cristallisée (en partie ou en totalité). Sa saveur et son arôme varient mais dérivent de la plante dont provient le miel.

3. FACTEURS ESSENTIELS DE COMPOSITION ET DE QUALITÉ

3.1 Le miel vendu en tant que tel ne doit pas contenir d'ingrédient alimentaire, y compris des additifs alimentaires, et seul du miel pourra y être ajouté. Le miel ne doit pas avoir de matière, de goût, d'arôme ou de contamination inacceptable provenant de matières étrangères absorbées durant sa transformation et son entreposage. Le miel ne doit pas avoir commencé à fermenter ou être effervescent. Ni le pollen ni les constituants propres au miel ne pourront

être éliminés sauf si cette procédure est inévitable lors de l'élimination des matières inorganiques ou organiques étrangères.

1 Note du Secrétariat: Au moment de l'adoption, la Commission est convenue que de plus amples travaux devaient être entrepris sur certains problèmes techniques, en particulier les dispositions concernant la teneur en eau.

.2 Le miel ne doit pas être chauffé ou transformé à un point tel que sa composition essentielle soit changée et/ou que sa qualité s'en trouve altérée.

3.3 Aucun traitement chimique ou biochimique ne doit être utilisé pour influencer la cristallisation du miel.

3.4 TENEUR EN EAU (a) Miels non mentionnés ci-après - 20 % au maximum (b) Miels de bruyère (*Calluna*) - 23 % au maximum 3.5 TENEUR EN SUCRES

3.5.1 Teneur en fructose et en glucose (somme des deux)(a) Miels non mentionnés ci-après - au minimum 60 g/100 g (b) Miels de miellat, mélanges de miel de miellat et de miel de nectar - au minimum 45 g/100 g

3.5.2 Teneur en saccharose(a) Miels non mentionnés ci-après - au maximum 5 g/100 g (b) Miels de luzerne (*Medicago sativa*), espèces d'agrumes, robinier (*Robinia pseudoacacia*), sainfoin d'Espagne (*Hedysarum*), Menzies banksia(*Banksia menziesii*), Eucalyptus camaldulensis, dirca (*Eucryphia lucida*), *Eucryphia milligani* - au maximum 10 g/100 g (c) Miels de lavande (espèces *Lavandula*), de bourrache (*Borago officinalis*) - au maximum 15 g/100 g

3.6 TENEUR EN MATIERES INSOLUBLES DANS L'EAU (a) Miels autres que le miel pressé - au maximum 0,1 g/100 g (b) Miel pressé - au maximum 0,5 g/100 g

CONTAMINANTS

4.1 METAUX LOURDS² Le miel doit être exempt de métaux lourds à des concentrations qui peuvent constituer un risque pour la santé humaine. Les produits visés par les dispositions de la présente norme doivent être conformes aux limites maximales fixées pour les métaux lourds par la Commission du Codex Alimentarius.

4.2 RÉSIDUS DE PESTICIDES ET DE MÉDICAMENTS VÉTÉRINAIRES Les produits visés par les dispositions de la présente norme doivent être conformes aux limites maximales de résidus fixées pour le miel par la Commission du Codex Alimentarius.

5. HYGIÈNE

5.1 Il est recommandé que les produits visés par les dispositions de la présente norme soient préparés et manipulés conformément aux sections appropriées du Code d'usages international recommandé - Principes généraux d'hygiène alimentaire recommandés par la Commission du Codex Alimentarius (CAC/RCP 1-1969), et des autres textes pertinents du Codex tels que les Codes d'usages en matière d'hygiène et les Codes d'usages.

5.2 Les produits doivent satisfaire à l'un quelconque des critères microbiologiques établis conformément aux Principes régissant l'établissement et l'application de critères microbiologiques pour les denrées alimentaires (CAC/CL 21-1997).

6. ÉTIQUETAGE Outre les dispositions de la Norme générale Codex pour l'étiquetage des denrées alimentaires préemballées (CODEX STAN 1-1985), les dispositions spécifiques ci-après s'appliquent:

6.1. NOM DU PRODUIT

6.1.1 Seuls les produits conformes à la première partie de la norme seront désignés sous le nom de « miel ».

6.1.2 Pour les produits décrits en 2.1.1, le nom du produit pourra être complété par le mot « nectar ».

6.1.3 Pour les produits décrits en 2.1.2, le mot « miellat » pourra figurer à proximité du nom de l'aliment.

6.1.4 Pour les mélanges des produits décrits en 2.1.1 et 2.1.2, le nom de l'aliment pourra être complété par les mots « un mélange de miel de miellat et de miel de nectar ».

6.1.5 Le miel peut être désigné par le nom de la région géographique ou topographique, sous réserve d'être produit exclusivement dans la zone indiquée dans la désignation.

6.1.6 Le miel peut être désigné en fonction de la source florale ou végétale s'il provient totalement ou principalement de ladite source et s'il présente les propriétés organoleptiques, physico-chimiques et microscopiques correspondant à ladite origine.

6.1.7 Lorsque le miel aura été désigné en fonction de la source florale ou végétale (6.1.6), le nom commun ou le nom botanique de la source florale devra figurer à proximité du mot « miel ». 2 Ces concentrations seront fixées en consultation avec le Comité du Codex sur les sucres (CCS) et le Comité du Codex sur les additifs et contaminants (CCFAC) dans les plus brefs délais.

6.1.8 Lorsque le miel aura été désigné en fonction de la source florale ou végétale, ou par le nom d'une région géographique ou topologique, le nom du pays où le miel a été produit sera indiqué.

6.1.9 Les désignations subsidiaires figurant dans la liste en

6.1.10 ne doivent pas être utilisées sauf si le miel est conforme à la description appropriée qui s'y trouve. Les modes de présentation figurant en

6.1.11 (b) et (c) seront déclarés. 6.1.10 Le miel peut être désigné en fonction de la méthode d'extraction du rayon.(a) Le miel extrait est le miel obtenu par centrifugation de rayons désoperculés ne contenant pas de couvain. (b) Le miel pressé est le miel obtenu par pressage de rayons ne contenant pas de couvain. (c)Le miel égoutté est le miel obtenu en égouttant des rayons désoperculés ne contenant pas de couvain.

6.1.11 Le miel peut être désigné par les modes de présentation suivants : (a) Le miel proprement dit est un miel sous forme liquide ou cristallisée ou un mélange des deux formes; : (b)Le miel en rayons est le miel emmagasiné par les abeilles dans les alvéoles de rayons fraîchement construits ne contenant pas de couvain, et vendu en rayons operculés entiers ou en sections de rayons operculés; (c)Les rayons découpés présentés dans du miel ou le miel

avec morceaux de rayons, c'est-à-dire du miel renfermant un ou plusieurs morceaux de miel en rayons;

6.1.12 Le miel qui a été filtré d'une manière aboutissant à l'élimination de quantités importantes de pollen sera désigné par le nom de « miel filtré ».

6.2 ÉTIQUETAGE DES RÉCIPIENTS NON DESTINÉS À LA VENTE AU DÉTAIL

6.2.1 Les renseignements requis sur l'étiquetage, tels qu'ils sont spécifiés dans la Norme générale pour l'étiquetage des denrées alimentaires préemballées et à la section 6.1, doivent figurer soit sur le récipient, soit sur les documents d'accompagnement. Toutefois, le nom du produit, l'identification du lot, ainsi que le nom et l'adresse du producteur, du transformateur ou de l'emballer doivent figurer sur le récipient.

7. MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE ET D'ANALYSE

Les méthodes d'échantillonnage et d'analyse à utiliser pour la détermination des facteurs de composition et de qualité sont détaillées ci-après :

7.1 PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS Les échantillons seront préparés conformément à AOAC 920.180.

7.2 DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN EAU³ AOAC 969.38B / J. Assoc. Public Analysts (1992) 28 (4) 183-187/ Méthode V21 validée par le MAFF pour la teneur en eau du miel.

7.3 DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN SUCRES⁴

7.3.1 Teneur en fructose et en glucose (somme des deux)

3 Ces méthodes sont identiques.

4 A finaliser

7.3.2 Teneur en saccharose

7.4 DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN MATIÈRES INSOLUBLES DANS L'EAU J. Assoc. Public Analysts (1992) 28 (4) 189-193 / Méthode V22 validée par le MAFF pour les matières insolubles dans l'eau présentes dans le miel.

7.5 DÉTERMINATION DE LA CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE⁴ 7.6 DÉTERMINATION DES SUCRES AJOUTÉS AU MIEL (AUTHENTICITÉ)⁵ AOAC 977.20 pour le profil du sucre AOAC 991.41 norme interne pour SCIRA (Analyse du rapport des isotopes de carbone stables). 5 Le CCS a demandé au CCMAS de conserver seulement ces références essentielles.

Annexe

Le texte ci-dessous est destiné à être appliqué à titre facultatif par les partenaires commerciaux et ne s'adresse pas aux gouvernements.

1. FACTEURS ADDITIONNELS DE COMPOSITION ET DE QUALITÉ Le miel peut avoir les facteurs de composition et de qualité suivants :

1.1 ACIDITÉ LIBRE L'acidité libre du miel ne doit pas dépasser 50 milliéquivalents d'acide par 1000 g.

1.2 INDICE DIASTASIQUE L'indice diastasique du miel, déterminé après traitement et/ou mélange, ne doit généralement pas être inférieur à 8 unités de Schade, et dans le cas des miels dont la teneur naturelle en enzymes est basse, il ne doit pas être inférieur à 3 unités de Schade.

1.3 TENEUR EN HYDROXYMÉTHYLFURFURAL La teneur en hydroxyméthylfurfural du miel après le traitement et/ou le mélange ne doit pas dépasser 40 mg/kg. Toutefois, dans le cas des miels d'origine déclarée provenant de pays ou de régions où règnent des températures ambiantes tropicales, et des mélanges de ces miels, la teneur en HMF ne dépassera pas 80 mg/kg.

1.4 CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE(a) Miels non mentionnés en (b) ou (c), et mélanges de ces miels - au maximum 0,8 ms/cm (b) Miels de miellat ou de châtaignier et mélanges de ces miels sauf ceux mentionnés en (c) - pas moins de 0,8 mS/cm (c) Exceptions : Arbousier commun (*Arbutus unedo*), bruyère cendrée (*Erica*), eucalyptus, tilleul (*tilia*), bruyère commune (*Calluna vulgaris*), *Leptospermum*, arbre à thé (espèces *Melaleuca*).

2. MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE ET D'ANALYSE

On trouvera ci-après les méthodes détaillées d'échantillonnage et d'analyse à utiliser pour déterminer les facteurs additionnels de composition et de qualité décrits aux Sections 3.5 à 3.7 de la Norme, et à Section 1 de l'Annexe.

II.1 PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS

Les méthodes de préparation des échantillons sont décrites à la Section 7.1 de la Norme. Pour la détermination de l'indice diastasique (2.2.2) et de l'hydroxyméthylfurfural (2.2.3), les échantillons sont préparés sans réchauffage.

2.2 MÉTHODES D'ANALYSE

2.2.1 Détermination de l'acidité J. Assoc. Public Analysts (1992) 28 (4) 171-175 / Méthode V19 validée par le MAFF pour l'acidité dans le miel.

2.2.2 Détermination de l'indice diastasique AOAC 958.09

2.2.3 Détermination de l'hydroxyméthylfurfural (HMF) AOAC 980.23

SERMENT DE GALIEN

Je jure, en présence de mes maîtres de la Faculté, des conseillers de l'Ordre des pharmaciens et de mes condisciples :

- ❖ D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.*
- ❖ D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.*
- ❖ De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine, de respecter le secret professionnel.*
- ❖ En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.*

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre, méprisé de mes confrères, si j'y manque.

Cette thèse porte sur la richesse du miel, de sa fabrication par les abeilles au développement pharmaceutique.

Dans un premier temps la thèse se concentre sur la connaissance de l'abeille afin de mieux comprendre et présenter par la suite les différents produits de la ruche. Dans un deuxième temps, la thèse porte sur les propriétés thérapeutiques, pharmacologiques et les caractéristiques physico-chimiques du miel et son utilisation à l'officine dans des domaines thérapeutiques très variés afin de contenter les exigences d'un public désireux de retrouver des moyens simples, naturels et sains de se soigner. Fil conducteur de cette thèse, le miel de Corse est étudié dans un troisième temps afin de comprendre qu'il existe un écotype d'abeille Corse qui s'est parfaitement adapté aux conditions du milieu, et à la faculté de profiter au mieux de la succession des floraisons exceptionnelles, spontanées et diversifiées de l'île tout au long de l'année qui permet donc d'offrir une gamme variétale riche et un miel de Corse de qualité. Pour finir cette thèse met en avant les intérêts et les limites de l'utilisation thérapeutique du miel avant de mettre en avant les menaces sur la survie des abeilles.