



République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie – El-Harrach – Alger

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة – الحراش – الجزائر

Département : Zoologie agricole et forestière

Ecole doctorale : Biologie et Ecologie en Zoologie Agro Forestière

Thèse

En vue de l'obtention du diplôme de Magister en Sciences Agronomiques

Thème

*Etude comparative de la qualité
de quelques miels algériens et
ceux importés*

Présentée par : M. GUERZOU Mokhtar

Soutenu le 07/01 /2014

Soutenu devant le jury :

Président : M. DOUMANDJI S.

Professeur (E.N.S.A. El Harrach)

Directeur de thèse : M. KOUDJIL M.

M.C.A. (Univ.Chlef)

Co-directeur de thèse : Mme. DOUMANDJI A.

M.C.A. (U.S.D.B - Blida)

Examineurs : Mme. BOUTEKRABT L.

Professeur (U.S.D.B - Blida)

M. BERKANI M.L.

Professeur (E.N.S.A. El Harrach)

🌸🌸🌸 Remerciements 🌸🌸🌸

Au terme de ce travail, **Je** tiens à exprimer mes remerciements à mon Directeur de thèse Monsieur KOUDJIL Mohamed, Maître de Conférences à l'Université de Chlef pour ses conseils scientifiques judicieux et sa disponibilité exceptionnelle tout au long de ce projet et surtout pour ses qualités humaines.

Ma profonde gratitude, ma reconnaissance et mes remerciements vont à Mme DOUMANDJI Amel Maître de Conférences A à l'université Saâd Dahleb, Blida, pour le temps qu'elle a consacré pour achever ce travail, ses précieux conseils et ses encouragements, pour sa gentillesse et surtout pour ses qualités humaines, Merci beaucoup madame.

Ma reconnaissance et mes remerciements s'adressent également à M. DOUMANDJI S. Professeur au département de Zoologie agricole et forestière, qui a bien voulu présider mon jury et pour ses encouragements et ses précieux conseils durant la période de ce travail.

Je tiens à remercier Madame BOUTEKRABT L. Maître de Conférences à l'Université de Blida, et M. BARKANI Mohamed Laid Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie – El-Harrach – Alger pour m'avoir fait l'honneur d'examiner ce travail.

Ma gratitude va également à Mme DOUMANDJI MITICHE Bahia Professeur au département de Zoologie agricole et forestière pour son aide pour l'obtention du matériel et surtout pour sa gentillesse et sa disponibilité au niveau de département.

Je remercie également Mme DIAF S., Responsable de laboratoire central "Institut Technique des Elevages", unité de Baba Ali, ainsi que Mme FERFERA A., HOUDEIB J. et BOUKHEDOUNI N., ingénieurs au niveau de même unité pour leur aide et leur disponibilité lors de la réalisation des analyses physicochimiques et microbiologiques, ainsi que Mlle LAGHREB I. Ingénieur de laboratoire de l'Hôpital de Messaâd (Djelfa) pour son aide de la réalisation de la partie microbiologique.

Mes vifs remerciements vont aussi à M. AZOUZI Blél Professeur à l'université Ziane Achour, Djelfa pour le traitement statistique.

Je tiens à remercier aussi M. MAAMAR F. et KHALDI M. qui m'ont facilité l'apport de miel durant toute la période de l'expérimentation.

Mes vifs remerciements vont également à Mme GUERZOU F. et M. GUERZOU L. pour leurs aides et pour leurs encouragements qui m'ont permis d'arriver à ce jour là.

Je remercie également Mmes SAADA N. et BENZARA F. pour leur disponibilité au niveau de la bibliothèque du département de Zoologie agricole et forestière et en plus à M. Châaban au niveau de département de technologie.

Je n'oublierai à remercier Dr HADDAD N. Docteur Président de l'unité de recherches sur les abeilles de Jordanie pour la documentation qu'il a met à ma disposition.

Un grand merci pour tous ceux qui ont de près ou de loin participé à la réalisation de ce travail.

Mokhtar

SOMMAIRE

Introduction	01
Chapitre I - Le miel : Généralités, composition et propriétés	03
1.1- Définition.....	04
1.2 - Origine du miel.....	04
1.2.1 - Le nectar.....	04
1.2.1.1 - Composition du nectar	05
1.2.1.1.1 - Sucre	05
1.2.1.1.2 - Eau.....	05
1.2.1.1.3 - Autres composés	05
1.2.1.2 - Facteurs de variation.....	06
1.2.1.2.1 - Influence de climat	06
1.2.1.2.2 - Influence de température	06
1.2.1.2.3 - Influence de l'humidité	06
1.2.1.2.4 - Influence de sol	06
1.2.1.2.5 - Influence du soleil	07
1.2.1.2.6 - Influence d'heure	07
1.2.2 - Le miellat.....	07
1.2.2.1 - Définition et origine du miellat.....	07
1.2.2.2 - Composition du miellat	07
1.3 - Types des miels.....	08
1.3.1 - Le miel monofloral (ou unifloral).....	08
1.3.2 - Le miel polyfloral (ou multifloral).....	09
1.4 - La transformation du nectar en miel.....	09
1.4.1 - Récolte du nectar par l'abeille	09
1.4.2 - Formation du miel par l'abeille.....	11
1.5 - Composition et propriétés du miel	12
1.5.1 - Composition biochimique du miel	12
1.5.1.1 - Eau	12
1.5.1.2 - Glucides	12
1.5.1.3 - Les acides organiques	13
1.5.1.4 - Hydroxyméthyl furfural.....	13
1.5.1.5 - Protides.....	14
1.5.1.6 - Sels minéraux.....	14
1.5.1.7 - Constituants divers.....	14
1.5.2 - Propriétés physiques du miel	15
1.5.2.1 - Densité	15
1.5.2.2 - Conductibilité électrique	15
1.5.2.3 - Turbidité.....	16
1.5.2.4 - pH.....	16
1.5.2.5 - Indice de réfraction.....	16
1.5.2.6 - Viscosité.....	17

1.5.2.7 - Hygroscopicité.....	17
1.5.2.8 - Cristallisation	18
1.5.3 - Les propriétés organoleptiques du miel.....	18
1.5.3.1 - Couleur	18
1.5.3.2 - Goût et les arômes.....	18
1.5.3.3 - Odeur	19
1.5.3.4 - Consistance.....	19
1.6 - Propriétés du miel.....	19
1.6.1 - Valeur alimentaire et diététique	19
1.6.2 - Propriétés thérapeutiques du miel.....	19
Chapitre II - Technologie du miel.....	21
2.1 - Récolte du miel.....	22
2.1.1 - Prélèvement des cadres.....	22
2.1.2 - Extraction du miel	22
2.1.2.1 - Désoperculation.....	22
2.1.2.2 - Extraction	23
2.1.2.2.1 - Extraction tangentiel	24
2.1.2.2.2 - Extraction radiaire	24
2.2 - Filtrage.....	24
2.3 - Maturation du miel	25
2.4 - Conditionnement	25
2.5 - Emballage et étiquetage	26
2.6 - Conservation et stockage	27
2.7 - Transformation du miel pendant sa conservation	28
2.7.1 - Fermentation.....	28
2.7.2 - Cristallisation.....	28
Chapitre III - Contrôle de la qualité du miel.....	30
3.1 - La qualité du miel.....	31
3.1.1 - Facteurs essentiels de la qualité du miel.....	31
3.2 - Caractéristiques physicochimiques du miel.....	31
3.2.1 - Densité.....	31
3.2.2 - Conductibilité électrique.....	31
3.2.3 - Le pH	32
3.2.4 - La teneur en eau.....	32
3.2.5 - Teneur en cendres.....	33
3.2.6 - Activité de la diastase et invertase.....	33
3.2.7 - Hydroxyméthyl furfural	34
3.2.8 - L'acidité.....	35
3.2.9 - Dosage des sucres.....	35
3.2.10 - Proline.....	36
3.3 - Caractérisation pollinique du miel.....	36
3.3.1 - Pollen	36
3.3.1.1 - Morphologie d'un grain de pollen.....	37
3.3.1.2 - Nomenclature utilisée pour la description des graines de pollen.....	38
3.3.1.2.1 - La forme et la taille du grain	38
3.3.1.2.2 - La forme et le nombre des apertures.....	38
3.3.1.2.3 - La structure de l'exine.....	39
3.3.1.2.4 - La Coloration.....	39
3.3.2 - Les méthodes utilisées en melisso-palynologie.....	40
3.3.2.1 - Principe	40

3.3.2.2 - Techniques	41
3.3.2.2.1 - Méthode classique.....	41
3.3.2.2.2 - Méthode par acétolyse.....	41
3.4 - Analyse sensorielle	42
3.4.1 - Couleur.....	42
3.4.2 - Goût.....	42
3.5 - Caractéristiques microbiologiques.....	42
3.5.1 - Le genre <i>Bifidobacterium</i>	43
3.5.2 - Rôle probiotique des <i>Bifidobacterium</i>	44
3.5.2.1 - Effets nutritionnels.....	45
3.5.2.2 - Pouvoir d'adhésion épithéliale dans différentes parties du tractus digestif...	45
3.5.2.3 - Action sur la morphologie et la physiologie de la paroi du tube digestif.....	45
3.5.2.4 - Effet de barrière anti-infectieuse vis-à-vis des bactéries pathogènes.....	45
3.6 - Les différents contaminants des miels.....	46
3.6.1 - La contamination bactériologique.....	46
3.6.2 - La contamination chimique "La contamination environnementale".....	46
3.6.3 - La contamination microbienne.....	46
3.6 - Normes internationales régissant le miel	48
CHAPITRE IV - Matériel et méthodes	50
4.1 - Objectif	51
4.2 -Echantillonnage	51
4.3 - Le Protocole expérimental.....	53
4.4 - Analyses physiques.....	54
4.4.1 - Détermination de la densité	54
4.4.1.1 - Définition.....	54
4.4.1.2 - Mode opératoire.....	54
4.4.1.3 - Calcul et expression des résultats.....	54
4.4.2 - La conductibilité électrique.....	56
4.4.2.1 - Définition.....	56
4.4.2.2 - Mode opératoire.....	56
4.4.2.3 - Expression des résultats.....	56
4.4.3 - Détermination du pH.....	58
4.4.3.1 - Définition.....	58
4.4.3.2 - Mode opératoire.....	58
4.4.3.3 - Expression des résultats.....	58
4.4.4 - Détermination de la couleur	60
4.4.4.1 - Définition.....	60
4.4.4.2 - Principe.....	60
4.4.4.3 - Mode opératoire.....	60
4.4.4.4 - Expression des résultats.....	60
4.5 - Analyse chimique.....	62
4.5.1 - Détermination de la teneur en eau par réfractométrie	62
4.5.1.1 - Définition	62
4.5.1.2 - Principe.....	62
4.5.1.3 - Mode opératoire	62
4.5.1.4 - Expression des résultats	62
4.5.2 - Détermination de la teneur en matière sèche (degré Brix).....	64
4.5.3 - La détermination de l'acidité libre	64

4.5.3.1 - Définition.....	64
4.5.3.2 - Principe.....	64
4.5.3.3 - Mode opératoire.....	64
4.5.3.4 - Calcul et expression des résultats.....	64
4.5.4 - Détermination de la teneur en hydroxyméthyl furfural (H.M.F).....	66
4.5.4.1 - Définition.....	66
4.5.4.2 - Principe.....	66
4.5.4.3 - Mode opératoire.....	66
4.5.4.4 - Calcul et expression des résultats.....	67
4.5.5 - Détermination de la teneur en cendres.....	70
4.5.5.1 - Définition	70
4.5.5.2 - Principe.....	70
4.5.5.3 - Mode opératoire	70
4.5.5.4 - Calcul et expression des résultats.....	70
4.6 - Les analyses polliniques	72
4.6.1 - Définition	72
4.6.2 - Principe.....	72
4.6.3 - Mode opératoire	72
4.6.4 - Calcul et expression des résultats	73
4.7 - Les analyses microbiologiques.....	76
4.7.1 - Préparation de la solution mère et dilution décimales.....	76
4.7.1.1 - Solution mère	76
4.7.1.2 - Dilutions décimales	76
4.7.1.3 - Principe	76
4.7.2 - Recherche et dénombrement des levures et moisissures (AFNOR 08-059-1995)...	77
4.7.2.1 - Principe.....	77
4.7.2.2 - Mode opératoire.....	77
4.7.2.3 - Dénombrement des moisissures et levures.....	77
4.7.3 - Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT) (AFNOR, NF 08-051, 1992).....	79
4.7.3.1 - Principe	79
4.7.3.2 - Mode opératoire.....	79
4.7.3.3 - Lecture.....	79
4.7.3.4 - Dénombrement	79
4.7.4 - Recherche et dénombrement des coliformes (AFNOR NF V 08 -050, 1992).....	81
4.7.4.1 - Principe.....	81
4.7.4.2 - Mode opératoire.....	81
4.7.4.3 - Lecture	81
4.7.4.4 - Dénombrement.....	81
4.7.5 - Recherche des Streptocoques fécaux (J.O.R.F).....	83
4.7.5.1 - Mode opératoire	83
4.7.5.2 - Lecture.....	83
4.7.6 - Recherche des <i>Staphylococcus aureus</i> AFNOR (NF V08-057-1, 2004)	84
4.7.6.1 - Mode opératoire.....	84
4.7.6.2 - Lecture	84
4.7.6.3 - Expression des résultats.....	84
4.7.7 - Recherche et dénombrement de spores d'Anaérobies Sulfito-Réducteurs AFNOR (AFNOR NF V 08 - 056, 1994).....	86
4.7.7.1 - Mode opératoire.....	86

4.7.7.2 - Lecture.....	86
4.8 - Isolement des Bifidobacteriums.....	88
4.8.1 - But.....	88
4.8.2 - Principe.....	88
4.8.3 - Mode opératoire	88
4.8.3.1 - Pré-enrichissement.....	88
4.8.3.2 - Incubation.....	89
4.8.4 - Lecture.....	89
4.8.5 - Dénombrement	89
4.8.6 - Identification biochimique de la souche bifide.....	93
4.8.6.1 - Test de catalase	93
4.8.6.2 - Coloration de Gram.....	94
4.8.6.2.1 - Principe.....	94
4.8.6.2.2 - Protocole	94
4.8.6.3 - Test biochimique galerie Api 20 E.....	94
4.8.6.3.1 - Technique	94
4.8.6.3.2 - Lecture	95
4.9 - Analyse statistique "Analyse de la variance".....	96
CHAPITRE V - Résultats sur les analyses physicochimiques, polliniques et microbiologiques des miels locaux et importés.....	97
5.1 - Résultats des analyses physiques.....	98
5.1.1 - Densité.....	98
5.1.2 - La conductibilité électrique.....	99
5.1.3 - Le pH.....	100
5.1.4 - La couleur.....	101
5.2 - Analyses chimiques.....	102
5.2.1 - La teneur en eau.....	102
5.2.2 - La matière sèche (Degré Brix).....	103
5.2.3 - Teneur en hydroxymethyl-furfural (HMF).....	104
5.2.4 - L'acidité libre.....	105
5.2.5 - Teneur en matières minérales.....	106
5.2.6 - Comparaison entre la couleur des miels en fonction de différents paramètres physico-chimiques étudiés.....	110
5.3 - Analyses polliniques.....	115
5.4 - Analyse microbiologiques.....	147
5.4.1 - Résultats de dénombrement de bifidobactéries.....	150
5.4.2 - Résultats de test biochimique galerie API20 E.....	151
5.4.3 - Résultats de test de catalase.....	151
CHAPITRE VI - Discussions sur les Résultats des analyses physicochimiques, polliniques et microbiologiques des miels locaux et importés.....	152
6.1 - Discussion sur les résultats des analyses physique.....	153
6.1.1 - Densité	153
6.1.2 - La conductibilité électrique	153
6.1.3 - Le pH	153
6.1.4 - La couleur	154
6.2 - Analyses chimiques.....	154
6.2.1 - La teneur en eau	154
6.2.2 - La matière sèche (Degré Brix).....	155

6.2.3 - Teneur en hydroxymethyl-furfural (HMF).....	155
6.2.4 - L'acidité libre.....	156
6.2.5 - Teneur en matières minérales.....	156
6.3 - Discussions sur les résultats des analyses polliniques	156
6.4 - Discussions sur les résultats des analyses microbiologiques des miels	157
Conclusion	160
Perspectives	162
Références bibliographiques	163
Annexe	174

Liste des tableaux

Tableau 1 - Composition de quelques nectars (CAILLAS, 1947).....	06
Tableau 2 - Différences entre le miel de nectar et le miel de miellat (BRUNEAU, 2003 <i>in</i> CLEMENT, 2003).....	08
Tableau 3 - Des miels monofloral (ROMANO, 2009).....	09
Tableau 4 - Table de CHATAWAY (BOGDANO <i>et al.</i> , 2002).....	175
Tableau 5 - Viscosité des miels (GONNET, 1982).....	17
Tableau 6 - Hygroscopicité des miels (KRELL, 2001).....	18
Tableau 7 - Indication pour les miels spécifique selon l'apithérapie (BOGDANOV <i>et al.</i> , 2006).....	20
Tableau 8 - Synthèse les différents appareils adaptés dans les phases de travail (PERRIN et CAHÉ, 2002).....	27
Tableau 9 - Les constituants minéraux du miel (mg/kg) (WHITE, 1992 <i>in</i> GROUT, 1992)...	33
Tableau 10 - Différents acides caractéristiques des miellées (mg/kg) (BOGDANOV, 2006)	35
Tableau 11 - Norme concernant la qualité du miel selon le projet CL 1998/12-S du <i>Codex Alimentarius</i> et selon le projet de l'UE 96/0114 (CNS).....	48
Tableau 12 - Teneur en sucre et conductivité électrique : Proposition d'une nouvelle norme..	49
Tableau 13 - Données relatives aux échantillons des miels étudiés.....	52
Tableau 14 - Correspondance entre la graduation des filtres colorés de Lovibond et l'échelle de couleur du Pfund (GONNET, 1985).....	176
Tableau 15 - Résultat de l'analyse de la densité.....	179
Tableau 16 - Analyse de la variance de la densité.....	179
Tableau 17 - Comparaison des moyennes de la densité.....	179
Tableau 18 - Résultats de l'analyse de la conductibilité électrique.....	180
Tableau 19 - Analyse de la variance de la conductibilité électrique.....	180
Tableau 20 - Comparaison des moyennes de la conductibilité électrique.....	180
Tableau 21 - Résultats de l'analyse pH.....	181
Tableau 22 - Analyse de la variance de pH.....	181
Tableau 23 - Comparaison des moyennes de pH.....	181
Tableau 24 - Résultats de la couleur des différents miels analysés.....	182
Tableau 25 - Analyse de la variance de la couleur	182
Tableau 26 - Comparaison des moyennes de la couleur.....	182
Tableau 27 - Résultats de la teneur en eau.....	183
Tableau 28 - Analyse de la variance de la teneur en eau	183
Tableau 29 - Comparaison des moyennes de la teneur en eau	183
Tableau 30 - Résultats de la matière sèche.....	184
Tableau 31 - Analyse de la variance de la teneur en matière sèche (Degré Brix).....	184
Tableau 32 - Comparaison des moyennes de la teneur en matière sèche (Degré Brix).....	184
Tableau 33 - Résultats de la teneur en HMF.....	185
Tableau 34 - Analyse de la variance de HMF	185
Tableau 35 - Comparaison des moyennes de HMF.....	185
Tableau 36 - Résultats de l'acidité libre des différents miels	186
Tableau 37 - Analyse de la variance de l'acidité libre.....	186
Tableau 38 - Comparaison des moyennes de l'acidité libre.....	186
Tableau 39 - Résultat de la teneur en matières minérales.....	187
Tableau 40 - Analyse de la variance de la Teneur en matières minérales (Cendre).....	187
Tableau 41 - Comparaison des moyennes de la Teneur en matières minérales (Cendre)	187
Tableau 42 - Récapitulatif des résultats d'analyses physico-chimiques.....	109

Tableau 43 - Résultats d'analyses physico-chimiques en fonction des couleurs des miels.....	111
Tableau 44 - Spectre pollinique de l'échantillon N°1.....	115
Tableau 45 - Spectre pollinique de l'échantillon N°2.....	117
Tableau 46 - Spectre pollinique de l'échantillon N°3.....	119
Tableau 47 - Spectre pollinique de l'échantillon N°4.....	121
Tableau 48 - Spectre pollinique de l'échantillon N°5.....	123
Tableau 49 - Spectre pollinique de l'échantillon N°6.....	125
Tableau 50 - Spectre pollinique de l'échantillon N°7.....	127
Tableau 51 - Spectre pollinique de l'échantillon N°8.....	129
Tableau 52 - Spectre pollinique de l'échantillon N°9.....	131
Tableau 53 - Spectre pollinique de l'échantillon N°10.....	133
Tableau 54 - Spectre pollinique de l'échantillon N°11.....	135
Tableau 55 - Spectre pollinique de l'échantillon N°12.....	137
Tableau 56 - Spectre pollinique de l'échantillon N°13.....	139
Tableau 57 - Spectre pollinique de l'échantillon N°14.....	141
Tableau 58 - Spectre pollinique de l'échantillon N°15.....	143
Tableau 59 - Spectre pollinique de l'échantillon N°16.....	145
Tableau 60 - Nombre des coliformes, germes aérobies, levures et moisissure, staphylocoques, streptocoques, et germes anaérobioses sulfite-réducteurs présentés dans les miels étudiés...	147
Tableau 61 - Résultats d'isolement de Bifidobactérie	150

Liste des figures

Figure 1 - Quelques types de nectaires (GHARBI, 2001).....	04
Figure 2 - Mécanisme de la production du miellat (BOGDANOV <i>et al.</i> , 2008).....	07
Figure 3 - Schéma de la tête et des pièces buccales d'une abeille ouvrière (MAURIZIO, 1968 <i>in</i> CHAUVIN, 1968).....	10
Figure 4 - Schéma de l'anatomie du tube digestif de l'abeille (MAURIZIO, 1968 <i>in</i> CHAUVIN, 1968).....	10
Figure 5 - Appareil buccal de l'ouvrière (RAVAZZI, 2003).....	11
Figure 6 - Deux abeilles pratiquent la trophallaxie (MARCHENAY et BERARD, 2007).....	11
Figure 7 - Diagramme de composition du miel (GONNET, 1982).....	12
Figure 8 - Dégradation des sucres en hydroxyméthyl furfural (BAGDONAV, 2009).....	13
Figure 9 - Utilisation du couteau pour désoperculer (RAVAZZI, 2003).....	23
Figure 10 - Utilisation de la fourchette pour la perce (RAVAZZI, 2003).....	23
Figure 11 - Remplissage de l'extracteur par les cadres (RAVAZZI, 2003).....	23
Figure 12 - Extraction du miel (PEACOCK, 2011).....	23
Figure 13 - Extracteur tangentiel à six cadres de hausse (RAVAZZI, 2003).....	24
Figure 14 - Extracteur radiaire à neuf cadres de hausse (RAVAZZI, 2003).....	24
Figure 15 - Triage du miel (RAVAZZI, 2007).....	25
Figure 16 - La filtration (LEQUET, 2010).....	25
Figure 17 - Les pots de miel après la maturation (Photographie originale).....	26
Figure 18 - Les étapes de production du miel (GAGNON, 1988).....	29
Figure 19 - Réfractomètre portable model RHB – 90 (BRUNEAU, 2011).....	32
Figure 20 - Evolution de la teneur en HMF au cours du temps (BRUNEAU, 2003 <i>in</i> CLIMENT, 2003).....	34
Figure 21 - L'influence du rapport fructose /glucose sur la cristallisation des miels (DAILLY, 2008).....	36
Figure 22 - Quelques grains de pollen de la flore d'Afrique (LÉZINE, 2008).....	37
Figure 23 - Coupe schématique de la paroi d'un grain de pollen (TRACHI <i>et al.</i> , 2011).....	38
Figure 24 - Les principales formes et ornements des grains de pollen (LÉZINE, 2008) ...	39
Figure 25 - Lame de pollens de références (LEQUET, 2010).....	40
Figure 26 - Evolution de la couleur du miel (MOUHOUBI, 2007).....	42
Figure 27 - Tube digestif de l'ouvrière (TREDEZ, 2008).....	43
Figure 28 - <i>Bifidobacterium animalis</i> (×6000) (BIAVATI <i>et al.</i> , 2000).....	44
Figure 29 - Détermination de la densité relative à t = 20°C. (Photographie originale).....	55
Figure 30 - Echantillons préparés (Photographie originale).....	56
Figure 31 - La conductimètre utilisé Model corning 442 (Photographie originale).....	56
Figure 32 - Détermination de la conductibilité électrique (Photographie originale).....	57
Figure 33 - Echantillons préparés (Photographie originale).....	58
Figure 34 - Le pH mètre utilisé Model LIDA 220 (Photographie originale).....	58
Figure 35 - Détermination du Ph (Photographie originale).....	59
Figure 36 - Colorimètre type LOVIBOND 2000 (Photographie originale).....	60
Figure 37 - Disques de comparaison des couleurs (Photographie originale)... ..	60
Figure 38 - Détermination de la couleur (Photographie originale).....	61
Figure 39 - Réfractomètre model ATAGO NAR-3T (Photographie originale).....	63
Figure 40 - Détermination de l'indice de réfraction (Photographie originale).....	63
Figure 41 - Détermination de l'acidité libre (Photographie originale).....	65
Figure 42 - Echantillons à analyser (Photographie originale).....	66

Figure 43 - Détermination de la teneur en hydroxyméthyl - furfural (Photographie originale)	69
Figure 44 - Détermination de la teneur en cendres (Photographie originale).....	71
Figure 45 - Protocole d'extraction du pollen pour son observation (Photographie originale)	75
Figure 46 - Préparation des suspensions mères et des dilutions décimales (Photographie originale).....	76
Figure 47 - Recherche et dénombrement des levures et des moisissures (Photographie originale).....	78
Figure 48 - Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (Photographie originale).....	80
Figure 49 - Recherche et dénombrement des coliformes (Photographie originale).....	82
Figure 50 - Tubes contenant le milieu Rothe (Photographie originale).....	188
Figure 51 - Recherche des Streptocoque fécaux (Photographie originale).....	83
Figure 52 - Recherche des <i>Staphylococcus aureus</i> (Photographie originale).....	85
Figure 53 - Refroidissement des échantillons sous l'eau de robinet (Photographie originale).	86
Figure 54 - Recherche et dénombrement de spores anaérobiose sulfite - réducteur (Photographie originale).....	87
Figure 55 (a, b, c, d, e et f) - Les étapes de la dissection d'une ouvrière (Photographie originale).....	90
Figure 56 - Protocole d'isolement des bifidobactéries à partir du tube digestif de l'abeille (Photographie originale).....	92
Figure 57 - Test de catalase (Photographie originale).....	93
Figure 58 - Remplissage l'eau physiologique dans les alvéoles (Photographie originale).....	95
Figure 59 - Remplir les tubes et les cupules des tests avec la suspension, bactérienne, huile de paraffine (Photographie originale).....	95
Figure 60 - Préparation de l'inoculum (Photographie originale).....	95
Figure 61 - Valeurs de la densité des 16 échantillons de miels	98
Figure 62 - Valeurs de la conductibilité électrique des 16 échantillons de miel.....	99
Figure 63 - Valeurs de la mesure de pH des 16 échantillons de miel	100
Figure 64 - Valeurs de la couleur des 16 échantillons de miel	101
Figure 65 - Valeurs de la teneur en eau des 16 échantillons de miel	102
Figure 66 - Valeurs de la teneur en matière sèche des 16 échantillons de miel	103
Figure 67 - Valeurs de la teneur en hydroxyméthyl furfural HMF des 16 échantillons de miel..	104
Figure 68 - Valeurs de l'acidité libre des 16 échantillons de miel	105
Figure 69 - Valeurs de la teneur en matières minérales des 16 échantillons de miel	106
Figure 70 - Comparaison des miels clairs et foncés en fonction de la conductibilité électrique.	112
Figure 71 - Comparaison des miels clairs et foncés en fonction de la teneur en HMF (hydroxymethyl furfural)	112
Figure 72 - Comparaison des miels clairs et foncés en fonction de la teneur en matière minérale.....	112
Figure 73 - Comparaison des miels clairs et foncés en fonction du pH.....	113
Figure 74 - Comparaison des miels clairs et foncés en fonction de la teneur en eau.....	113
Figure 75 - Comparaison des miels clairs et foncés en fonction de matière sèche.....	113
Figure 76 - Comparaison des miels clairs et foncés en fonction de la densité.....	114
Figure 77 - Comparaison des miels clairs et foncés en fonction de l'acidité libre.....	114
Figure (a, b, c, d, e, f, g) 78 - Quelques pollens trouvés dans le miel de Dzaïra (Djelfa) (Photographie originale)	116
Figure (a, b, c, d, et e) 79 - Quelques pollens trouvés dans le miel de Moudjbara (Djelfa) (Photographie originale)	118

Figure (a, b, c, d) 80 - Quelques pollens trouvés dans le miel de Tiaret (Photographie originale).....	120
Figure (a, b, c, d, e et f) 81 - Quelques pollens trouvés dans le miel de Médéa (Photographie originale).....	122
Figure (a, b, c, d, e, f, g) 82 - Quelques pollens trouvés dans le miel d'Aflou (Photographie originale)	124
Figure (a, b, c, d, e, f, g) 83 - Quelques pollens trouvés dans le miel de Laghouat (Photographie originale).....	126
Figure (a, b, c, d, e, f) 84 - Quelques pollens trouvés dans le miel d'El-Bayedh (Photographie originale)	128
Figure (a, b, c, d, e) 85 - Quelques pollens trouvés dans le miel de Mostaganem (Photographie originale)	130
Figure (a, b, c, d, e) 86 - Quelques pollens trouvés dans le miel d'Ain safra (Photographie originale)	132
Figure (a, b, c, d, e, f) 87 - Quelques pollens trouvés dans le miel de Sidi Bel-Abbes (Photographie originale)	134
Figure (a, b, c, d, e, f, g, h) 88 - Quelques pollens trouvés dans le miel de Ghardaïa (Photographie originale)	136
Figure (a, b, c, d, e, f et g) 89 - Quelques pollens trouvés dans le miel d'Espagne (Photographie originale).....	138
Figure (a, b, c, d, e) 90 - Quelques pollens trouvés dans le miel de Mali (Photographie originale)	140
Figure (a, b, c, d, e) 91 - Quelques pollens trouvés dans le miel de Kuwait (Photographie originale)	142
Figure (a, b, c) 92 - Quelques pollens trouvés dans le miel de Soudan (Photographie originale).....	144
Figure (a, b, c, d et e) 93 - Quelques pollens trouvés dans le miel d'Arabie saoudite (Photographie originale)	146
Figure 94 - Absence des coliformes fécaux dans les miels analysés (Photographie originale)	188
Figure 95 - Germes aérobies mésophiles totaux trouvés dans le miel G.A.M.T (Photographie originale).....	148
Figure 96 - Absence des Germes aérobies mésophiles totaux G.A.M.T dans quelques miels (Photographie originale)	188
Figure 97 - Levures trouvés dans les miels analysés (Photographie originale).....	148
Figure 98 - Absences des levures dans quelques miels analysés (Photographie originale)...	189
Figure 99 - Présence des moisissures dans les miels analysés (Photographie originale).....	149
Figure 100 - Absence des moisissures dans les miels (Photographie originale).....	189
Figure 101 - Absence des streptocoques dans les miels (Photographie originale).....	189
Figure 102 - Absence des staphylocoques dans les miels (Photographie originale).....	189
Figure 103 - Colonie de <i>Clostridium</i> (Photographie originale).....	149
Figure 104 - Aspect macroscopique de Bifidobactérie isolée à partir de tube digestif d'abeille Gram (-) (Photographie originale).....	150
Figure 105 - Résultats de test biochimique galerie API 20 E. (Photographie originale).....	151
Figure 106 - Résultat de l'identification de la souche isolé par le test de catalase (Photographie originale).....	151

Liste des abréviations

A.F.N.O.R : Association Française de Normalisation
A.I : Acidité libre
A.S.R : Anaérobiose Sulfito Réducteurs
AFL : Aflou
AIN : Ain safra
ARA : Arabie Saoudite
C.E : Conductibilité électrique
DZ : Dzaira
ELB : El-Bayedh
ESP : Espagne
F/G : Fructose/Glucose
G.C : Goilliti Cantonii
G.A.M.T : Germes Aérobie Mésophile Totaux
GHA : Ghardaïa
H.M.F : Hydroxyméthyl furfural
I.R : Indice de réfraction
I.T.E.L.V : Institut Technique des Elevages
J.O.R.A : Journal Officiel de la République Algérienne
J.O.R.F : Journal Officiel de la République Française
KOU : Kuwait
LAG : Laghouat
M.R.S : Gélose de Man, Rogosa et Sharpe
MAL : Mali
MEDA : Médéa
Méq : Milléquivalents
M.S : Matière sèche
MOS : Mostaganem
mS/cm : Milisiemens / centimètre
O.G.A : Gélose glucosée à l'oxytétracycline
P.C.A : Plate Count Agar
S/cm : Siemens / centimètre
SIDI : Sidi bel abbes
SOUD : Soudan

T.eau : Teneur en eau

T.M .M : Matière minérale

T.S.E : Tryptone, sel, eau

TIA : Tiaret

Tr/mn : Tour / minute

U.F.C : Unité Formant des Colonies

UE : Union Européenne

UV : Ultraviolet

V.R.B.L : Violet Red Bile Lactose Agar

Introduction

Introduction

Le miel est depuis longtemps l'un des aliments les plus appréciés et les plus recommandés pour répondre aux besoins nutritifs de l'organisme. Il est traditionnellement consommé comme aliment complet (ESCUREDO *et al.*, 2013). La production mondiale de miel varie d'un pays à un autre et au sein du même pays elle varie d'une année à une autre. Elle est en effet dépendante des aléas climatiques d'une année sur l'autre et d'une zone géographique à l'autre. Elle varie également très fortement selon les pratiques et les stratégies des apiculteurs : ruches sédentaires ou transhumantes, importance des transhumances, choix des types de miels recherchés. Le continent européen occupe la deuxième place mondiale pour la production de miel (339 000 t) derrière l'Asie (548 000 t). L'Union européenne avec ses 194 000 t est le deuxième producteur mondial derrière la Chine (303 000 t) (BRUNEAU, 2009). En Algérie, la production nationale en miel est estimée en moyenne à 33 000 qx pour l'année 2011 avec un rendement de 4 à 8Kg/ruche, ce qui est très faible par rapport aux potentialités mellifères qu'offre notre pays (OUDJET, 2012). En 2011, l'Algérie a importé plus de 150.000 T de miel de Chine, d'Inde et d'Arabie Saoudite et d'autres pays. Ceci a participé à enrichir le marché algérien par plusieurs type de miel, ce qui a rendu le consommateur devant une multitude de choix de miel. Cependant ces types de miels ne sont pas toujours de bonne qualité et ils ne répandent pas constamment aux normes internationales de production et de conservation de miel. Le but du présent travail est de faire une comparaison entre les caractéristiques de plusieurs types de miel locaux et importés en vue d'évaluer la qualité de ces miels.

Dans le monde ce produit de l'abeille a fait l'objet de plusieurs types de travaux. Concernant les propriétés physicochimiques de miels, les travaux qui peuvent être cités sont ceux de LEQUET (2010) en France, de ROLDAN *et al.*(2011), de SORIA *et al.* (2004), de TERRAB *et al.* (2004) et de SERRANO *et al.* (2004) en Espagne, de CHUA *et al.* (2012) en Malaisie, de SAXENA *et al.* (2010) en Inde, de KAHRAMAN *et al.* (2010) en Turquie, de KROPF *et al.* (2010) en Slovénie, ZAPPALÀ *et al.* (2005) en Italie, VANHANEN *et al.* (2011) en nouvelle Zélande, ALQARNI et ALARIFY. (1999) en Arabie saoudite et de CHAKIR *et al.* (2011) au Maroc. Sur les analyses microbiologiques et les risques de contamination des miels, les études de SNOWDON et CLIVER (1996) aux Etats unis, de FLECHE *et al.* (1997) en France, BOGDANOV (1997) en Suisse et TORNUK *et al.* (2013) en Turquie, peuvent être mentionnés. Concernant les analyses polliniques des miels, plusieurs études récentes sont

réalisées notamment celles de POPEK (2002) en Pologne, de KIRS *et al.* (2011) en Estonie, de YANG *et al.* (2012) en France et de SILVA *et al.* (2013) en Brésil. D'autres travaux se sont intéressés à l'étude de la flore intestinale des abeilles et l'isolement des Bactéries utiles notamment les Bifidobactéries. Parmi ces travaux il y a lieu de mentionner ceux de GILLIAM et TABER (1991), KILLER *et al.*, (2010), de AUDISIO *et al.* (2011) et le plus récent travail de CROTTI *et al.* (2013).

En Algérie, peu de travaux se sont intéressés à l'aspect physicochimiques des miels comme ceux de MAKHLOUFI *et al.*, (2007, 2009), de KHALIL *et al.* (2012), MONIRUZZAMAN *et al.*(2013). Cependant ces études n'ont pas fait une comparaison entre les qualités des miels algériens et des autres miels importés ce qui est réalisé dans le cadre de la présente étude. De même, en ce qui concerne le spectre pollinique des miels algériens, cet aspect n'est pas trop détaillé par les chercheurs, les seuls travaux qui sont réalisés sont ceux de CHEFROUR *et al.* (2007), de MERAH *et al.* (2010) et de GUERZOU *et al.* (2013). Cependant l'aspect microbiologique des miels et l'isolement des Bactéries de l'intestin des abeilles n'a pas fait l'objet d'aucune étude en Algérie. Le présent travail est considéré le premier qui a traité cet aspect en isolant le *Bifidobacterium* sp. à partir des miels algériens et des intestins de l'abeille mellifère *Apis mellifera*. Cette étude consiste à :

- ◇ Effectuer une analyse physico-chimique des miels.
- ◇ Une analyse pollinique pour attestant l'origine botanique du miel.
- ◇ Une analyse microbiologique pour estimer l'état sanitaire des miels analysés.
- ◇ Une étude sur la flore microbienne pour isolé les bactéries probiotiques.

Ce présent document s'articule autour de 6 chapitres. Généralités sur le miel, constitue le chapitre I. Quant au chapitre II, il est consacré à l'étude bibliographique de la technologie de miel.

Le chapitre III est réservé au contrôle de la qualité du miel. La partie matériels et méthodes utilisés dans ce travail se retrouve dans le chapitre IV. Les résultats sont exposés dans le chapitre V. Enfin, ces résultats sont discutés dans le chapitre VI. Ce travail se termine par une conclusion assortie de quelques perspectives.

Chapitre I

Le miel : Généralités, composition et propriétés

Chapitre I - Le miel : Généralités, composition et propriétés

1.1 - Définition

Selon le *Codex Alimentarius* qui définit le miel « comme étant la substance naturelle sucrée produite par les abeilles "*Apis mellifera*" à partir du nectar des plantes ou à partir des 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 » .

1.2 - Origine du miel

Selon BOGDANOV *et al.* (2006), le miel est une empreinte de l'environnement dans lequel il est produit. Les excréments édulcorés des plantes récoltés par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* (l'abeille domestique) peut provenir de deux sources mellifères distinctes : Nectar (miels de fleurs) et miellat (miels de forêt).

1.2.1 - Le nectar

Le nectar est un liquide sucré sécrété par les glandes nectarifères de nombreuses plantes (ADAM, *et al.*, 2007). Il est produit par des organes glandulaires des végétaux à fleurs, appelés nectaires (Fig.1). Ce sont des structures glandulaires de petites dimensions, dont la localisation et la forme est très variable, qui reçoivent un canal acheminant la sève de la plante (ZIEGLER, 1968 *in* CHAUVIN, 1968 et MARCHENAY et BERARD, 2007), distinguent deux types de nectaires selon leur location:

- Les nectaires extra-floraux, situés en dehors de la zone florale sur les parties végétatives de la plante (sur les bractées, feuilles, pétioles, stipules et tiges),
- Les nectaires floraux, situés sur le réceptacle floral, à la base du périanthe (sépalés et pétales), ou des organes reproducteurs: étamines ou pistil.

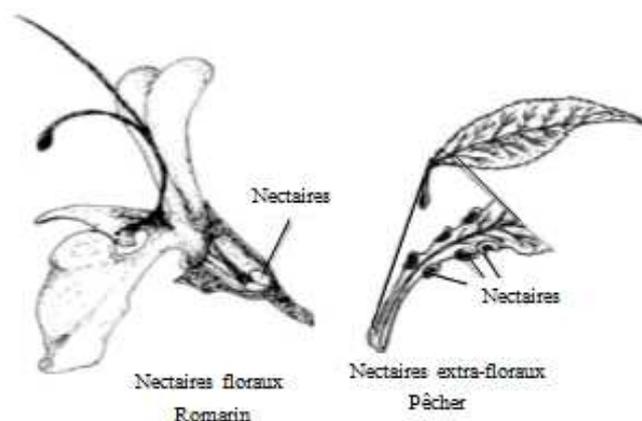


Fig.1 - Quelques types de nectaires (GHARBI, 2001)

1.2.1.1 - Composition du nectar

Le nectar est le résultat de plusieurs transformations biochimiques complexes dues au métabolisme de la plante, ces transformations sont à l'origine des différents goûts retrouvés dans les miels.

1.2.1.1.1 - Sucre

La quantité du sucre se défère selon l'auteur, le nectar contient entre 20-40% parfois 80%, 90 % de sucres dans sa matière sèche (LÜTTGE, 1977; GONNET, 1982 et BRUNEAU, 2003 *in* CLEMENT, 2003).

La concentration en sucre du nectar varie d'une espèce à une autre (4 a 5% chez *fritillaria imperialis* L., et 76% chez *Origanum vulgare* (GONNET, 1982).

Selon la teneur en sucre, on distingue trois groupes des plantes (BRUNEAU, 2003 *in* CLEMENT, 2003) :

- Plante dominée par deux sucres simples soit le glucose et le fructose,
- Plante contient un disaccharide, soit le saccharose dominant,
- Plante contient le saccharose, le glucose et le fructose.

Le type de sucre et la concentration en sucre, dépendent de l'espèce végétale. Les principaux sucres du nectar sont le glucose, le fructose et le saccharose. Leur proportion relative varie selon l'origine florale (ZIEGLER, 1968 *in* CHAUVIN ,1968).

1.2.1.1.2 - Eau

La teneur du nectar en eau varie entre 70 à 80% (CARROLL, 2006).

1.2.1.1.3 - Autres composés

Les autres composant soit, les acides aminés, les protéines, les acides organiques, les vitamines et les enzymes sont quantitativement moins significatifs (Tab.1). Le nectar contient des pigments, et des arômes. Ces éléments vont donner au miel sa couleur et ses arômes (FLURI *et al.*, 2001, BRUNEAU, 2003 *in* CLEMENT, 2003).

Tableau 1 - Composition de quelques nectars (CAILLAS, 1947)

composant variété	Eau (%)	Saccharose (%)	Glucose (%)	Matières diverses (%)
Lavande	80,0	8,00	7,50	4,50
Sainfoin	75,00	14,00	9,00	3,00
Chèvrefeuille	76,00	12,00	9,00	3,00

Métiers diverse : AA, P, AO, V et E

1.2.1.2 - Facteurs de variation

Le nectar ne varie pas seulement dans sa composition, mais aussi et surtout dans le volume de sa production, cette variation étant fondamentale puisqu'elle conditionne l'importance des miellées. Cette inégalité de production de nectar est due à plusieurs facteurs tels que : le climat, la température, l'humidité, le sol, le soleil et l'heure.

1.2.1.2.1 - Influence de climat

Le climat est favorable à la formation de nectar lorsque, au moment de la floraison dépend en grande partie des conditions météo logiques notamment la pluie.

1.2.1.2.2 - Influence de température

Les nuits chaudes et les journées ensoleillées, la sécrétion de nectar est importante au cours des premières heures de la matinée ; elle diminue lorsque la chaleur du soleil se fait sentir et redevient abondante en fin de journée.

CAILLAS (1947), a observé que chez *Tilia americana* la sécrétion du nectar est liée à un seuil de température d'environ 18°C.

1.2.1.2.3 - Influence de l'humidité

Elle influence directement la production de nectar, par exemple la bruyère de Sologne qui donne peu ou pas de nectar dans la partie fortement humide.

1.2.1.2.4 - Influence de sol

Chaque plante a ses exigences particulières, le sainfoin et le colza préfèrent des sols calcaires. La moutarde donne beaucoup moins de nectar dans les sols argileux. CAILLAS (1947), a noté de faibles productions de nectar dans les sols déficients en potassium. Ce même auteur a signalé une interaction du potassium et de phosphore en ce qui concerne la production du nectar.

1.2.3.1.5 - Influence du soleil

Elle n'est pas négligeable non plus, telle fleur qui sécrète du nectar à bonne exposition ne donne plus rien à l'ombre (CAILLAS, 1947).

1.2.3.1.6 - Influence d'heure

Elle joue un rôle dans la sécrétion de nectar : il semble, dans la majorité des cas, que les moments propices soient le milieu de la matinée et la fin de l'après-midi (DARRIGOL, 2010).

1.2.2 - Le miellat

1.2.2.1 - Définition et origine du miellat

Selon GONNET (1982) et BOGDANOV *et al.* (2008), le miellat est un liquide sucré produit par des insectes vivants sur les feuilles de nombreuses plantes, tels que des pucerons, des cochenilles ou des cicadelles, qui piquent le végétal, grâce d'un appareil buccal piqueur suceur, se nourrissent de sa sève et rejettent l'excédent très riche en sucres sous forme de gouttelettes déposées sur les feuilles puis les abeilles ramènent ce miellat à la ruche et le traitent exactement comme le nectar (Fig.2).

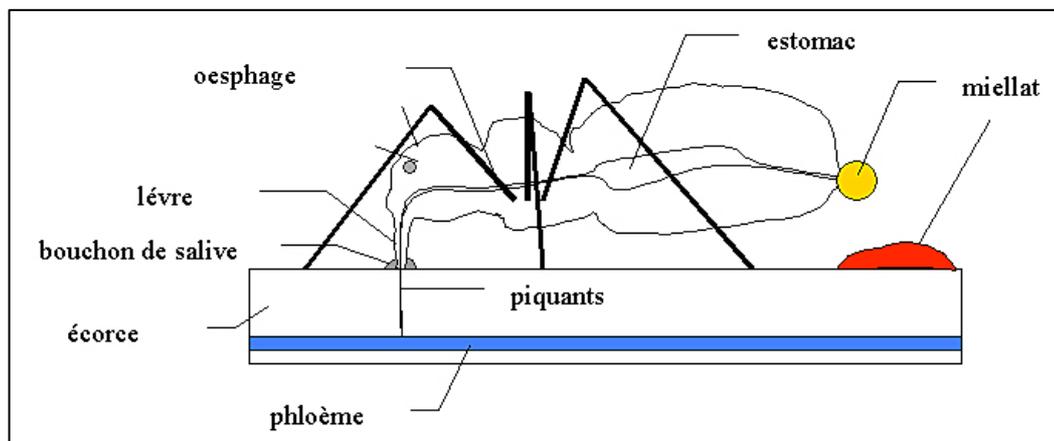


Fig.2 - Mécanisme de la production du miellat (BOGDANOV *et al.*, 2008)

Par l'action de la salive injectée d'un puceron, lors de sa nourriture, commence la transformation du phloème (BOGDANOV *et al.*, 2008). Ce mécanisme continue dans l'intestin par l'action des enzymes, qui modifient la solution avalée en miellat (ZIEGLER, 1968 *in* CHAUVIN, 1968).

1.2.2.2 - Composition du miellat

La composition du miellat est plus proche de celle de la sève végétale que celle du nectar, elle est donc plus riche en azote (0,2 à 1,8%), en minéraux et en acides organiques comme les acides citriques, maliques, succiniques et fumariques. On trouve des sucres plus complexes, qui se sont formés dans le système digestif de l'insecte piqueur. Ce sont d'autres disaccharides (tréhalose) et trisaccharides tels que l'erlose et le mélizitose

(jusqu'à 60% dans le miellat lachnide noire) (KLOFT, 1968 *in* CHAUVIN, 1968 et BOGDANOV *et al.*, 2008). Les différences entre le miel de nectar et le miel de miellat sont regroupés dans le tableau 2 (BRUNEAU, 2003 *in* CLEMENT, 2003).

Tableau 2 - Différences entre le miel de nectar et le miel de miellat (BRUNEAU, 2003 *in* CLEMENT, 2003)

Paramètres (%)	miel de miellat	miel de nectar
Acidité méq/kg	33,5	22,4
pH	4,5	3,9
Minéraux (Cendres)	0,58	0,26
Fructose +glucose	61,6	74
Mélézitose	08,6	0,2
Raffinose	0,84	0,03
Maltose+Isomalose	9,6	7,8

1.3 - Types des miels

Les abeilles peuvent produire divers types de miel suivant la région dans laquelle elles vivent et les fleurs (plantes et arbres) qui y sont présentes :

1.3.1 - Le miel monofloral (ou unifloral)

Un miel monofloral naturel est un miel provenant principalement d'une plante déterminée, mais non à 100 %. Le miel prend le nom de la plante sur laquelle elles se sont concentrées (Tab. 3). Les abeilles produisent un miel différent chaque année (goût, odeur et des caractéristiques physico-chimiques spécifiques) parce que la floraison des plantes dépend du climat, de la température, des précipitations (ROMANO, 2009 et BRADBEAR, 2010).

Tableau 3 - Des miels monofloraux (ROMANO, 2009)

Origine botanique	Pays	Couleur	Consistance	Goût, odeur
Eucalyptus	Australie	Assez foncé	Granuleux	Aromatique
Thym	Grèce	Ambre foncé		
Lavande	France	Jaune clair	Liquide finement granulé	Saveur délicate
Rhododendron	Alpes	Jaune clair	Liquide finement granulé	Saveur délicate
Acacia	Tessin	Clair	Liquide	Goût de fleurs alpines
Châtaignier	Tessin	Brun foncé	Liquide	goût amer

1.3.2 - Le miel polyfloral (ou multifloral)

Ce type de miel provient de plusieurs sources de plantes, aucune ne prédomine, comme celles des forêts et des milles fleurs (BRADBEAR, 2010).

1.4 - La transformation du nectar en miel

Dans la ruche, où vivent entre 30000 et 60000 abeilles ont tous le même objectif qui est la protection de cette ruche et la production du miel à partir du nectar des fleurs ou de miellat des pucerons (DELCOURT, 2010). Cette transformation se résume en 2 grandes étapes :

1.4.1 - Récolte du nectar par l'abeille

A l'âge de 03 semaines, l'abeille devient une butineuse et récolte le nectar, le pollen, la propolis et l'eau (LE CONTE, 2003 *in* CLEMENT, 2003). Elle transporte à la ruche, dans son jabot, les matières premières liquides sucrées (nectar, miellat) qu'elle aspire avec sa trompe (Fig. 3), qui se compose d'un suçoir. Ce dernier est formé des galea, des maxillaires et des palpes labiaux, dans le quel la langue se meut d'avant en arrière. Cet ensemble est complètement étanche ce qui provoque une aspiration permettant l'envoi de la nourriture liquide dans le pharynx et le jabot. Dans ce dernier, pendant le processus de la succion et la réception, la salive mélange de sécrétions des glandes labiales riches en enzymes qui agissent sur le nectar, thoracique et pharyngiennes puis se mélange à la goutte de matière première reçue qui doit être épaissie et transformée en un produit apte à la conservation (MAURIZIO, 1968 *in* CHAUVIN, 1968; MARCHENAY et BERARD, 2007). Grâce à la proventricule les matières solides de petite taille qui se trouvent dans le contenu du jabot sont retenues et envoyées dans l'intestin moyen (Fig.4). Cette démarche permet aux

abeilles d'éloigner les graines de pollen, les spores provoquant des maladies de la nourriture absorbée (MAURIZIO, 1968 *in* CHAUVIN, 1968).

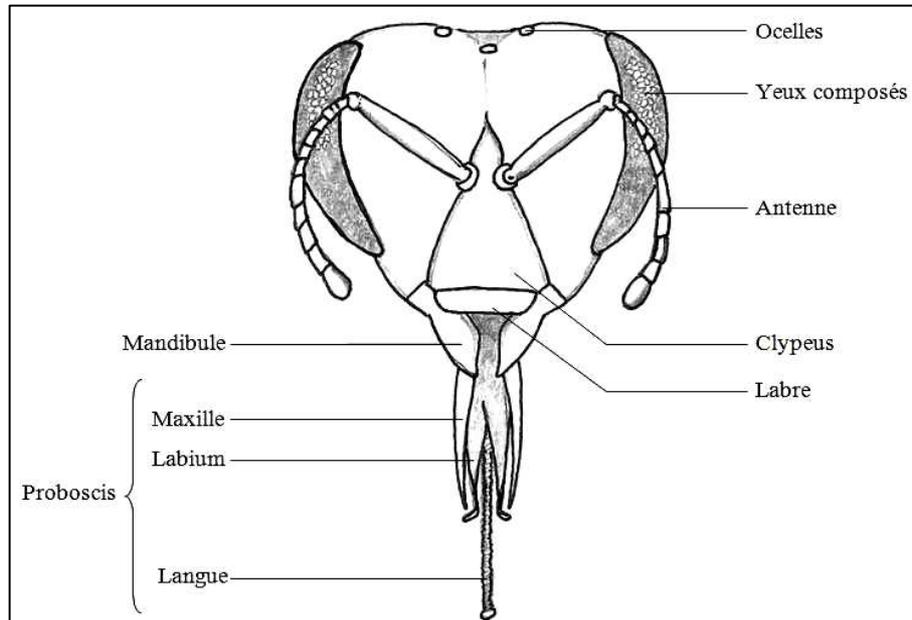
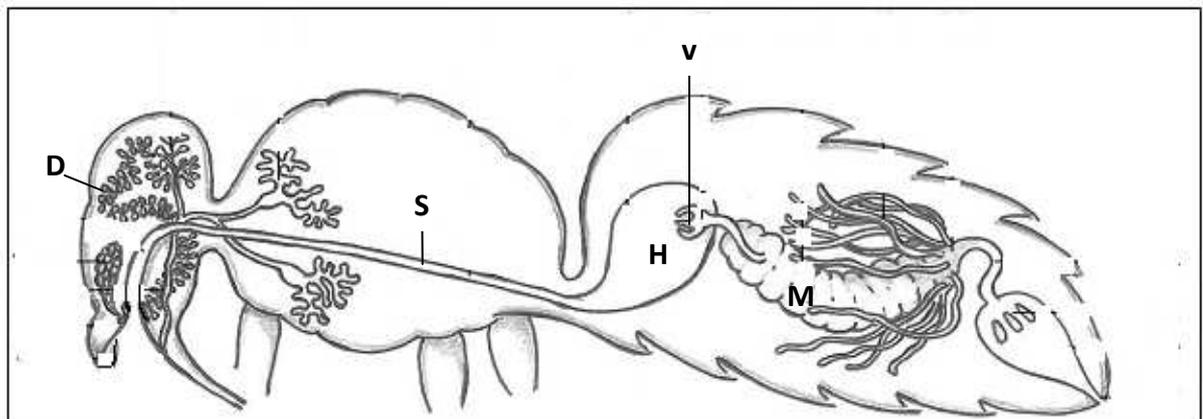


Fig. 3 - Schéma de la tête et des pièces buccales d'une abeille ouvrière (MAURIZIO, 1968 *in* CHAUVIN, 1968)



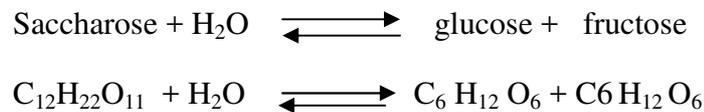
D : glandes pharyngiennes, **S** : œsophage, **H** : jabot, **V** : proventricule, **M** : intestin moyen

Fig.4 - Schéma de l'anatomie du tube digestif de l'abeille (MAURIZIO, 1968 *in* CHAUVIN, 1968)

1.4.2 - Formation du miel par l'abeille

Lorsque la butineuse rentre à la ruche, elle régurgite de son jabot le liquide récolté, au niveau de ses pièces buccales (Fig. 5), entre ses mandibules ouvertes, et le transmet à d'autres ouvrières. Le transfert s'opère en quelques secondes. C'est ce qu'on appelle la « trophallaxie » (Fig. 6), et la butineuse répète ce comportement plusieurs fois pour vider le contenu de son jabot. (LE CONTE, 2003 *in* CLEMENT, 2003 et BIRI, 2010). Cette transformation résulte de plusieurs effets (GARETT et GRISHAM., 2000) :

1° Selon GONNET (1982) et MAURIZIO (1968) *in* CHAUVIN (1968), les abeilles transforment les sucres du nectar sous l'action de l'invertase « gluco-invertase », hydrolyse le saccharose en glucose et en fructose selon l'équation suivante :



2° L'abeille refoule le contenu de son jabot dans un alvéole; la goutte de liquide sucré s'étale et perd de l'eau par l'effet de l'air issu de la ventilation rapide d'ailes des ouvrières. Après quelques jours, la teneur en eau du nectar est de plus en plus faible. Elle varie du 40 à 60 % jusqu'à 17 à 20 %. Le nectar devient alors un miel « mûr » entreposé dans les alvéoles, que les abeilles ferment avec de la cire (PROST, 1979).

3° La production d'une petite quantité d'acide gluconique à partir du glucose, réaction catalysée par une glucose oxydase (La glucose oxydase est présente dans le miel où il agit comme agent naturel de préservation, réduisant l'oxygène atmosphérique en peroxyde d'hydrogène) (GARETT et GRISHAM, 2000).

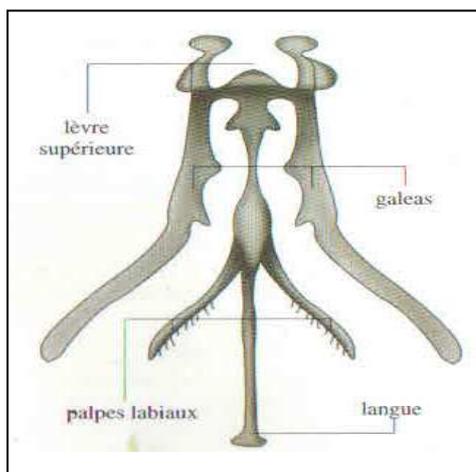


Fig.5 - Appareil buccal de l'ouvrière (RAVAZZI, 2003)



Fig.6 - Deux abeilles pratiquent la trophallaxie (MARCHENAY et BERARD, 2007)

1.5 - Composition et propriétés du miel

1.5.1 - Composition biochimique du miel

On constate que le miel n'est pas un produit stable; il évolue de façon continue au cours du temps. La probabilité pour rencontrer deux miels de composition rigoureusement semblable est faible ce qui nous amène à dire que ces variations ont pour origine la qualité du nectar produit par la plante et encore aussi la nature de sol sur le quelle elle vit (LOUVEAUX, 1968 in CHAUVIN, 1968 et GONNET 1982).

Selon *Codex Alimentarius*, le miel consiste essentiellement en différents sucres surtout en fructose et en glucose, ainsi que d'autres substances comme des acides organiques, des enzymes (Fig. 7).

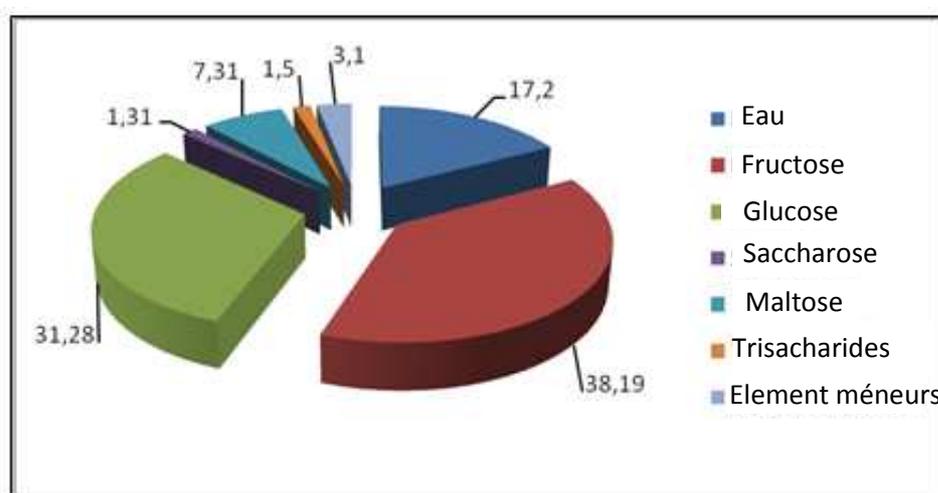


Fig.7 - Diagramme de composition du miel (GONNET, 1982)

1.5.1.1 - Eau

L'eau est le composant le plus important de la composition chimique du miel (16 à 20 %) (KRELL, 2001). Sauf les miels de bruyère et les miels de trèfle, peuvent présenter des teneurs plus élevées qui dépassent 23% (CLEMENT, 2003). Selon GONNET (1982), seuls les miels dont la teneur en eau est inférieure à 18 % sont de bonne conservation et ne fermentent pas.

1.5.1.2 - Glucides

Ils représentent la plus grande partie des constituants du miel de 95 à 99% de la matière sèche (LOUVEAUX, 1968 in CHAUVIN, 1968). La majorité d'entre eux sont le fructose et le glucose sucres simples représentant 85 à 95% des sucres totaux, De nombreux autres sucres sont également présents dans le miel, en plus faible quantité tels que

disaccharides (saccharose, le maltose et de l'isomaltose) et trisaccharides., plus les oligosaccharides (Melesitose, isomaltotriose, isopanose, erlose, panose, maltotriose, kestose et le cellobiose qui se trouvent surtout dans les miels de miellat (KOLAYLI *et al.*, 2012). Leur présence peut fournir des informations sur la falsification et l'origine botanique du miel. Les miels, avec une teneur faible en glucose et élevée en fructose, restent plus longtemps liquides (KRELL, 2001). La teneur totale en fructose et glucose ne doit pas être inférieure à 60 g pour 100 g d'un miel de fleurs et 45 g pour 100 g d'un miel de miellat ou mélange de miel de miellat avec du miel de fleurs. En ce qui concerne le saccharose, on ne doit pas en trouver plus de 5g dans 100 g de miel (J.O.R.F, 2003).

1.5.1.3 - Les acides organiques

Le miel contient des acides organiques sous forme libre ou combinée (lactones). L'acide gluconique est le principal acide organique retrouvé dans le miel, il est formé à partir du glucose sous l'action d'une glucose-oxydase. D'autres acides tels que les acides citrique, malique, maléique, formique et succinique peuvent aussi être présents dans le miel. (GONNET, 1982), lui conférant un pH en moyenne de 3,9 (BALLOT FLURIN, 2010).

L'acidité totale du miel s'exprime en milli-équivalents par kilogramme (meq/kg), elle est la somme de l'acidité libre et de celle de lactones (LOUVEAUX, 1968 *in* CHAUVIN, 1968).

1.5.1.4 - Hydroxyméthyl furfural

L'hydroxyméthylfurfura, (HMF), est un produit de dégradation du fructose (un des principaux sucres du miel) qui se forme lentement et naturellement durant le stockage du miel, avec une perte de 3 molécules d'eau (Fig. 8), et beaucoup plus rapidement lorsque le miel est chauffé. La présence d'H.M.F. dans un miel est donc un révélateur de dégradation plus au moins avancée du produit (BRADBEAR, 2010).

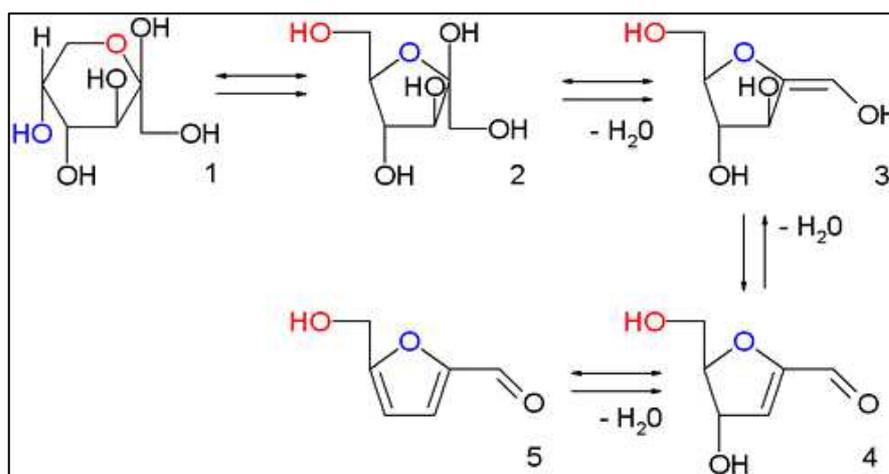


Fig.8 - Dégradation des sucres en hydroxyméthyl furfural (BOGDANOV, 2009)

1.5.1.5 - Protides

Les miels convenablement récoltés sont pauvres en protéines, on y trouve 19 acides aminés libres et des protéines. La source de protéine dans la ruche étant le pollen. Le miel le plus protéiné est le miel de bruyère callune qui en contient 2 %. Plusieurs acides aminés libres (lysine, histidine, arginine et acide aspartique) sont rencontrés dans le miel (GONNET, 1982). La proline est l'acide aminé le plus important du point de vue quantitatif (49 et 59% de la teneur total en acides aminés libres des miels de nectar et de miellat, respectivement) (CHMIELEWSKA, 2004 *in* TOMASIK, 2004).

1.5.1.6 - Sels minéraux

La teneur en sels minéraux d'un miel est en général faible (moyenne de 0,169%), avec d'importantes variations: les miels foncés en contiennent plus que les miels clairs (LOUVEAUX, 1968 *in* CHAUVIN, 1968).

Selon GONNET (1982), les méthodes radiométriques les plus modernes permettent de découvrir la présence de différents éléments minéraux dans le miel (Na, Ca, Mg, P, S,...), et le potassium étant l'élément le plus abondant environ 80% de la matière minérale.

On trouve aussi, malheureusement, dans beaucoup de miels, des résidus de polluants (antibiotiques, traces de métaux lourds, herbicides et désherbants, pesticides, fongicides) (BALLOT FLURIN, 2010).

1.5.1.7 - Constituants divers

Du point de vue qualitatif, le miel contient de très grand nombre de substances plus au moins bien connues, mais en très faible quantité :

➤ Vitamines

Le miel est un aliment pauvre en vitamines, parmi les vitamines : A, B2, C, B6 et PP (LOUVEAUX, 1968 *in* CHAUVIN, 1968 et CHMIELEWSKA, 2004 *in* TOMASIK, 2004),

Les vitamines solubles dans l'eau sont intéressantes car elles peuvent être de bons indicateurs de l'origine et de la fraîcheur (MARCO *et al.*, 2012).

➤ Lipides

Ils sont pratiquement inexistant dans le miel; on a identifié cependant des glycérides et des acides gras tels que l'acide palmitique, les acides oléique et linoléique (GONNET, 1982),

➤ Colloïdes

La teneur en colloïdes varie entre 0,1 et 1%. Ils sont constitués principalement par des protéines, des substances cireuses, des pigments, des pentosanes et

des substances diverses. Les colloïdes sont responsables de la turbidité lorsqu'on dilue un miel dans l'eau (LOUVEAUX, 1968 *in* CHAUVIN, 1968).

➤ **Substances aromatiques**

Le miel contient de nombreuses substances aromatiques sous formes des traces, qui lui donnent sa saveur. Seules quelques unes ont été identifiées, notamment le méthylantranilate (dans les miels d'orangers, et lavande) et le formaldéhyde, l'acétaldéhyde et le diacétyl (dans les miels de colza, et trèfle). On trouve aussi dans la plupart des miels des alcools (éthanol, butanol, propanol, méthyl-butanol), des esters (GONNET, 1982),

➤ **Les composés phénoliques**

De nombreuses études sont consacrées à la propolis, source importante de composés phénoliques, notamment de flavonoïdes. On en distingue trois familles: les acides benzoïques, les acides cinnamiques et les flavonoïdes. Leur composition dans le miel varie aussi avec l'origine florale. Les substances phénoliques interviennent également sur la couleur du miel: la couleur jaune, par exemple, est liée aux flavonoïdes (AMIOT. *et al.*, 1989).

Le miel contient des constituants figurés tels que les grains de pollen, les levures, les grains d'amidon, les spores de champignons et la poussière minérales. la teneur en constituants figurés est très faible. Ces éléments figurés principalement le pollen, aident à la détermination de l'origine botanique et géographique des miels (GONNET, 1982).

1.5.2 - Propriétés physiques du miel

En plus des propriétés chimiques qui sont détaillées précédemment, les propriétés physiques sont essentielles pour déterminer la qualité du miel.

1.5.2.1 - Densité

La densité (densité relative) d'un miel est le rapport, exprimé en nombre décimal, de la masse volumique de ce miel à la masse volumique de l'eau pure à 4° C. La masse volumique s'exprime en kg / dm³. La densité du miel varie approximativement de 1,36 à 1,5 (CHEFROUR *et al.*, 2009).

1.5.2.2 - Conductibilité électrique

La conductibilité électrique représente la capacité d'un corps qui permet le passage du courant électrique. Elle est exprimée en (S/cm), et selon leur origine des miels. D'une façon générale, les miellats ont une conductibilité électrique beaucoup plus élevée que les miels de fleurs (LOUVEAUX, 1968 *in* CHAUVIN, 1968).

1.5.2.3 - Turbidité

Lorsque les miels sont sous forme liquide. Ils sont généralement très transparents. Cette turbidité est due aux particules en suspension: graines de pollen, poussières, levures, particules de cire et de propolis, colloïdes, protéines (GONNET, 1982).

1.5.2.4 - pH

Le pH ou (potentiel Hydrogène) détermine dans une solution la concentration des ions dissociés H^+ (acide) ou OH^- (basique). Les phénomènes de dégradations spontanées du miel lors de son vieillissement naturel ou d'un chauffage sont largement dépendants du pH.

Le pH d'un miel est fonction de la qualité d'acides ionisables qu'il renferme (ion H^+) ainsi que de sa composition minérale (ions H^-). Plus le taux des matières minérales est fort et plus le pH du miel se rapproche de la neutralité (GONNET, 1982).

Selon GONNET (1985), le miel est mis en solution à 10% dans de l'eau distillée. On mesure le pH à l'aide d'un pH-mètre, généralement le miel et miellat couvrent deux unités pH :

- Entre 3,5 et 4,5 pour les miels issus de nectar ou en léger mélange à des miellats,
- Entre 4,5 et 5,5 pour les miels de miellat.

1.5.2.5 - Indice de réfraction

L'indice de réfraction (IR) est une propriété optique qui caractérise toute substance transparente, Cette indice est fonction de la teneur en eau et de la température. Le IR du miel est d'autant plus élevé que sa teneur en eau est plus basse. Il faut apporter un facteur de correction aux résultats obtenus, la correction est additive si la température est inférieure à 20° C. et soustractive dans le cas contraire. Le tableau de CHATAWAY (Tab 4, Annexe 1) permet de connaître l'indice de réfraction directement à 20°C. La plupart des refractomètres donnent l'indice de réfraction, la teneur en matière sèche (LOUVEAUX, 1968 *in* CHAUVIN ,1968 et GONNET, 1982).

1.5.2.6 - Viscosité

La viscosité du miel varie en fonction de sa composition et en particulier sa teneur en eau. La viscosité est très élevée à basse température. Elle décroît rapidement lorsque la température augmente (Tab. 5). La viscosité est un paramètre technique important au cours du traitement du miel, car elle réduit le débit de miel lors de l'extraction, de pompage, décantation, filtration, le mélange et la mise en bouteille (GONNET, 1982 et KRELL, 2001).

Tableau 5 - Viscosité des miels (GONNET, 1982)

Types de miel	Eau (%)	Température (°C)	Viscosité (poises)
Mélilot	16,1	13,7	600
		20,6	189,6
		29,0	68,4
		39,4	21,4
		48,1	10,7
		71,1	2,6
Sauge	18,6	11,7	729,6
		20,2	184,8
		30,7	55,2
		40,9	19,2
		50,7	9,5
Trèfle blanc	13,7	25,0	420,0
	14,2		269
	15,5		138
	17,1		69,0
	18,2		48,1
	19,1		34,9
	20,2		20,4
	21,5		13,6

1.5.2.7 - Hygroscopicité

Le miel, spécialement lorsqu'il est riche en fructose, est très hygroscopique, c'est-à-dire qu'il absorbe l'humidité de l'air lorsque le récipient n'est pas fermé. Cela peut conduire à une hausse de la teneur en eau et peut faire fermenter le miel. Il est donc important que le miel soit toujours stocké dans des récipients aux couvercles bien ajustés. D'après le Tableau 6, dans le cas normal la teneur en eau du miel est égale ou moins de 18,3 %, tandis que dans le cas où le miel va absorber l'humidité de l'air, la teneur en eau dépasse 30% (KRELL, 2001 et BRADBEAR, 2010).

Tableau 6 - Hygroscopicité des miels (KRELL, 2001)

L'air (HR%)	50	55	60	65	70	75	80
Miel (teneur en eau%)	15,9	16,8	18,3	20,9	24,2	28,3	33,1

1.5.2.8 - Cristallisation

La cristallisation est un phénomène parfaitement naturel, qui intervient après un temps plus ou moins long sur la plupart des miels. Ce phénomène plus ou moins rapide est en fonction de l'équilibre entre ses sucres principaux (fructose et glucose) (GONNET, 1982).

Le glucose a une tendance à se cristalliser rapidement alors que le fructose à une tendance de rester liquide. C'est donc le rapport entre ces deux composants qui détermine la rapidité de la cristallisation (RICARD, 2010).

Certains miels, tel le miel de colza se cristallisent en peu de jours. D'autres se cristallisent au bout de quelques mois. D'autres encore, comme les miels de sauge (*Salvia* sp.) ou d'acacia (*Robinia pseudacacia*) ne se cristallisent jamais, même après plusieurs années de conservation (TABOURET, 1979).

1.5.3 - Les propriétés organoleptiques du miel

Le miel est élaboré à partir du nectar et/ou du miellat provenant de plusieurs espèces végétales qui déterminent couleur, texture, parfums et arômes...

1.5.3.1 - Couleur

Selon GONNET (1982), la couleur du miel provient de matières pigmentaires diverses. Elle est en rapport avec leur origine florale, les conditions de stockage et avec leur composition. La couleur du miel peut aller d'une teinte presque incolore au brun sombre tel que les miels grisâtres (tournesol) et les miels verdâtres (miellat). Le chauffage et le vieillissement provoquent une intensification de la coloration du miel (GONNET, 1982 ; KRELL, 2001).

1.5.3.2 - Goût et les arômes

Selon l'origine florale de nectars, le miel peut présenter une grande variété de saveurs et d'arômes différents, provient des nombreuses substances aromatiques diverses (GONNET, 1982). Ce sont des composants volatils qui s'évaporent facilement à plus de 35°C. C'est l'une des raisons qui expliquent la perte de qualité du miel lorsqu'il est réchauffé (BRADBPEAR, 2010). En général, le miel plus foncé a un goût plus fort, par exemple le miel

d'euphorbes est très foncé et amer. Certains nectars donnent au miel un goût agréable (PATERSON, 2008).

1.5.3.3 - Odeur

Le parfum de la plante d'origine est parfois bien reconnaissable dans les miels de fleurs (WEISS, 1985).

1.5.3.4 - Consistance

D'une manière générale on peut dire que tous les miels sont liquides au moment de la récolte. Plus un miel est riche en gomme et en dextrine, plus il restera liquide longtemps. Peu à peu à la température ambiante et surtout en hiver, le miel devient pâteux et plus ou moins dur suivant son origine (SIGNORINI, 1978).

1.6 - Propriétés du miel

6.1 - Valeur alimentaire et diététique

Le miel constitue une véritable source d'énergie (310 cal par 100 g) (SIGNORINI, 1978). Il contient des sucres simples glucose et fructose, ce dernier assimilé facilement par l'organisme. De ce fait le miel :

- ✓ Satisfait les besoins énergétiques de l'organisme surtout pour les sportifs, les personnes fatiguées, les enfants et les personnes âgées ;
- ✓ Favorise la calcification osseuse et dentaire;
- ✓ Facilite l'assimilation des aliments, d'où une meilleure digestion et un meilleur transit intestinal ; et possède un pouvoir antioxydant permettant de prévenir l'apparition de certains cancers.

Le miel n'est pas contre-indiqué et peut être intégré dans la ration alimentaire d'un diabétique, mais seulement dans le cadre stricte de la ration de glucides qui lui est permise journallement pour le bon équilibre de sa maladie (OUDJET, 2012).

6.2 - Propriétés thérapeutiques du miel

Le miel contient aussi des qualités antibactériennes, anti-inflammatoires et antioxydantes, dont l'inhibition de la formation des radicaux libres, en font un aliment de premier plan. Il améliore la rétention du calcium et du magnésium, ainsi que la teneur du sang en hémoglobine (DOMEREGO, 2003 *in* CLEMENT, 2003).

Le miel a inhibé la croissance de nombreuses bactéries, y compris de nombreuses bactéries pathogènes. Il stimule dans l'estomac la croissance des bactéries utiles du type *Bifidus* et d'autres bactéries utiles dans le lait et le yogourt.

Selon la sorte de miel, sa composition est différente et il en va donc de même des propriétés biologiques (Tab.7). Aussi serait-il nécessaire dans la recherche en apithérapie de tester les

différentes sortes de miel. Dans la médecine populaire, on utilise diverses sortes de miel selon les symptômes (BOGDANOV *et al.*, 2006).

Tableau 7 - Indication pour les miels spécifiques selon l'apithérapie (BOGDANOV *et al.*, 2006)

Sorte de miel	Applications
Acacia Liquide et doux	Bon édulcorant pour les diabétiques de type II. Stimule la digestion. Indiqué dans le cas de troubles de l'estomac, de l'intestin, du foie et des reins.
Eucalyptus Foncé et corsé	Indiqué en cas d'infections, d'affections des voies respiratoires et des voies urinaires. Immunostimulant
Bruyère Foncé et corsé	Renforce les défenses immunitaires en cas de fatigue, indiqué en cas de problèmes rénaux et vésicaux.
Châtaignier Foncé et corsé, fort en arôme	Stimule la circulation ; indiqué en cas d'anémie et d'inflammations des reins
Trèfle Clair et doux	Calmant et relaxant.
Lavande Clair et aromatique	Convient bien au traitement des blessures, des brûlures et des piqûres; indiqué en cas d'affections des voies respiratoires.
Tilleul corsé et aromatique	Stimule la transpiration, diurétique, soulage l'irritation, stimule l'appétit; indiqué en cas de refroidissement et de maux de tête.
Fleurs d'oranger Clair et doux	Indiqué en cas de troubles de la digestion et du sommeil.
Colza Clair et doux	Calmant, équilibrant et relaxant.
Romarin Clair et doux	Indiqué en cas d'insuffisance hépatique et circulatoire; en cas de troubles de la digestion, de la bile et du foie.
Sapin Foncé et corsé	Indiqué en cas d'affections des voies respiratoires.
Thym Foncé et corsé	Indiqué en cas d'affections des voies respiratoires.
Dent-de-lion Jaune doré, corsé et aromatique	Nettoie le sang; indiqué en cas d'affections de l'estomac, des reins, du foie et de la bile; en cas d'inflammations des reins et de la vessie.

Chapitre II

Technologie du miel

Chapitre II - Technologie du miel

Le miel est un aliment pur et naturel. Sa qualité est maximale au sortir de la ruche et, pour qu'elle soit préservée, le miel doit être aussi peu manipulé que possible. Le meilleur miel est celui extrait de rayons neufs, de couleur blanche, tandis que celui élaboré dans de vieux rayons sombres peut prendre une teinte foncée. Le miel contenu dans des rayons blancs bien operculé peut être consommé tel quel, avec la cire, et certains consommateurs sont prêts à payer un prix élevé pour ce miel. Commercialiser le miel sous cette forme n'est toutefois pas sans inconvénient, car le conditionnement, le transport et le stockage demandent des soins particuliers. Il est plus facile d'extraire le miel des rayons et de vendre séparément le miel pur, cristallisé ou liquide, et la cire d'abeille (PATERSON, 2008).

2.1 - Récolte du miel

2.1.1 - Prélèvement des cadres

L'apiculteur doit être très vigilant avant la récolte : il est indispensable que le miel soit bien mûr, une concentration insuffisante pouvant avoir de graves conséquences par la suite (le miel trop riche en eau peut fermenter) (DARRIGOL, 2010).

Il ne faut extraire que les cadres dont la quasi-totalité des rayons sont pleins de miel, en veillant bien à ce que les cellules soient operculées (signe d'une bonne maturation). Il ne faut pas toucher au miel qui entoure le couvain car les nourrices en besoin pour nourrir les larves. Dans la majorité des cas, l'apiculteur ne prélève que les cadres situés dans les hausses.

L'apiculteur doit opérer, s'il peut, avant la fin de la miellée, par temps calme, en ayant pris soin de bien enfumer de façon à refouler les abeilles dans le corps de la ruche : les hausses qu'on enlève doivent contenir le moins d'abeilles possibles.

2.1.2 - Extraction du miel

2.1.2.1 - Désoperculation

C'est l'action d'enlever la fine couche de cire recouvrant les alvéoles contenant le miel, on utilise surtout deux instruments qui se valent (WEISS, 1985 ; GAGNON, 1987) :

- ◇ Le couteau à désoperculer dont la poignée supporte une longue lame dont la pointe est légèrement recourbée (Fig. 9). Le couteau est plongé dans l'eau bouillante et essuyé sur un rouleau recouvert de caoutchouc avant d'être glissé sous les opercules.
- ◇ Une fourchette vous permettra de percer les opercules des cadres mal construits sans trop les abîmer (Fig. 10). Les dents très rapprochées sont droites, légèrement coudées ou ondulées. Le rayon repose normalement sur un chassis horizontal ou légèrement

incliné au dessus d'un récipient pas trop profond muni d'un tamis qui retient les opercules tandis que le miel se rassemble dans le fond.



Fig. 9 - Utilisation du couteau pour désoperculer (RAVAZZI, 2003)



Fig.10 - Utilisation de la fourchette pour la perce (RAVAZZI, 2003)

2.1.2.2 - Extraction

Pour ce travail, on doit disposer d'un local bien propre et sans odeur (WEISS, 1985).

Cette opération doit être exécutée avec un extracteur, c'est-à-dire un récipient, en général cylindrique, qui permet d'extraire le miel des rayons sans être endommagés. Les rayons doivent être insérés dans cet appareil lorsque toutes les cellules ont été désoperculées (Fig. 11) ; ils seront ensuite vidés sous l'effet de la force centrifuge. Cet appareil peut être actionné à l'aide d'une manivelle ou, mieux, par un petit moteur électrique réglant la vitesse de rotation (Fig. 12). Par la suite, le miel précipite sur le fond du récipient (BIRI, 2010).

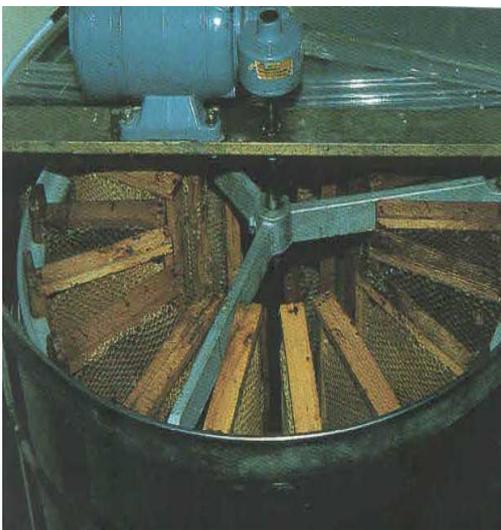


Fig.11 - Remplissage de l'extracteur par les cadres (RAVAZZI, 2003)

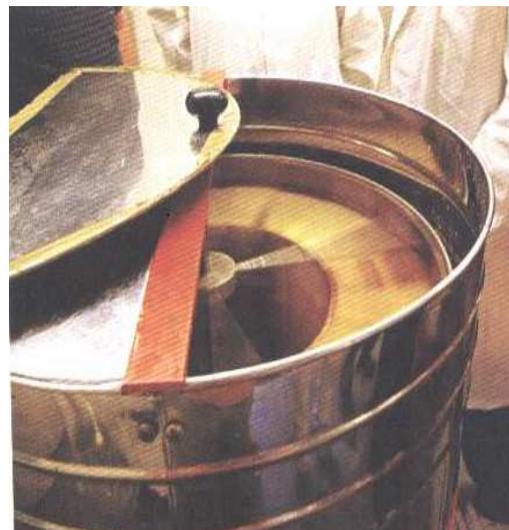


Fig.12 - Extraction du miel (PEACOCK, 2011)

Il existe deux types d'extracteurs :

- L'extracteur tangentiel ;
- L'extracteur radiaire.

2.1.2.2.1 - Extraction tangentielle

L'extracteur tangentiel permet l'extraction du miel d'un seul côté, c'est pour cette raison qu'il est nécessaire de centrifuger deux fois. (Fig. 13).

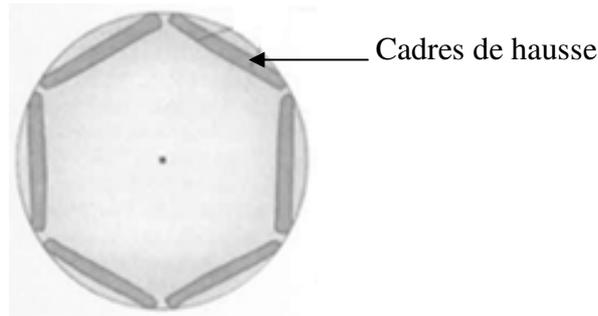


Fig.13 - Extracteur tangentiel à six cadres de hausse (RAVAZZI, 2003)

2.1.2.2.2 - Extraction radiaire

Dans l'extracteur radiaire, les cadres sont disposés comme des rayons de bicyclette (Fig. 14). Le nombre des cadres extraits est en général plus grand que dans l'extracteur tangentiel. Dans ce type, le miel est extrait simultanément de deux faces.

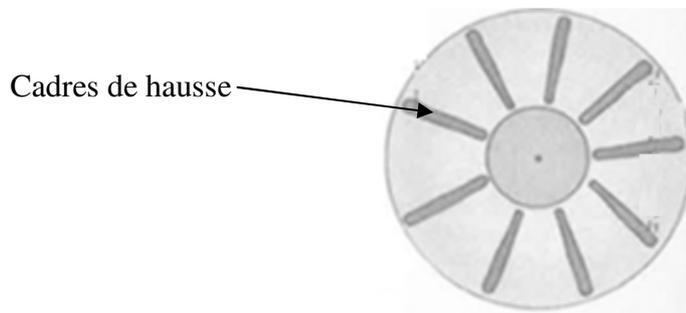


Fig.14 - Extracteur radiaire à neuf cadres de hausse (RAVAZZI, 2003)

2.2 - Filtrage

Le miel, à la sortie de l'extracteur, contient un certain nombre de petits corps étrangers, parmi ces corps (Fig. 15) : des fragments de cire tombés lors de l'enlèvement des opercules et de l'extraction. Il faut les enlever. Ce filtre peut avoir la forme d'une grille métallique dont les mailles très fines retiennent les impuretés (Fig. 16) (WEISS, 1985).

Il s'agit d'un outil utile, mais pas indispensable. On s'en sert pour presser les opercules de cire et récupérer ainsi tout le miel qui est resté à l'intérieur. (RAVAZZI, 2003).

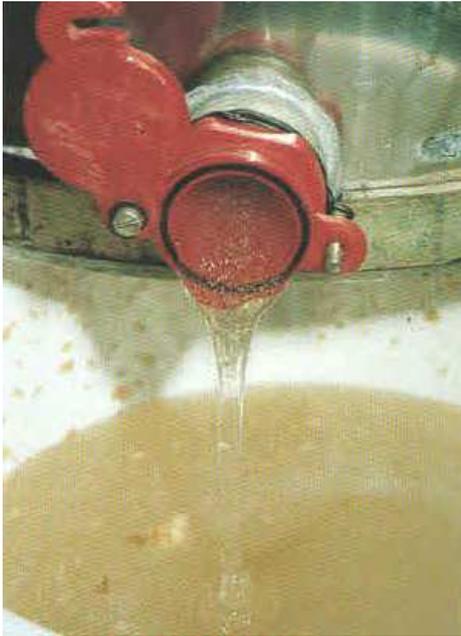


Fig.15 - Triage du miel (RAVAZZI, 2003)



Fig.16 - La filtration (LEQUET, 2010)

2.3 - Maturation du miel

C'est le mûrissement du miel et la séparation de tous les déchets pouvant être entraînés lors de son extraction (GAGNON ,1987). Le maturateur est un récipient en Inox de capacité variable (généralement 50, 100 et 200 kg) (RICARD, 2010). Il ressemble à une cuve, sous forme cylindrique, généralement doté d'un gros robinet, dans sa partie inférieure. Il sert à décanter le miel et, en parallèle, à en favoriser la maturation. Les dernières impuretés et les bulles d'air remontent à la surface, pendant 3 à 5 jours à une température de 20 C°, elles vont former une couche d'écume qu'on enlèvera délicatement avec une raclette de ménage (WEISS, 1985et BIRI, 2010).

2.4 - Conditionnement

Le conditionnement du miel représente l'ensemble des opérations pratiquées de la sortie du maturateur à la fermeture du pot et jusqu'à son stockage (PERREN et CAHÉ, 2002). Cette étape consiste, dès qu'on fait sortir le miel de l'extracteur, à le stocker dans des maturateurs, cette tâche s'effectue en quelques jours voire plusieurs semaines ou mois, qui sera suivie de mise en pots choisis par l'apiculteur (des pots en verre ou en plastique) et qui sont remplis un à un puis fermés immédiatement (CLEMENT, 2003 ; RICARD, 2010).

2.5 - Emballage et étiquetage

Le miel est un produit qui se vend en fonction de son apparence et de l'information donnée sur l'étiquette (Fig. 17). C'est généralement toute l'information que le consommateur doit connaître pour se décider à acheter le produit. Par exemple, le consommateur doit savoir, juste en regardant le pot, si le produit est un miel authentique. Une étiquette attractive, qui informe est efficace et primordial. C'est mieux de commercialiser le miel en indiquant son origine géographique exacte: cela donne au consommateur confiance dans le produit et il peut visualiser jusqu'à un certain point et s'identifier à un type de fleur ou une région. L'étiquette d'un bocal devrait contenir les informations suivantes (ROMANO, 2009 et BRADBEAR, 2010) :

- Type de miel (origine botanique),
- Lieu et région de production,
- Année de production,
- Nom et adresse du producteur,
- Poids du miel dans le pot.



Fig. 17 - Les pots de miel après la maturation

(Photographie Originale)

2.6 - Conservation et stockage

Le miel est l'un des derniers produits naturels qui arrive sans transformation chez le consommateur. C'est ce qui fait son image de marque auprès des partisans d'une alimentation saine et naturelle. Il faut donc conserver cette qualité en mettant autant de soins que possible à le récolter.

De préférence, on conserve le pot du miel, couvercle bien fermé, dans un endroit sain, sec, frais et à l'abri de la lumière et la chaleur (le pot peut être conservé dans un placard et non au réfrigérateur) (BRADBEAR, 2010 et RICARD, 2010).

La température est un autre élément important de la conservation du miel. A plus de 40°C, les enzymes contenues dans le miel sont détruites: il est dénaturé. Une température stable, comprise entre 10 et 15 °C. avec une humidité ambiante inférieure à 60%. Ce type de stockage ralentit les réactions chimiques responsables du vieillissement du miel (PERRIN et CAHÉ, 2002). Selon BOGDANOV *et al.* (2004), le miel contenu dans des récipients non étanches et entreposé dans un endroit humide, va absorber de l'eau, ce qui peut mener à une fermentation. Le tableau 8 montre les différents appareils adaptés au travail.

Tableau 8 - Différents appareils adaptés au travail du miel (PERRIN et CAHÉ, 2002).

Phase du travail	Matériels utilisés
Désoperculation	-Couteau à désoperculer (manuel ou chauffant) -Bac à désoperculer -Machine à désoperculer manuelle.
Extraction	-Extracteur tangentiel ou radial (adaptable jusqu'à une capacité de 20 cadres)
Travail des cires d'opercules	-Panier sécheur d'opercules -Pressoirs (CAPACIT2 (50 litres)
Maturation	Maturateurs de différentes capacités (100 kg, 200 kg, 350 kg et 500 kg.

2.7 - Transformation du miel pendant sa conservation

Comme tout produit biologique, le miel subit au cours du temps des modifications qui ont une importance plus ou moins grande pour sa conservation.

2.7.1 - Fermentation

C'est l'accident de conservation le plus grave, il provoque une altération du miel, due à des levures osmophiles, ce sont des organismes glucidophiles (FLECHE *et al.*, 1997). Ces derniers proviennent du nectar, mais également de pollutions accidentelles dues aux abeilles ou intervenant après la récolte (GONNET, 1982). La fermentation peut intervenir lorsque plusieurs facteurs sont favorables :

- ◇ Une teneur en eau du miel supérieure à 18%,
- ◇ La présence de levures vivantes en quantité suffisante,
- ◇ Une température voisine de 16°C. et comprise de toute façon entre 10 et 25° C.

Pour éviter ce phénomène, l'apiculteur conserve le miel dans un magasin ou l'entrepôt sec et contrôle régulièrement l'humidité du local par un hygromètre. Il doit veiller à ce que le miel récolté soit suffisamment sec. Idéalement, la teneur en eau d'un miel ne doit pas dépasser 18% (PROST, 1979 et WEISS, 1985).

Selon GONNET (1982), les levures osmophiles du miel sont très sensibles à la chaleur ; elles sont facilement détruites par un chauffage de 2 à 3 minutes à 70°C. La pasteurisation est le traitement préventif le plus efficace pour les miels à hauts risque de fermentation.

2.7.2 - Cristallisation

La cristallisation du miel n'est pas une altération, c'est une modification de l'état physique du produit. Cependant un miel cristallisé est généralement plus fragile que l'était le même produit à l'état liquide et sa conservation est donc plus difficile à assurer (GONNET, 1982). Les facteurs qui contribuent à réaliser une cristallisation rapide sont :

- ◇ Un rapport fructose sur glucose faible favorise l'apparition et la multiplication des granulations et entraîne une cristallisation rapide du miel,
- ◇ Un rapport quantitatif élevé entre le glucose et l'eau favorise aussi l'apparition et la multiplication des granulations. Plus ce rapport est faible (inférieur à 1,05), plus le miel contient de l'eau et plus le miel restera à l'état liquide. Plus ce rapport est élevé (supérieur à 1,45), plus le miel cristallisera rapidement (DAILLY, 2008),
- ◇ La température optimale pour la cristallisation du miel se situe entre 10 et 18°C. Une température constante de 14°C est idéale. Au dessus de 25°C et au dessous de 5°C la cristallisation ne se produit pas ou se produit très lentement (GONNET, 1982 et BOGDANOV, 1999).

La figure 18 résume les étapes de la production du miel

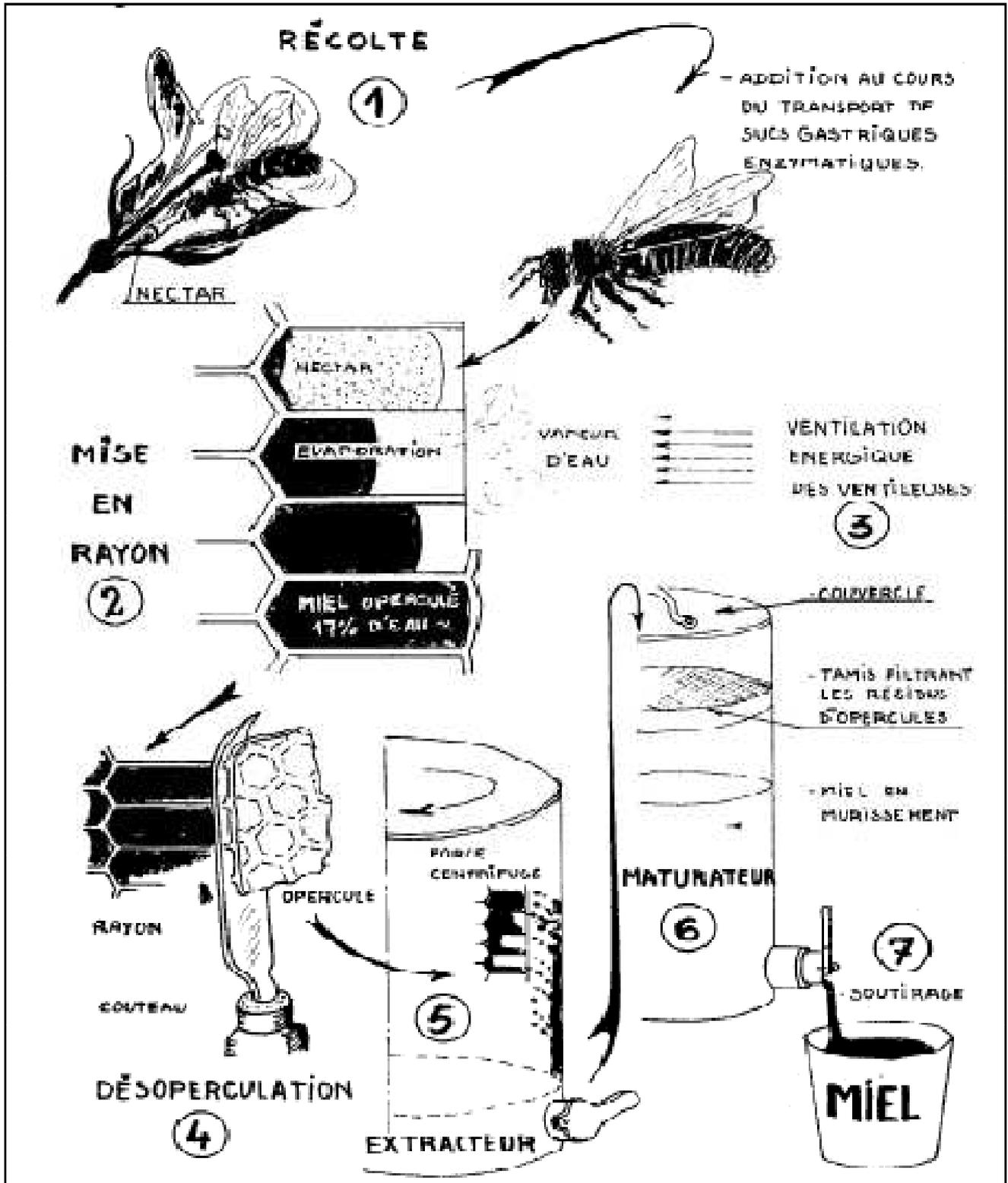


Fig. 18 - Les étapes de production du miel (GAGNON, 1987)

Chapitre III

Contrôle de la qualité du miel

Chapitre III - Contrôle de la qualité du miel

Afin de progresser et de valoriser correctement le miel, l'apiculteur applique des critères concernant la qualité du miel qui sont cités comme suite :

3.1 - la qualité du miel

La qualité du miel est déterminée par les caractéristiques chimiques, physiques et microbiologiques. Les critères qui définissent la qualité physico-chimique de miel sont spécifiés par la directive CE 2001/110. Les principaux critères d'intérêt sont la teneur en humidité, conductivité électrique (CE), la teneur en cendres, la réduction et les sucres non réducteurs, l'acidité libre, l'activité diastatique et en teneur en hydroxyméthyl furfural (HMF), indicateur de son état de dégradation, ainsi que les analyses polliniques qui déterminent l'origine botanique du miel (BRUNEAU, 2003 et MONIRUZZAMAN *et al.*, 2013).

3.1.1 - Facteurs essentiels de la qualité du miel

D'après BOGDANOV (1999), le miel qui est vendu en tant que tel ne doit pas contenir d'autres aliments comme les additifs. Il 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. Il 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. Le miel ne doit pas être fermenté ou moussé.

3.2 - Caractéristiques physicochimiques du miel

3.2.1 - Densité

La densité c'est le rapport entre le poids d'un volume d'une substance au poids du même volume d'eau, à des températures spécifiées (WHITE, 1992 *in* GROUT, 1992). La valeur moyenne de la densité du miel est de 1,4225 à 20°C (ROSSANT, 2011).

3.2.2 - Conductibilité électrique

La mesure de la conductivité (propriété d'un corps à permettre le passage du courant) donne de précieux renseignements sur l'origine botanique et permet notamment de différencier les miels de fleurs des miels de miellat (BOGDANOV, 1999).

La conductivité électrique de miel est définie comme étant celle d'un poids de 20% dans une solution de volume dans l'eau à 20°C. (BOGDANOV, 2002). Elle est fonction de la teneur de miel en matière ionisable. La conductibilité est un bon critère de l'origine botanique du miel et est donc très souvent utilisée dans les contrôles de routine de miel. Il est connu que les

miels foncés sont les plus riches en matières minérales ionisables, donc conductrices du courant (GONNET, 1982).

Selon le Journal Officiel de Communautés Européennes, la conductibilité électrique du miel de nectar inférieure à 0,8 mS/cm. Celle du miel de miellat est supérieure à 0,8 mS/cm.

3.2.3 - Le pH

La plupart des miels sont acides, (BOGDAVOV, 2009). Les miels de fleurs possèdent le plus souvent des valeurs de pH faibles (3,3 à 4,6). Une Exception est fait pour les miels de fleurs de châtaignier qui ont une valeur pH relativement élevée allant de 5 à 6 (BOGDAVOV *et al.*, 2009).

La connaissance de cet indice fournit déjà une bonne indication sur l'origine des produits. Le miel est mis en solution à 10% dans de l'eau distillée, on mesure le pH à l'aide d'un pH-mètre.

3.2.4 - La teneur en eau

La teneur en eau est l'une des caractéristiques les plus importantes des miels, qu'apporte le réfractomètre. La teneur en eau ou le pourcentage d'eau, c'est la quantité d'eau contenue dans 100 g de miel (LOUVEAUX, 1968 *in* CHAUVIN, 1968). La teneur en eau du miel peut varier entre 13 et 23 %, selon la source du miel, les conditions climatiques et d'autres facteurs. Si la teneur en eau du miel est supérieure à 20 %, le miel a des aptitudes de fermenter. Une faible teneur en eau est donc très importante. La teneur en eau se mesure en utilisant un réfractomètre à miel (Fig. 19), un petit instrument qui mesure la réfraction de la lumière lorsqu'elle passe à travers un prisme sur les quelques gouttes de miel ayant été appliquées (BRADBEAR, 2010).

Un miel trop sec montre une viscosité élevée et peut poser des problèmes de cristallisation, par contre un miel trop humide risque de fermenter (DAILLY, 2008).

La limite légale fixée par la directive européenne CEE 2001 /110 est de maximum 20% (DAILLY, 2008).

Selon La législation en France, la teneur en eau en général, ne doit pas dépasser 20%, à l'exception du miel de bruyère (*Calluna*) qui possède une teneur plus élevé soit de 23%.



Fig. 19 - Réfractomètre portable model RHB – 90 (BRUNEAU, 2011)

3.2.5 - Teneur en cendres

La teneur en cendres est un critère de qualité qui dépend de l'origine botanique du miel (BOGDANOV, 2002).

Selon LOUVEAUX (1968), les miels clairs sont nettement moins riches en cendres que les miels foncés (WHITE, 1992 *in* GROUT, 1992).

Il y a une corrélation directe entre la conductibilité électrique et la teneur en cendre ou en sels minéraux : plus la conductibilité électrique est grande, plus la teneur en sels minéraux est élevée (Tab. 9). (IMDORF *et al.*, 1985 et ZERROUK, 2011).

Tableau 9 - Les constituants minéraux du miel (mg/kg) (WHITE, 1992 *in* GROUT, 1992).

Eléments	Miel clairs			Miel foncés		
	Moyennes	Minimum	Maximum	Moyennes	Minimum	Maximum
K	205	100	588	1676	115	4733
Cl	52	23	75	113	48	201
S	58	36	108	100	56	126
Ca	49	23	68	51	5	266
Na	18	6	35	76	9	400
P	35	23	50	47	27	58
Mg	19	11	56	35	7	126
SiO ₂	22	14	36	36	13	72
Si	8,9	7,2	11,7	14	5,4	28,3
Fe	2,4	1,2	4,8	9,4	0,7	35,5
Mn	0,3	0,17	0,44	4,09	0,52	9,53
Cu	0,29	0,14	0,70	0,56	0,35	1,04

3.2.6 - Activité de la diastase et invertase

Les enzymes sont des protéines complexes formés dans des cellules vivantes qui provoquent les nombreux processus et des réactions des matériaux vivants. Le miel contient naturellement de petites quantités d'enzymes. Les enzymes sont prédominantes dans le miel diastase (amylase), invertase (α -glucosidase) et le glucose oxydase. D'autres, dont la phosphatase acide, catalase qui peuvent également être présents (ODDO *et al.*, 1990 et VORLOVÁ et PŘIDAL, 2002).

L'activité diastasique désigne l'activité d'une enzyme appelée diastase ou α -amylase. Celle-ci naturellement présente dans le miel car elle est sécrétée par les abeilles afin d'hydrolyser l'amidon et les sucres complexes contenus dans les nectars et miellats qu'elles récoltent, dans le but de s'en nourrir (WILMART *et al.*, 2011). L'origine florale du miel influe également sur sa teneur en diastase. Par exemple, les miels d'agrumes et de trèfle ont tendance à contenir moins de diastase (MUTSAERES *et al.*, 2005).

Invertase est l'enzyme qui hydrolyse le saccharose en fructose et en glucose. Il est ajouté à du nectar par les abeilles. La réaction chimique qui en résulte est une étape clé dans la maturation du nectar en miel. Invertase a été considérée comme responsable de la plupart des changements chimiques qui ont lieu lors de la conversion du nectar en miel (BABACAN et RAND, 2005).

ORANTES-BERMEJO et FERNANDES - PÍNAR, (2002), signalent que l'invertase a été détruite plus rapidement que l'amylase lorsque le miel est chauffé, si l'activité invertase pourrait être un meilleur indicateur de la qualité du miel que l'activité diastase. WHITE *et al.*, (1964) ont affirmé que l'invertase est préférable à la diastase car plus sensible au chauffage.

3.2.7 - Hydroxyméthyl furfural

L'apparition de ce composé est la transformation du fructose (un des principaux sucre du miel) en hydroxyméthyl furfural (MARCEAU *et al.*, 1994 ;). On trouve également beaucoup d'HMF dans le sucre de canne chauffé ou dans les sirops de sucre invertis. La teneur en HMF indique donc si le miel a été falsifié ou si on y a ajouté des sucres. Ce produit se forme très lentement au fil du temps et son évolution est exponentielle (Fig. 20) (BRUNEAU, 2003 *in* CLIMENT, 2003).

WHITE (1992), signale que HMF fournit des informations sur l'éventuel surchauffage du miel.

Selon HOYET (2005), tous les miels n'évoluent pas de la même façon: les miels de nectar atteignent entre 5 et 15 mg/kg de HMF au bout de deux ans, alors que les miels de miellats (souvent plus riches en fructose et plus acides), peuvent atteindre 25 mg/kg de HMF.

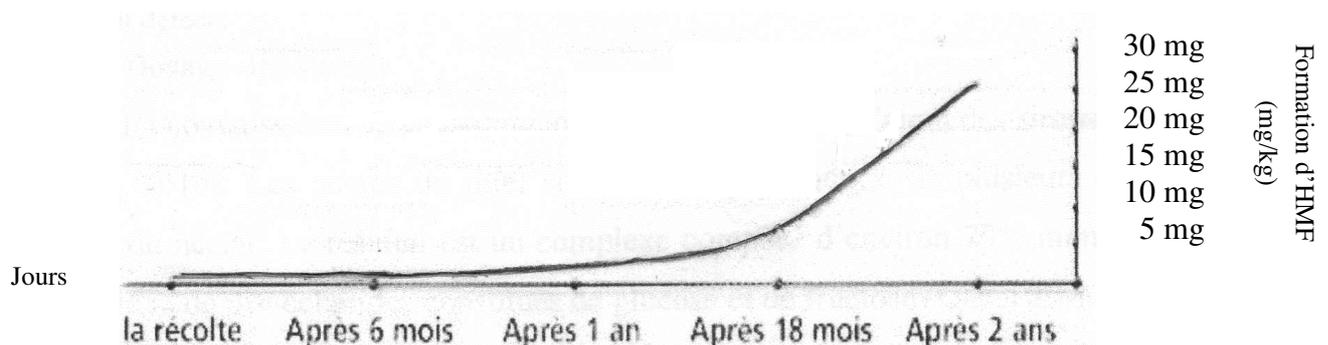


Fig. 20 - Evolution de la teneur en HMF au cours du temps (BRUNEAU, 2003 *in* CLIMENT, 2003)

Les données de la figure 20, montrent que la teneur en HMF augmente significativement avec le temps surtout après deux ans de conservation.

Selon *Codex Alimentarius*, La teneur en hydroxyméthyl furfural 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.

3.2.8 - L'acidité

L'acidité est un critère de qualité importante. La fermentation du miel provoque une augmentation de l'acidité dans le miel (BOGDANOV, 1999).

L'acidité libre permet de juger le vieillissement du miel (MOLLET, 2010). Les acides jouent un rôle déterminant dans la formation de son goût, l'acide principal est l'acide gluconique. Il est produit par action d'une enzyme de l'abeille sur le glucose, la gluco-oxydase. On trouve aussi dans le miel d'autres acides qui se représentent en faible quantité comme : l'acide acétique, formique, citrique, lactique, malique, malique et oxalique (BOGDANOV, 2006) (Tab. 10).

Les projets de l'Union européenne et du *Codex Alimentarius* proposent une même valeur pour l'indice d'acidité qui est de 50 milliéquivalents d'acides par kg.

Tableau 10 - Différents acides caractéristiques des miellées (mg/kg) (BOGDANOV, 2006)

variétés	Acide citrique	Acide gluconique	Acide malique	Acide pyruvique	Acide quinique
<i>Calluna vulgaris</i>	0,267	3,798	0,153	0,029	0,107
<i>Erica sp.</i>	0,131	4,933	-	0,011	3,513
<i>Lavandula lantfolta</i>	0,136	3,706	-	0,026	0,123
<i>Quercus sp.</i>	1,191	2,199	0,897	0,002	0,015
<i>Rosmarinus off.</i>	0,049	2,437	-	0,019	0,051
<i>Thymus sp.</i>	0,650	1,766	0,313	0,010	-

- : Non détecté

3.2.9 - Dosage des sucres

La connaissance de ce paramètre permet de détecter l'ajout des sirops dans le miel (MOLLET, 2010). Les sucres du miel sont formés par l'action de plusieurs enzymes sur le saccharose du nectar. Le résultat est un complexe composé d'environ 70% monosaccharides

et de 10 à 15% de disaccharides constitués de glucose et de fructose (OUCHEMOUKH *et al.*, 2010).

Le rapport fructose/glucose est souvent considéré comme le facteur déterminant de la cristallisation du miel (DAILLY, 2008). Les chiffres des rapports fructose/glucose (F/G) est spécifiques à chaque variété de miel (BOGDANOV, *et al.*, 2008). Le fructose est mieux soluble dans l'eau que le glucose, de sorte que le miel dont le taux de fructose est élevé reste plus longtemps liquide que celui dont la teneur en glucose est élevée (Fig. 21).

La législation en France fixe les normes de la teneur en fructose et en glucose (totale des deux).

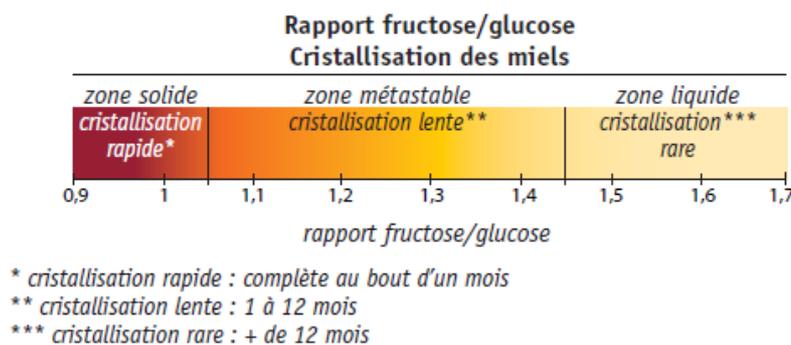


Fig. 21 - L'influence du rapport fructose /glucose sur la cristallisation des miels (DAILLY, 2008)

3.2.10 - Proline

Le miel contient quelques quantités d'acides aminés et de la proline qui est les plus importante. La teneur en proline donne des informations sur la maturité du miel et peut servir à détecter des falsifications (DI GERONIMO et FRITZ, 2001). En générale un miel mûr, contient une valeur minimale de proline ne dépassant pas 180 mg/kg. (BOGDANOV *et al.*, 2004).

3.3 - Caractérisation pollinique du miel

En botanique, pour connaitre, définir et classer, les arbres, les arbustes, nous ne pouvons actuellement nous contenter des caractères morphologiques, anatomiques et écologiques ; parmi les caractères recherchés pour différencier les plantes, il est nécessaire d'inclure les caractères palynologiques (AYTUĞ ,1969).

3.3.1 - Pollen

Le grain de pollen étant une cellule vivante joue un rôle déterminant dans la reproduction sexuée des végétaux. Il s'agit du vecteur de l'élément mâle des plantes à fleurs. Toute fois, ce n'est pas leur seul rôle biologique, donc leur contenu vivant, qui a valu à ces particules microscopiques leur intérêt scientifique. Leur enveloppe, appelée sporoderme, présente plusieurs propriété qui en justifient l'étude et l'utilisation dans de nombreux domaines. Elle confère en effet au pollen de chaque plante une particularité souvent

prononcée qui résulte d'une combinaison, d'une multitude de critères comme sa taille et sa forme ou son ornementation (LEZINE, 2008) (Fig. 22).

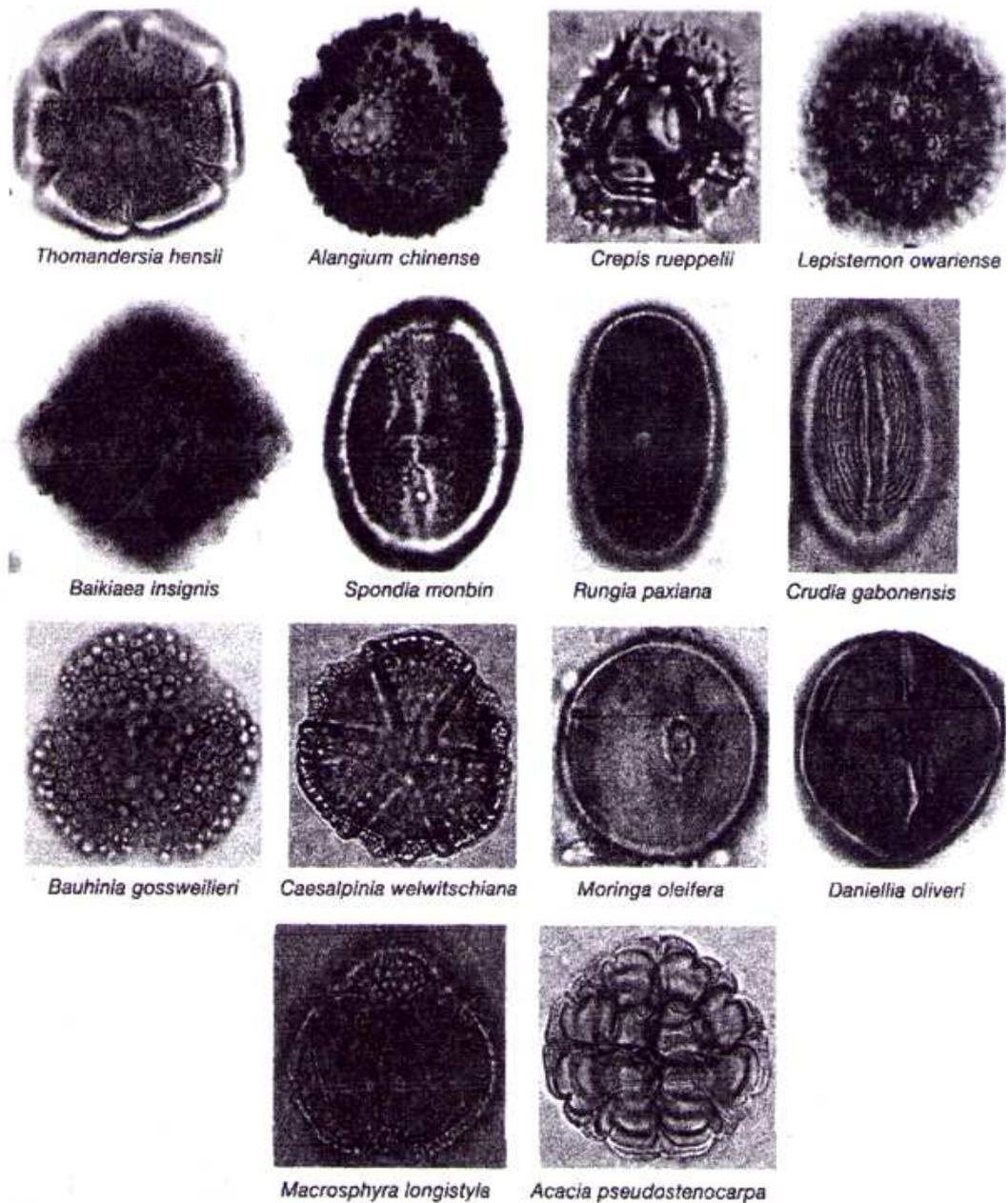


Fig. 22 - Quelques grains de pollen de la flore d'Afrique (LEZINE, 2008)

3.3.1.1 - Morphologie d'un grain de pollen

Le grain de pollen a une morphologie très variable selon les espèces végétales. Cependant, et en général, le grain de pollen est limité par une membrane cytoplasmique, une paroi cellulosique, l'intine et une paroi spéciale, l'exine. L'intérieur du grain est constitué par le cytoplasme contenant deux noyaux : végétatif et reproducteur, et

d'origine chargé de réserves utilisées au moment de la germination. Le cytoplasme est très appauvri en eau et très enrichi en matière sèche (TRACHI *et al.*, 2011) (Fig. 23).

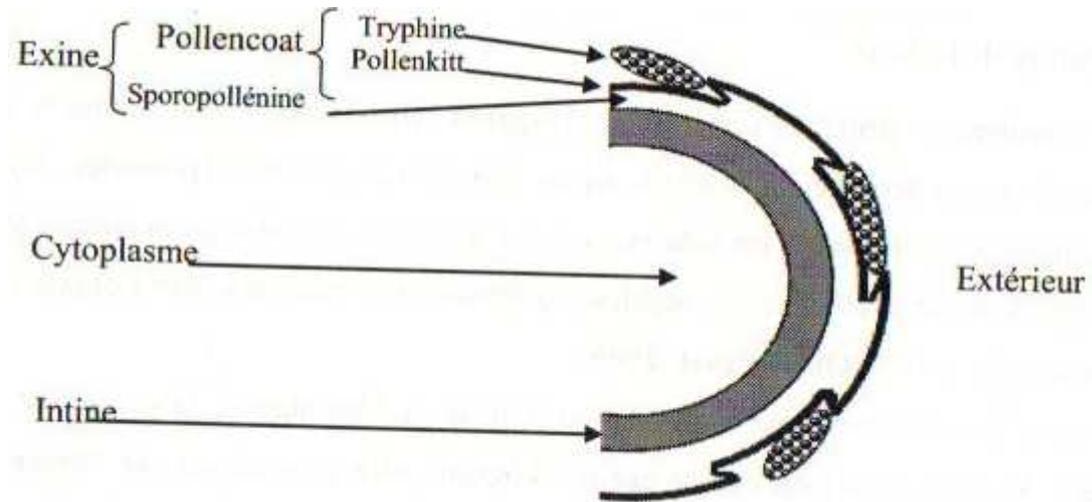


Fig. 23 - Coupe schématique de la paroi d'un grain de pollen (TRACHI *et al.*, 2011)

3.3.1.2 - Nomenclature utilisée pour la description des grains de pollen

Les grains de pollen sont de taille et de forme variables. On les distingue à partir d'un certain nombre de critères morphologique. Jusqu'à 656 termes sont utilisés par les palynologues pour décrire la morphologie des grains. Ces critères peuvent être résumés de la façon suivante : La forme et la taille du grain, La forme et le nombre des apertures, La structure de l'exine et la coloration (LEZINE, 2008) (Fig. 24):

3.3.1.2.1 - La forme et la taille du grain

Les grains peuvent se présenter sous la forme d'une cellule simple (une amende) ou composée de quatre cellules (une tétrade), ou plus (une polyade) dont la taille varie entre quelques micromètres et quelques centaines de micromètres. La forme du grain est généralement sphérique ou légèrement allongée. Certains grains, parmi les gymnospermes, sont munis de ballonnets aérifères (LEZINE, 2008).

3.3.1.2.2 - La forme et le nombre des apertures

Il existe en effet des zones différenciées appelées apertures. Ces apertures sont des zone de moindre résistance qui permettront la sortie du tube pollinique lorsque le grain de pollen sera au contact d'un stigmate compatible (TRACHI *et al.*, 2011). Selon leur forme, on distingue des pores (porus) et des sillons (colpus). Les pores sont de forme arrondie alors que les sillons sont allongés. Un sillon peut être combiné avec un pore ; on dit alors que le grain est colporé. Le nombre et la disposition des apertures sont variables ;

les formes tricolpées, tricolporées et stéphanocolpées sont les plus fréquentes dans les pollens que nous avons étudiés (LEZINE, 2008).

3.3.1.2.3 - La structure de l'exine

La complicité de la structure exinique et son ornementation en surface entraînent de nombreuses différences entre les grains de pollen. L'exine peut être plus ou moins lisse ou présenter des stries, des réticulations, des globules, des épines, etc. (LOUVEAUX et MAURIZIO, 1969; LEZINE, 2008).

3.3.1.2.4 - La Coloration

L'avantage des préparations non colorées c'est de conserver à l'état observable la coloration naturelle des grains de pollen, ou du moins ce qu'il en reste au montage dans la glycérine gélatinée. On s'aperçoit rapidement que la coloration des grains de pollen, si faible soit-elle, constitue bien souvent un élément d'information très précieux qui permet une discrimination rapide entre des formes voisines (LOUVEAUX et MAURIZIO, 1969).

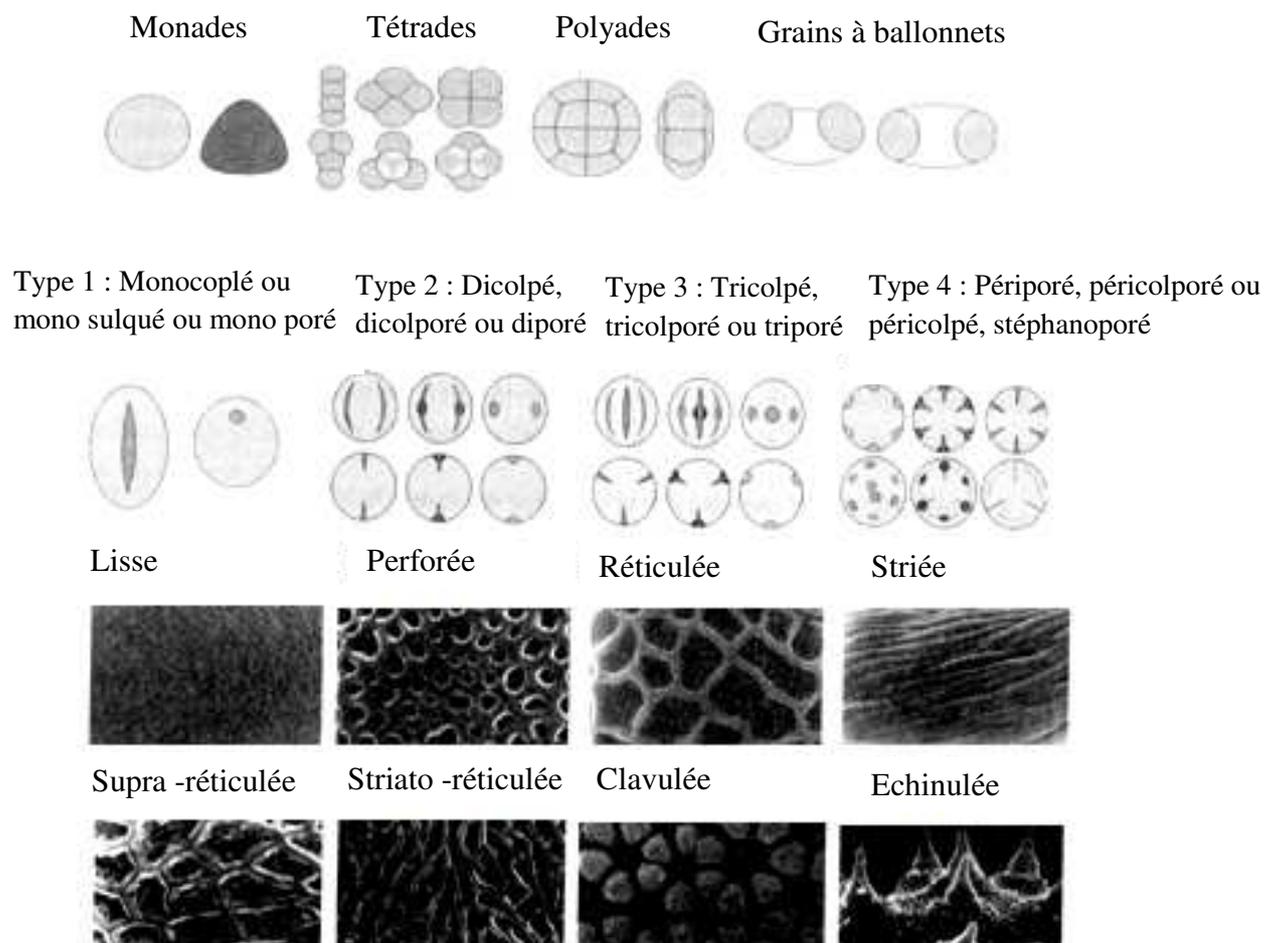


Fig. 24 - Les principales formes et ornementsations des grains de pollen (LÉZINE, 2008)

3.3.2 - Les méthodes utilisées en melisso-palynologie

Mélisso-palynologie ou palynologie appliquée à l'apiculture contribue étroitement à la connaissance des rapports de tous ordres qui existent entre l'abeille et la plante. A ce titre elle s'intègre aux recherches écologiques, éthologiques et physiologiques car elle permet l'utilisation du grain de pollen comme marqueur et indicateur biologique dans le vaste contexte des relations (LOUVEAUX et ABED, 1984).

3.3.2.1 - Principe

Solen LOUVEAUX *et al.* (1970), L'examen au microscope du miel permet d'en préciser l'origine florale et l'origine géographique. Il permet également de faire des constatations sur l'éventuelle souillure du miel par des particules insolubles ainsi que sur la quantité de levures présentes. La méthode de l'analyse pollinique consiste à séparer les grains de pollen de la matière qui les entoure afin de pouvoir en observer la morphologie sur une lame microscopique. Elle est applicable uniquement aux miels extraits par centrifugation car la composition en pollen est modifiée dans les miels obtenus par pression ou filtration. L'analyse pollinique des miels demande beaucoup de patience et une certaine expérience pour une bonne identification des pollens.

Deux types d'analyse pollinique sont proposés par les laboratoires :

- L'analyse pollinique qualitative consiste à l'identification des pollens présents dans l'échantillon afin d'en déterminer globalement la nature : miel de montagne, miel de châtaignier...

- L'analyse quantitative nous permet de compter le nombre de grain du pollen représenté dans un échantillon de miel après l'identification, en utilisant des lames de référence (Fig. 25). Cependant la reconnaissance des fréquences de grains du pollen dans le miel sera suivie par une comparaison avec les classes des fréquences qui sont présentes sur 04 classes :

- Pollen dominant (plus de 45% des pollens dénombrés) ;
- Pollen d'accompagnement (entre 16 à 45%) ;
- Pollen isolé important (entre 3 à 15%) ;
- Pollen isolé (moins de 3%).

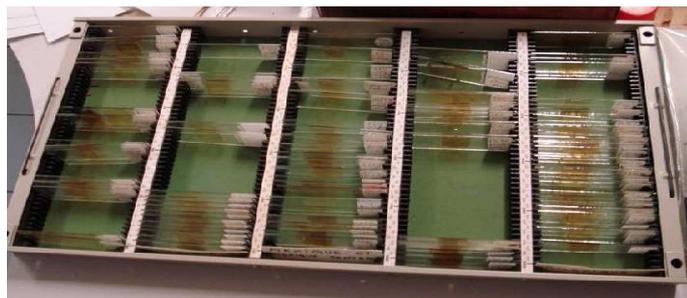


Fig. 25 - Lame de pollens de références (LEQUET, 2010)

L'analyse des pollens donne en outre d'importantes informations sur la façon de récolter le miel, la filtration et la fermentation.

3.3.2.2 - Techniques

L'analyse pollinique des miels repose essentiellement sur l'identification des pollens contenus dans une quantité déterminée de miel (LOUVEAUX, 1968 *in* CHAUVIN, 1968).

3.3.2.2.1 - Méthode classique

La méthode classique de détermination de pollen se base sur l'observation directe des échantillons de miel en utilisant une microscopie associée à un appareil numérique. La réussite de cette technique nécessite que le miel soit dissout dans l'eau et centrifugé. Cette méthode sera bien détaillée dans le chapitre matériel et méthodes (LOUVEAUX *et al.*, 1970).

3.3.2.2.2 - Méthode par acétolyse

La méthode de l'acétolyse permet l'étude précise de la morphologie pour l'identification des grains de pollen. Elle permet une observation fine et rigoureuse de la structure de la paroi pollinique, élément qui devient indispensable dans le cas des régions où la flore mellifère est mal connue. En revanche, elle détruit les éléments accessoires des miels tels que levures, spores et algues utiles pour déterminer si un miel est fermenté ou contient du miellat. Par conséquent, on la préférera pour l'étude des pollens exotiques, mais pas pour une analyse de miel en routine. Selon LEQUET (2010), le principe de cette méthode est de peser 10 grammes de miel et bien l'homogénéiser puis les verser dans un bécher, afin de diluer dans 20 ml d'eau tiédie acidulée. Le bécher est placé sur une platine chauffante jusqu'à dilution totale du miel (à environ 40°C).

La solution est centrifugée pendant 10 minutes à 3500 tours-minute et le liquide surnageant est jeté de façon à ne conserver que le culot de centrifugation. Ce culot est ensuite mélangé à 10 ml d'acide acétique avant d'être centrifugé à nouveau 10 minutes à 3500 tours-minute. Le surnageant est éliminé.

Un mélange de 9 volumes d'anhydride acétique pour 1 volume d'acide sulfurique est versé goutte à goutte. 2 ml de ce mélange sont versés sur le culot. Le tout est porté au bain marie à 100°C pendant 1 minute. L'acétolyse est ensuite bloquée en remplissant le tube avec de l'acide acétique. Trois centrifugations avec rinçage à l'eau distillée seront réalisées, avant de monter le culot entre lame et lamelle.

3.4 - Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle est un critère important pour la détermination de l'origine botanique (BOGDANOV *et al.*, 2008).

Les odeurs ou arômes exogènes proviennent d'une contamination extérieure liée à une technique apicole peu appropriée au cours de la production du miel, ou bien lors de la récolte des hausses, du conditionnement, stockage (BRUNEAU, 2003 *in* CLIMENT, 2003).

3.4.1 - Couleur

Il est impossible de comparer les saveurs et les arômes qui sont des valeurs subjectives: la popularité relative des miels sombres ou clairs varie de pays à pays. La couleur peut parfois être un indicateur utile de qualité, car le miel foncé pendant le stockage, et le réchauffement l'assombrit. Cependant, certains miels absolument frais, non réchauffés et non contaminés peuvent être très sombres (GONZALES *et al.*, 1999 et BRADBEAR, 2010).

Parmi les recherches effectuées sur l'influence de réchauffement sur la couleur de miels algériens, à titre d'exemple, on trouve l'étude de MOUHOUBI (2007), qui a expliqué le réchauffement joue un rôle primordial au changement de la couleur du miel (Fig. 26).

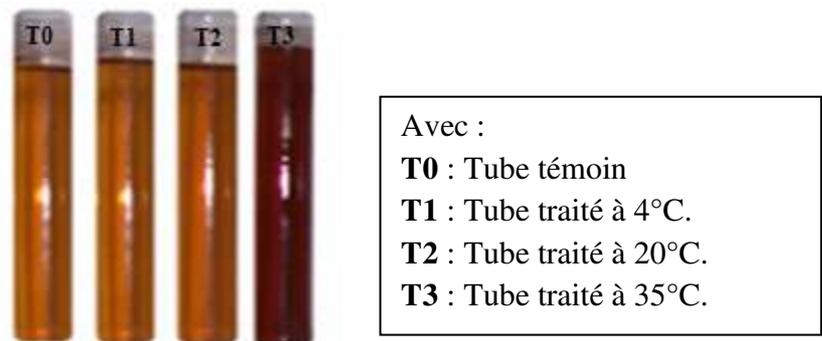


Fig.26 - Evolution de la couleur du miel (MOUHOUBI, 2007)

3.4.2 - Goût

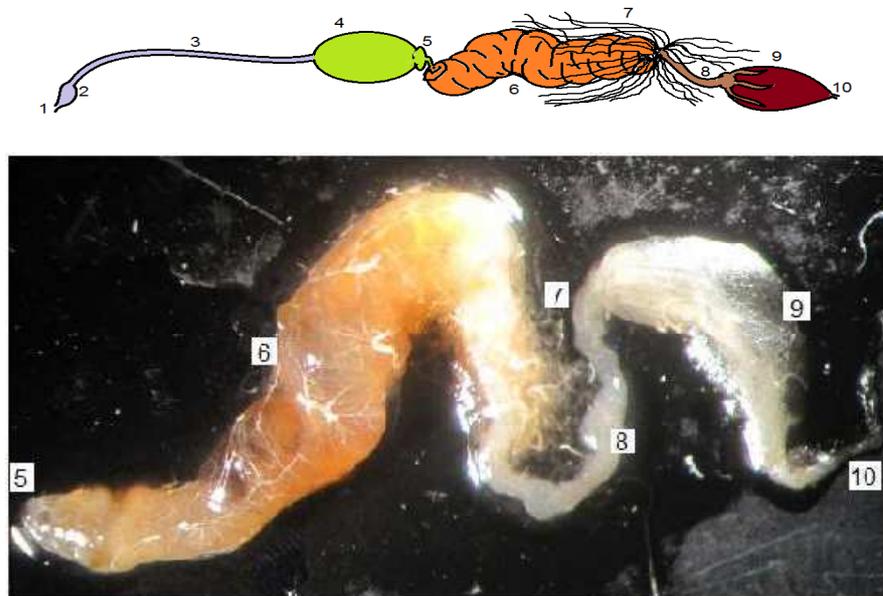
Selon BOGDANOV *et al.* (2008). L'ajout des acides au miel traité, tel que l'acide formique qui a une influence considérable sur le goût du miel. L'acide lactique a une faible influence.

3.5 - Caractéristiques microbiologiques

Le miel comme tous les autres produits d'origine animale a des caractéristiques qui lui sont propres y compris une flore microbienne, représentée par la flore mésophile totale constituée exclusivement de *Bacillus* retrouvée sous forme de spores, des levures banales et des levures osmophiles. Les levures banales sont constituées de champignons filamenteux de genres *Aspergillus* représentées sous forme de spores et en très faible quantité dans le miel.

Les levures osmophiles sont des champignons qui se développent dans des environnements concentrés en sucre. Parmi ces champignons, il y a *Saccharomyces* qui sont les agents de la fermentation alcoolique et qui altèrent la conservation du miel. Ces levures sont issues des pattes, langues et jabots des abeilles et des pollens et des nectars floraux, le miel peut également être contaminé à des manipulations par l'homme notamment pendant ou après l'extraction (ROSSANT, 2011).

Parmi ces micro-organismes, on peut trouver des probioïques tel que *Lactobacillus* et *Bifidobacterium* qui participent à l'activité antibactérienne et digestive en réglant la flore intestinale. Ceux-ci sont issus de nectar ou du tube digestif de l'abeille (Fig. 27) (TREDEZ, 2008).



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

Fig. 27 - Tube digestif de l'ouvrière (TREDEZ, 2008).

En plus, ils vivent à l'intérieur du tube digestif de l'abeille et constituent la flore digestive. Ils synthétisent les vitamines indispensables à la vie de l'abeille, certaines se retrouvent dans les produits de la ruche (GHARBI, 2011).

3.5.1 - Le genre *Bifidobacterium*

Ces bactéries étaient anciennement classées dans le genre *Lactobacillus* sous le nom *Lactobacillus bifidus*.

Les bifidobactéries sont des bacilles à Gram positif, immobiles et non sporulés. Leur nom vient des formes à deux branches en V ou en Y qu'ils peuvent présenter sous certaines

conditions de culture (Fig. 28). La morphologie des *Bifidobacterium* est en effet très variable : coccoïde, incurvée, allongée avec des protubérances, des bifurcations, des extrémités spatulées. Les bactéries sont souvent rangées en chaînes étoilées, en V ou en palissade. Cette pléomorphie est observée lorsqu'une même souche est cultivée sur différents milieux, mais également au sein d'une même population (BIAVATI *et al.*, 2000) .

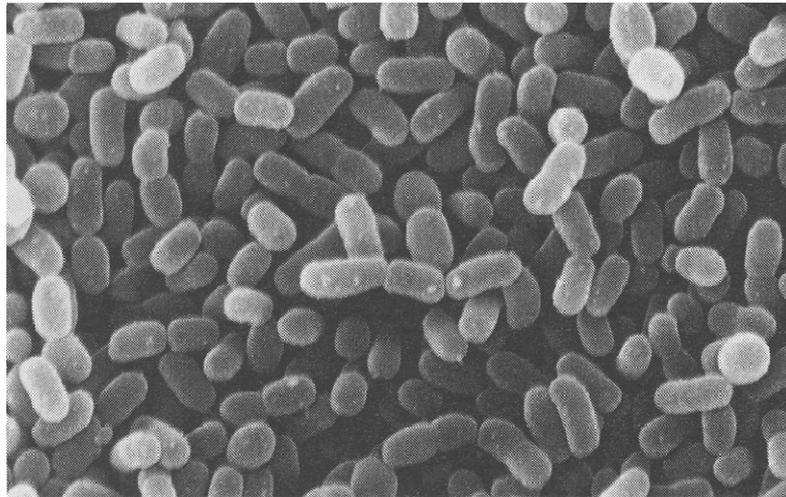


Fig. 28 - *Bifidobacterium animalis* (Gross: $\times 6000$) (BIAVATI *et al.*, 2000)

Bifidobacterium est une bactérie hétérofermentaire. Elle produit plus d'acide acétique que d'acide lactique (rapport 3/2), de faibles quantités d'acide formique, d'éthanol et d'acide succinique, et ne produit pas de CO₂ comme les autres bactéries hétérolactiques. Ce sont des bactéries anaérobies strictes : certaines espèces tolèrent l'oxygène mais seulement en présence de dioxyde de carbone. La température optimale pour la plupart des bifidobactéries d'origine humaine est 36 à 38°C. Celles d'origine animale supportent des températures allant jusqu'à 43- 45°C. Elles sont utilisées depuis peu dans la confection de laits fermentés, mais elles n'en ont pas été isolées naturellement (TREDEZ, 2008).

3.5.2 - Rôle probiotique des *Bifidobacterium*

Les bifidobactéries sont des bactéries candidates potentielles aux probiotiques à cause de leurs effets bénéfiques sur la santé de l'homme incluant la prévention et/ou traitement des gastro-entérites, intolérance au lactose, cancer, hypercholestérolémie, etc. Une des propriétés intéressantes des bifidobactéries est leur capacité à moduler certaines fonctions du système immunitaire et remédier à certaines pathologies immunologiques (EULOGE, 1992).

3.5.2.1 - Effets nutritionnels

La production de vitamines (B1, B6, B9, B12 et PP) et d'acides aminés (alanine, valine, acide aspartique et thréonine) ; confère aux bifidobactéries un certain attrait nutritionnel qui est renforcé par le fait que ce genre ne produit que l'acide lactique L+ parfaitement métabolisable par l'homme.

3.5.2.2 - Pouvoir d'adhésion épithéliale dans différentes parties du tractus digestif

L'adhésion des bactéries lactiques et des bifidobactéries aux cellules épithéliales du tractus digestif permet la formation de véritables niches écologiques au sein desquelles la croissance des bactéries est préservée quelque soient les modifications de l'habitat, leur permettant ainsi d'exercer une véritable action. En effet, le biofilm de bactéries, fixé sur les parois épithéliales, maintient efficace le mécanisme de production sur place de différents métabolites bactériens, tels que: acides organiques, enzymes, vitamines ou bactériocines qui vont eux-mêmes avoir une action sur les autres genres bactériens et même sur l'hôte. De plus, il exerce une fonction de défense contre les bactéries pathogènes et limite les dégradations causées par la flore de putréfaction. L'équilibre de toute la flore intestinale est ainsi préservé (ROMOND, 1988) cité par EULOGE, (1992).

3.5.2.3 - Action sur la morphologie et la physiologie de la paroi du tube digestif

Les bifidobactéries influent sur la maturation et le cycle de renouvellement de l'entérocyte et le développement des villosités intestinales. Elles interviennent également dans la dégradation et le renouvellement des mucines intestinales. Enfin, elles possèdent une action sur le système immunitaire annexé au tube digestif (ROMOND, 1988) cité par EULOGE, (1992).

3.5.2.4 - Effet de barrière anti-infectieuse vis-à-vis des bactéries pathogènes

FAURE et COLL. (1982) cité par EULOGE, (1992) ont montré l'effet de barrière exercé par *B. longum* contre *Escherichia coli* chez le rat axénique. Ils n'ont constaté que l'implantation d'une souche d'*E. coli* pathogène chez des rats axéniques entraîne 20% de mortalité chez ces animaux. L'administration de *B. longum* avant *E. coli* annule la mortalité mais si *B. longum* est donné après *E. coli*, plusieurs administrations sont nécessaires pour observer une baisse significative de la mortalité.

Chez des nourrissons atteints de diarrhées à *Rotavirus*, l'apport concomitant au traitement antibiotique de lait fermenté au *B. longum* entraîne une réduction du nombre de selles, du nombre de *Bacteroides* et une reprise de poids plus rapide comparée au traitement antibiotique seul (ROMOND, 1988) cité par EULOGE, (1992).

3.6 - Les différents contaminants des miels

L'abeille, pour les besoins de la colonie, récolte miels, miellats, pollens et eau dans l'environnement exposé à divers contaminants bactériologiques et chimiques qui peuvent se retrouver dans les produits consommés par l'homme (FLECHE et *al.*, 1997).

3.6.1 - La contamination bactériologique

Les micro-organismes qui peuvent être rencontrés dans les produits de la ruche ont deux origines différentes : une flore habituelle, mésophile et mycélienne et un microbisme occasionnel, résultat des manipulations nécessaires au conditionnement.

De nombreuses recherches ont été menées sur la flore intestinale de l'abeille et de la larve, et sur les micro-organismes qui colonisent le pollen ramené à la ruche. Ces recherches ont mis en évidence une importante flore banale constituée de bactéries, levures et champignons, largement répandus dans la nature (sur les végétaux, le sol et dans les eaux) comme *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium* et, moins fréquemment, *Clostridium botulinum*, ainsi que des entérocoques plus spécifiques d'homéothermes, hébergés à titre transitoire par l'abeille. Ces microorganismes ramenés dans la colonie peuvent se retrouver sur les rayons et les parois de la ruche (FLECHE et *al.*, 1997).

3.6.2 - La contamination chimique ‘La contamination environnementale’

L'abeille est en contact permanent avec notre environnement naturel. Celui-ci est pollué par différentes émissions issues essentiellement de l'activité humaine. Ainsi, chaque année, sont disséminés dans l'atmosphère 7200 tonnes de cadmium, 410 000 tonnes de plomb, 11 000 tonnes de mercure et plus de 2 millions de tonnes de pesticides (FLECHE et *al.*, 1997).

3.6.3 - La contamination microbienne

Lors de l'analyse bactériologique des miels, quatre catégories de micro-organismes sont recherchées :

- la flore mésophile totale (bactéries se multipliant entre 30 °C et 38 °C) : introduite par les abeilles, elle est sans conséquence pour le consommateur et n'a pas d'action néfaste sur le miel. Elle fait partie de l'environnement et se constitue presque exclusivement de *Bacillus*, souvent à l'état de spores ;
- la flore mycélienne et les levures banales : les champignons filamenteux du genre *Aspergillus* sont rares et se trouvent à l'état dormant (spores). Le miel étant un milieu pauvre en protides, leur activité métabolique n'est pas favorisée ;
- les levures osmophiles : ce sont des organismes glucidophiles inféodés à la végétation et capables de se développer sur des milieux possédant une pression osmotique élevée.

Leur recherche est très importantes car les levures du genre *Saccharomyces* sont des agents de la fermentation alcoolique qui altèrent les miels et modifient leur conservation. Ces levures proviennent des pollens et des pattes, langues et jabots des abeilles, contaminés au contact des nectaires floraux et éventuellement des fruits mûrs ; elles risquent de provoquer une fermentation, surtout si le taux d'humidité est important ;

- Les germes témoins de contamination entérique : pour ces germes, sont recherchés les streptocoques du groupe D de Lancefield (ou entérocoques), les coliformes et *Escherichia coli*, les salmonelles dont l'absence est impérative et enfin les anaérobies sulfite-réducteurs (comme *Clostridium perfringens*). Ces germes peuvent contaminer le miel, la gelée royale, le pollen au cours des manipulations nécessaires au conditionnement, effectuées dans de mauvaises conditions hygiéniques. *Clostridium botulinum* n'est pas recherché systématiquement. La mise en évidence de la toxine botulinique est parfois réalisée au cours d'enquêtes (FLECHE et *al.*, 1997).

3.7 - Normes internationales régissant le miel

Pour justifier l'appellation du miel, il doit satisfaire à plusieurs critères. Ceux-ci sont définis par une législation mondiale et doivent être en accord avec la directive européenne sur le miel.

Bien que les textes législatifs semblent abstraits aux apiculteurs ou aux consommateurs mais ils sont importants puisqu'ils servent de référence en cas de fraude ou de tromperie sur le produit.

Les normes internationales concernant le miel sont spécifiées dans une directive européenne et dans la norme de *Codex Alimentarius* (Tableaux 11 et 12).

Tableau 11 - Norme concernant la qualité du miel selon le projet CL 1998/12-S du *Codex Alimentarius* et selon le projet de UE 0114/ 1996 (CNS)

Critères de qualité	Projet du Codex	Projet de l'UE
Teneur en eau		
- Général	≤ 21 g/100g	≤ 21 g/100g
- Miel de bruyère, de trèfle	≤ 23 g/100g	≤ 23 g/100g
- Miel industriel ou miel de pâtisserie	≤ 25 g/100g	≤ 25 g/100g
Teneur en sucres réducteurs		
- Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous	≥ 65 g/100 g	≥ 65 g/100 g
- Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar	≥ 45 g/100 g	≥ 60 g/100 g
- <i>Xanthorrhoea preissii</i> .	≥ 53 g/100 g	≥ 53 g/100 g
Teneur en saccharose apparent		
- Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous		
- acacia (<i>Robini</i>), lavande (<i>Lavandula</i>), <i>Hedysarum</i> , trèfle (<i>Trifolium</i>), agrumes (<i>Citrus</i>), luzerne (<i>Medicago</i>),	≤ 5 g/100 g	≤ 5 g/100 g
<i>Eucalyptus cam.</i> ,	≤ 10 g/100 g	≤ 10 g/100 g
<i>Eucryphia lu.</i> , <i>Calothamnus san.</i> , <i>Eucalyptus scab.</i> , <i>Banksia grandis.</i> , <i>Xanthorrhoea preissii</i> .	≤ 15 g/100 g	
Miel de miellat et mélanges de miel de miellat et de nectar		
Teneur en matières minérales (cendres)		
- Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar	≤ 0,6 g/100 g	≤ 0,6 g/100 g
- Miel de châtaignier	≤ 1,2 g/100 g	≤ 1,2 g/100 g
Acidité	≤ 50 meq/kg	≤ 40 meq/kg

Activité diastasique (indice diastasique en unités de Schade) <i>Après traitement et mise en pot</i> <i>Tous les miels du commerce</i> - Général - Miels avec une teneur enzymatique naturellement faible	≥ 8 ≥ 3	≥ 8 ≥ 3
Teneur en hydroxyméthylfurfural <i>Après traitement et mise en pot</i> <i>Tous les miels du commerce</i>	≤ 60 mg/kg	≤ 40 mg/kg

Tableau 12 - Teneur en sucre et conductivité électrique : Proposition d'une nouvelle norme (BOGDANOV *et al.*, 1999)

Nouveaux critères de qualité proposés	Valeurs proposées
Teneur en sucre Somme du fructose et du glucose - Miel de nectar - Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar Saccharose - Banksia, agrume (<i>Citrus</i>), <i>Hedysarum</i> , luzerne (<i>Medicago</i>), acacia (<i>Robinia</i>), romarin (<i>Rosmarinus</i>) - Lavande (<i>Lavandula</i>)	≥ 60 g/ 100 g ≥ 45 g/ 100 g ≤ 10 g/ 100 g ≤ 15 g/ 100 g
Conductivité électrique - Miel de nectar à l'exception des miels énumérés ci-dessous et des mélanges de ceux-ci; mélanges de miel de miellat et de nectar. - Miel de miellat et de châtaignier, à l'exception des miels énumérés ci-dessous et des mélanges de ceux-ci. - Exceptions : <i>Banksia</i> , bruyère (<i>Erica</i>), <i>Eucalyptus</i> , <i>Eucryphia</i> , <i>Leptospermum</i> , <i>Melaleuca</i> , tilleul (<i>Tilia</i>).	$\leq 0,8$ mS/cm $\geq 0,8$ mS/cm

Chapitre IV

Matériel et méthodes

CHAPITRE IV - Matériel et méthodes

4.1 - Objectif

L'objectif de cette étude est de contrôler la qualité physico-chimique, pollinique et microbiologique de seize échantillons des miels locaux et importés. Cette étude a été réalisée en 9 mois, du mois de Novembre 2012 jusqu'au mois de Juillet 2013 durant lesquels six analyses physico-chimiques (la densité relative, la teneur en eau, d'acidité libre, l'indice de réfraction,) sont réalisées au niveau du laboratoire de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, à l'université de Djelfa, laboratoire de Baba Ali (ITELV), et des analyses : pollinique et microbiologique sont réalisées au niveau du laboratoire de Baba Ali.

Parallèlement une partie sur l'isolement des Bifidobactéries à partir de tube digestive d'abeille.

Notre objectif dans cette parti est d'étudier la flore microbienne d'abeille par l'isolement et le dénombrement des Bifidobactéries, et à quelle niveau sont localisées parmi ceux qu'on a choisir (tube digestive, œsophage et miel). Cette analyse est effectuée au laboratoire de bactériologie à l'hôpital de Messâad-Djelfa.

4.2 - Echantillonnage

Pour réaliser notre objectif nous avons travaillé sur seize échantillons des miels, dont trois échantillons sont commercialisés en Algérie (Arabie Saoudite, Kuwait, Espagne); deux sont amenés du Mali, et un Soudan. et onze sont amenés des ruches situées à : Djelfa (Medjbara et Dzaira), Laghouat, Médéa, Tiaret, Sidi bel-abbes, Tiaret, Ain-safra, Mostaganem, El Bayadh (Tab. 13). Ces échantillons sont conservés à une température ambiante, dans un endroit sec et à l'abri de la lumière.

Tableau 13 - Données relatives aux échantillons des miels étudiés

	N° de l'échantillon	Date de récolte	Lieu de récolte	Dénomination présumée	Type d'extraction
Miels Locaux	01	Juin 2012	Djelfa(Dzaïra)	Toutes fleurs	Manuel
	02	Juin 2012	Djelfa(Moudjbara)	Toutes fleurs	Manuel
	03	Juin 2011	Tiaret	Toutes fleurs	Mécanique
	04	Juin 2012	Médéa	Pin d'Alp	Mécanique
	05	Juin 2012	Aflou	Toutes fleurs	Mécanique
	06	Juin 2012	Laghouat	Jujubier	Mécanique
	07	Mai 2012	El-Bayedh	Toutes fleurs	Mécanique
	08	Juillet 2012	Mostaganem	Eucalyptus	Mécanique
	09	Aout 2012	Ain safra	Jujubier	Mécanique
	10	Juin 2012	Sidi bel - abbes	Toutes fleurs	Mécanique
	11	Juin 2012	Ghardaia	Dattier	Manuel
Miels importés	12	Juin 2011	Espagne	Toutes fleurs	Mécanique
	13	Juin 2011	Mali	Toutes fleurs	Mécanique
	14	Juin 2011	Kuwait	Jujubier	Mécanique
	15	Juin 2012	Soudan	Dattier	Mécanique
	16	Avril 2011	Arabie saoudite	Toutes fleurs	Mécanique

4.3 - Le protocole expérimental

Préparer des pots de 250g pour chaque type des miels choisis et la deviser comme suite :

- ◇ Des pots de 150g conservé à 4°C. pour les analyses physico-chimiques et polliniques,
- Des pots de 100g conservé à 4°C. pour les analyses microbiologiques.
 - ✓ Pour les analyses physiques nous avons appliqué les paramètres suivants:
Densité, conductibilité électrique, pH et couleur
 - ✓ Pour les analyses chimiques nous avons travaillé sur les paramètres suivants :
Teneur en eau, teneur en matière sèche (Degré Brix), teneur en cendres,
Hydroxyméthyl-furfural
- Cette étude est terminée par des analyses polliniques et analyses microbiologiques comme suite :
 - ✓ Pour les analyses polliniques nous avons appliqué : une analyse qualitative et une analyse quantitative.
 - ✓ La recherche des germes fait l'objet des analyses microbiologiques effectuées :
Recherche et dénombrement des levures et des moisissures, recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux, recherche et dénombrement des coliformes, recherche des streptocoques fécaux, recherche de *streptococcus aureus*, recherche et dénombrement de spores d'Anaérobies sulfito-Réducteurs en plus une étude sur l'isolement des bifidobacteriums à partir de tube digestif de l'abeille.

4.4 - Analyses physiques

4.4.1 - Détermination de la densité

4.4.1.1 - Définition

La densité se détermine par le rapport de la masse volumique de l'échantillon sur celle de l'eau (WHITE, 1992 *in* GROUT, 1992).

Nous avons utilisé pour ce paramètre l'eau distillée, seringue de 10 ml et une balance analytique.

4.4.1.2 - Mode opératoire

A l'aide d'une seringue, on prend le poids de 5ml du miel (M), et de la même quantité de l'eau distillée (M') (Fig. 29).

4.4.1.3 - Calcul et expression des résultats

La densité relative est calculée par la formule suivante :

$$D = \frac{M}{M'}$$

Où

D : Densité ;

M : Masse du miel en grammes;

M' : Masse de l'eau en grammes.

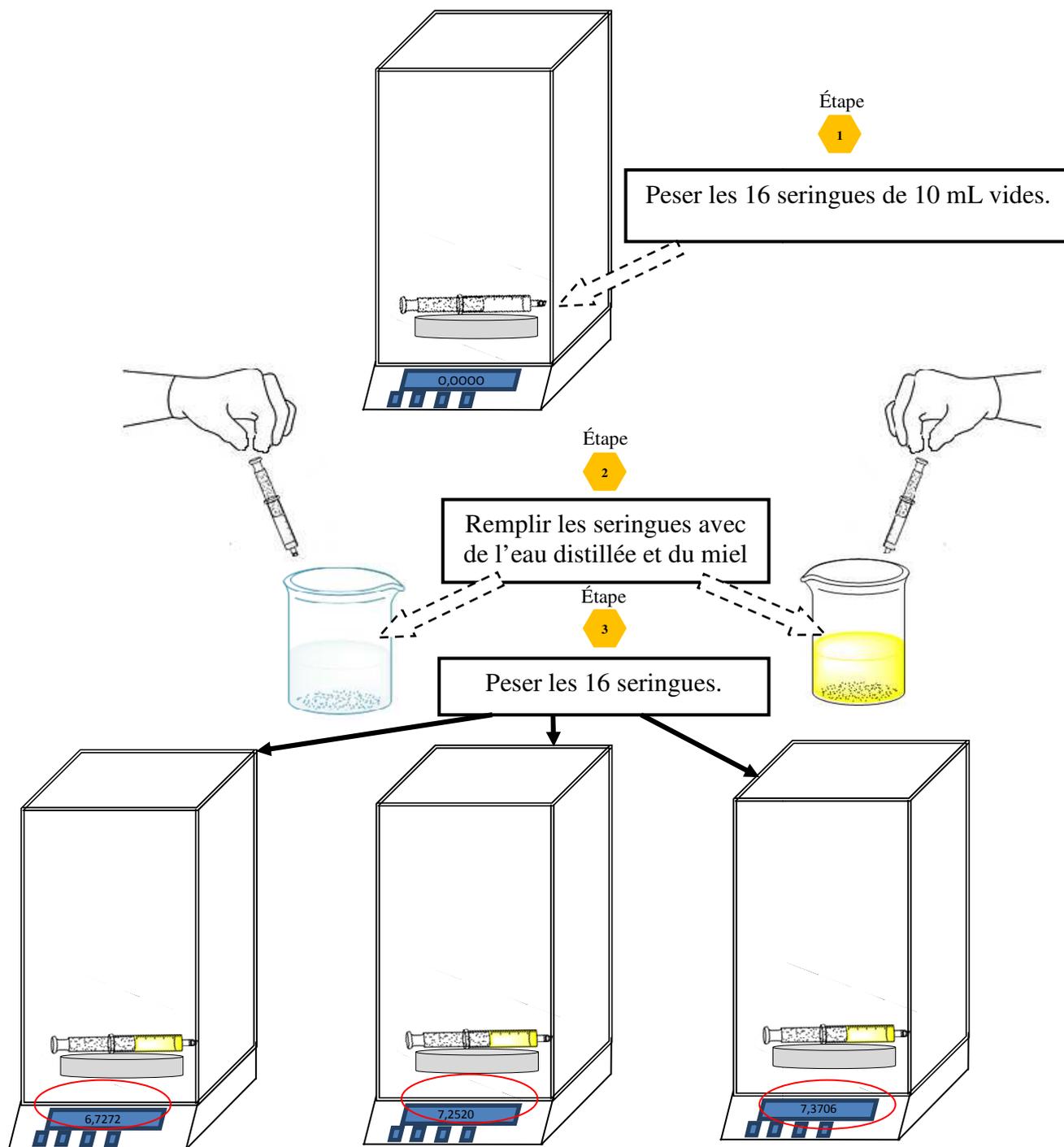


Fig. 29 - Détermination de la densité relative à $t = 20^{\circ}\text{C}$. (Photographie originale)

4.4.2 - La conductibilité électrique

4.4.2.1 - Définition

La conductibilité électrique d'un miel se détermine par une solution de miel contenant 20% de matière sèche dans 100mL d'eau distillée à 20C° (GONNET, 1985).

Nous avons utilisé l'eau distillée, bécher et un conductimètre de type Corning 442.

4.4.2.2 - Mode opératoire

Pour la mesure de la conductibilité électrique, il suffit de préparer une solution à 20% de miel avec de l'eau distillée (Fig. 30) (on ajoute 5g du miel dans 25 ml. d'eau distillée), puis on y plonge la pointe de l'électrode du conductimètre électrique (Fig. 31) Le mode opératoire présenté dans la Figure 32.

4.4.2.3 - Expression des résultats

On lit directement le résultat affiché sur l'écran du conductimètre.



**Fig. 30 - Echantillons préparés
(Photographie originale)**



**Fig. 31 - Conductimètre utilisé
Model corning 442
(Photographie originale)**

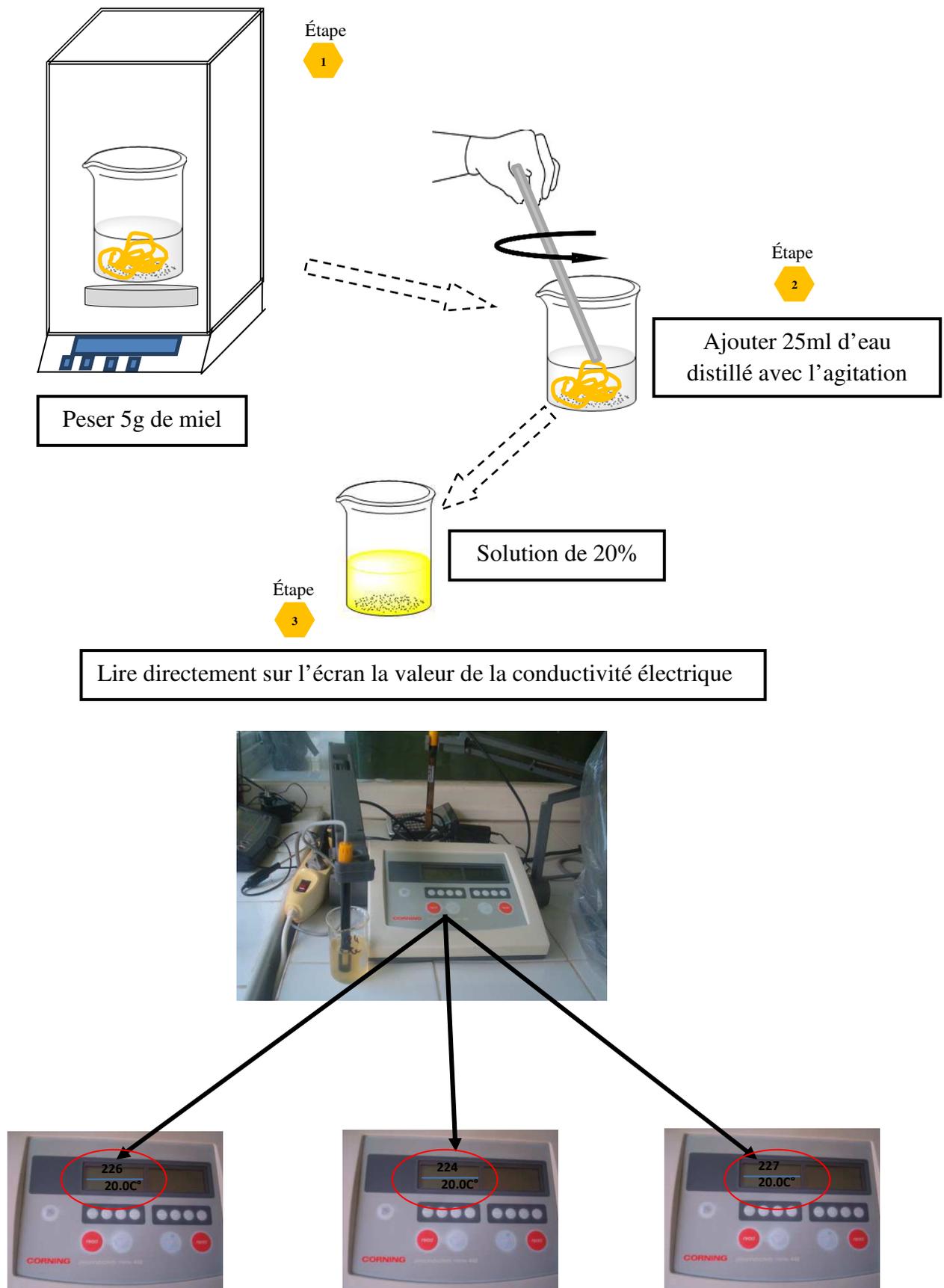


Fig. 32 - Détermination de la conductibilité électrique (Photographie originale)

4.4.3 - Détermination de pH

4.4.3.1 - Définition

Le pH (ou potentiel hydrogène ou indice de Sorënsen) est défini comme étant le cologarithme de la concentration en ions H^+ dans une solution. Pour le miel, c'est un indice de la « réactivité acide » du produit (GONNET, 1985). Nous avons employé pour cette analyse, des solutions tampon (pH 4 et pH 6,86) et l'eau distillée pour les réactifs. Bêcher de 50 ml et un pH mètre model LIDA 220 pour l'appareillage.

4.4.3.2 - Mode opératoire

On doit étalonner le pH mètre avant son utilisation à l'aide de solutions tampon de 6,86 et un tampon de 4.

Le miel est mis en solution à 10 % dans d'eau distillée (Fig. 33), il suffit de plonger le point de l'électrode dans le liquide et lire directement la valeur du pH sur l'écran du pH-mètre (Fig. 34 et Fig. 35).

4.4.3.3 - Expression des résultats

On lit directement le résultat affiché sur l'écran du pH-mètre.



**Fig. 33 - Echantillons Préparés
(Photographie originale)**



**Fig. 34 - Le pH mètre utilisé
Model LIDA 220
(Photographie originale)**

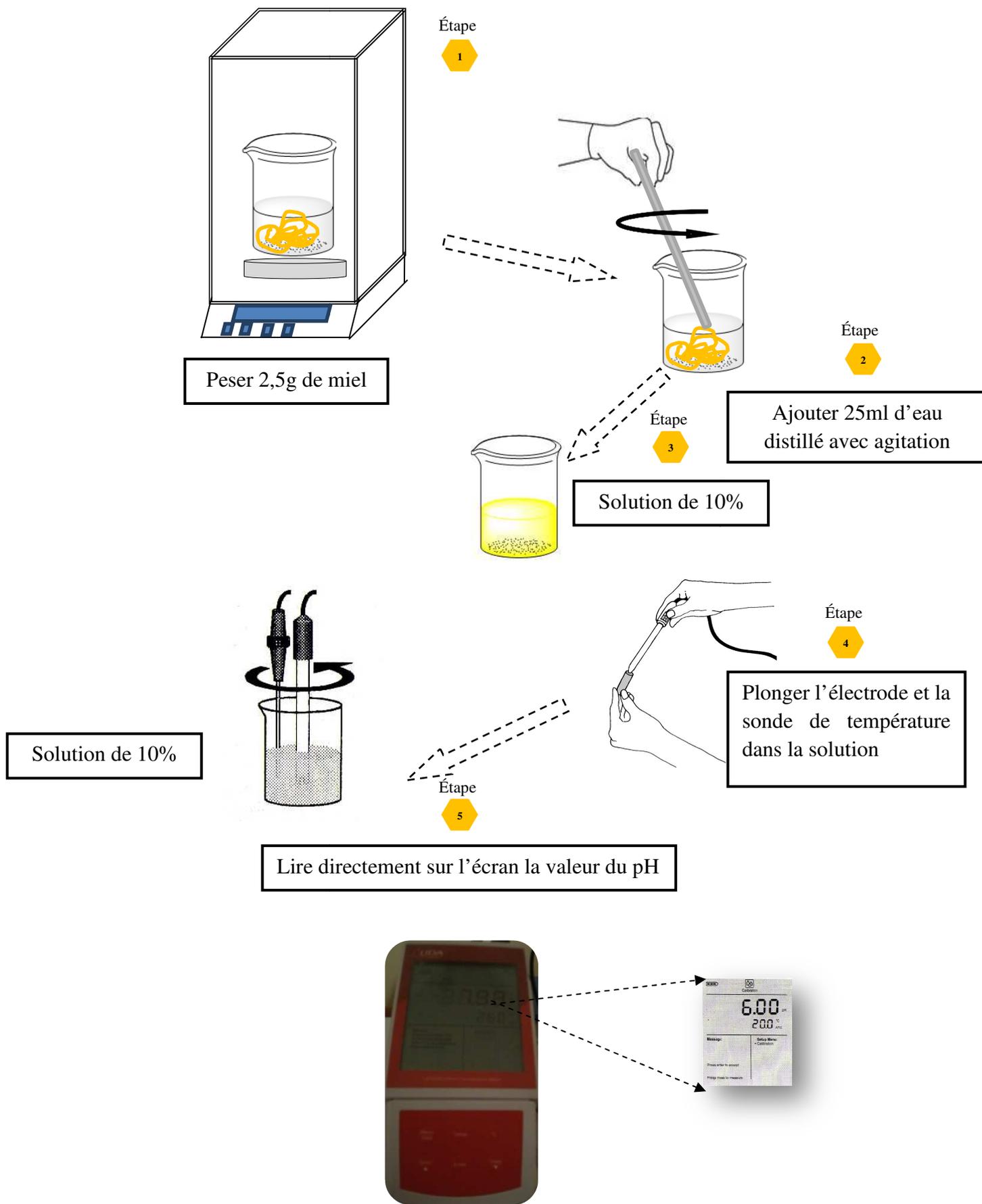


Fig. 35 - Détermination du pH (Photographie originale)

4.4.4 - Détermination de la couleur

4.4.4.1 - Définition

La coloration des miels est une donnée importante. C'est une caractéristique physique dépendant de l'origine du produit mais également un élément sensoriel primordial qui détermine en partie le choix du consommateur.

4.4.4.2 - Principe

Cette méthode permet d'effectuer le classement précis des miels très clairs ou très foncés, difficiles à différencier par les comparateurs visuels (GONNET, 1985). Nous avons utilisé l'eau distillée, l'appareil Lovibond 2000, une cuve en verre et deux disques (pastille foncé, pastille claire).

4.4.4.3 - Mode opératoire

La détermination se fait par l'appareil Lovibond c'est un appareil simple pour mesurer la coloration des miels, il s'agit d'un comparateur visuel (Fig. 33). Une épaisseur de 10 mm de miel liquide placé dans une cuve carrée est placée dans boîtier éclairé par une source lumineuse (lumière du jour). Sa coloration est comparée à celle de pastille de plus en plus foncées figurant sur deux disques (Fig. 34). Le premier disque comprend 9 pastilles claires numérotées de 30 à 120 (11 à 62 mm Pfund), les secondes pastilles foncées numérotées de 120 à 800 (62 à 140 mm Pfund).

4.4.4.4 - Expression des résultats

La mesure se fait après réglage de l'appareil, avec la disponibilité d'une source lumineuse (lumière du jour), par la suite on déplace l'un des deux disques jusqu'à obtenir une similarité de couleur (Fig. 38).

En pratique sont presque toujours transformé l'unité (Lovibond) en unité (Pfund) par le biais de tableau (Tab.14, Annexe 1).



Fig. 36 - Colorimètre type LOVIBOND 2000
(Photographie originale)



Fig. 37 - Disques de comparaison des couleurs
(Photographie originale)

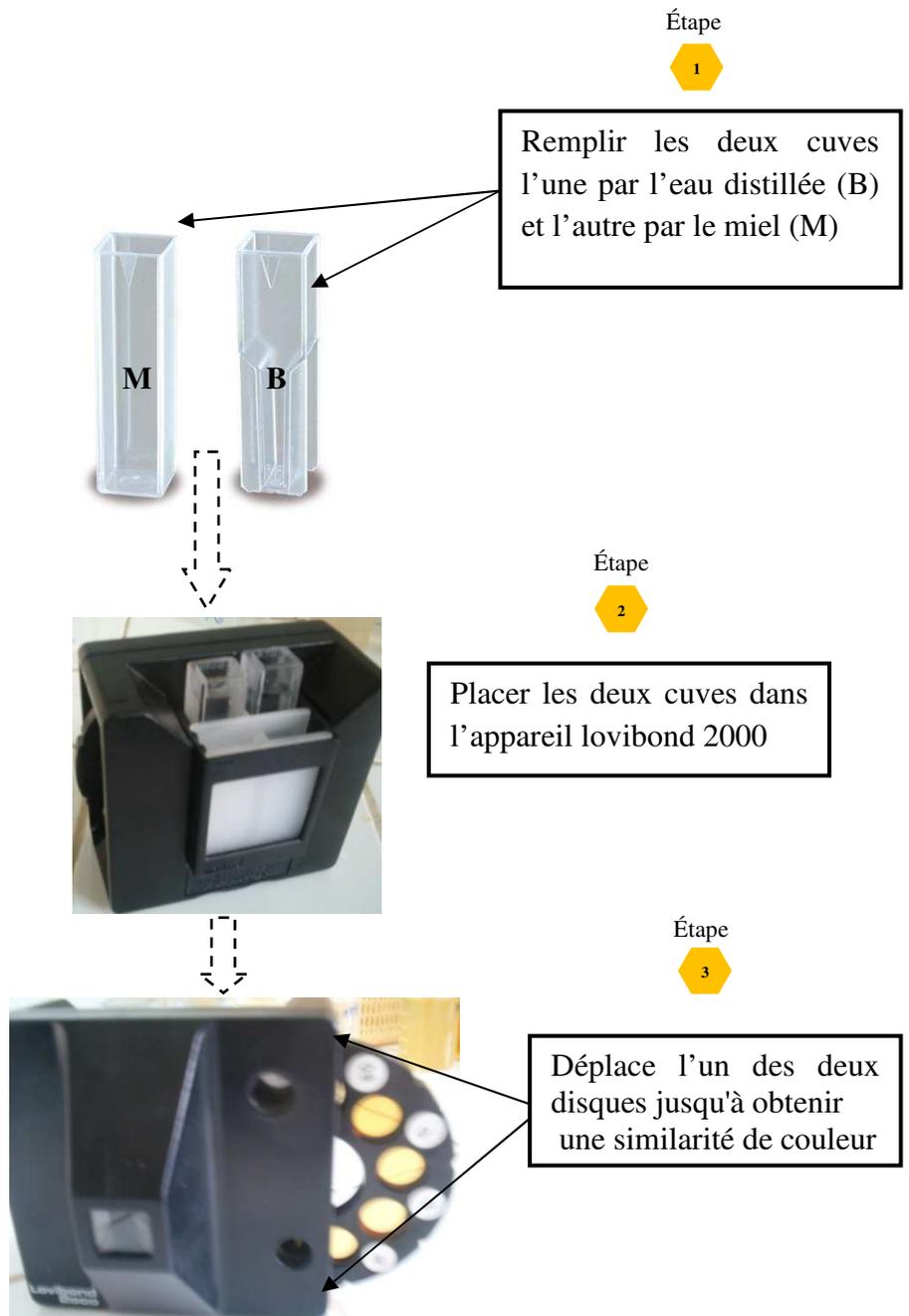


Fig. 38 - Détermination de la couleur du miel (Photographie originale)

4.5 - Analyse chimique

4.5.1 - Détermination de la teneur en eau par réfractométrie

4.5.1.1 - Définition

L'indice de réfraction (d'une substance) est le rapport de la vitesse de la lumière à une longueur d'onde définie dans le vide à sa vitesse dans la substance L'indice de réfraction d'une substance donnée varie avec la longueur d'onde de la lumière incidente et avec la température (BOGDANOV, 2009).

4.5.1.2 - Principe

Le miel est composé de plusieurs substances en solution : des sucres (glucose, fructose, saccharose...), des acides organiques, des minéraux et bien d'autres composés. Selon sa concentration, chacune de ces substances a sa propre influence sur le parcours lumineux. L'indice de réfraction du miel est en quelque sorte la résultante de chacun de ses constituants. Pour cette analyse nous avons utilisé l'eau distillée et le cyclohexane comme réactifs.

4.5.1.3 - Mode opératoire

A l'aide d'une baguette de verre, déposé rapidement une goutte de miel sur le prisme du réfractomètre de type Abbé (Fig.39). Fermer l'appareille. Lire l'indice de réfractomètre et noté la température. La lecture est faite à travers l'oculaire au niveau de la ligne horizontale de partage entre une zone claire et une zone obscure (Fig. 40). Cette ligne coupe une échelle verticale graduée directement en pourcentage d'humidité dans le miel. La mesure a été effectuée à une température de 20°C.

4.5.1.4 - Expression des résultats

La lecture de cet indice nous ramène après la correction par le biais de la table de CHATAWAY (Tab. 14, Annexe 2).

La correction est :

- ◇ On additionne F (le facteur de correction égal à 0,00023 par degré Celsius), si la température est au-dessous de 20°C.
- ◇ On soustrait F si la température est au-dessus de 20°C.



Fig. 39 - Réfractomètre utilisé model ATAGO NAR-3T (Photographie originale)

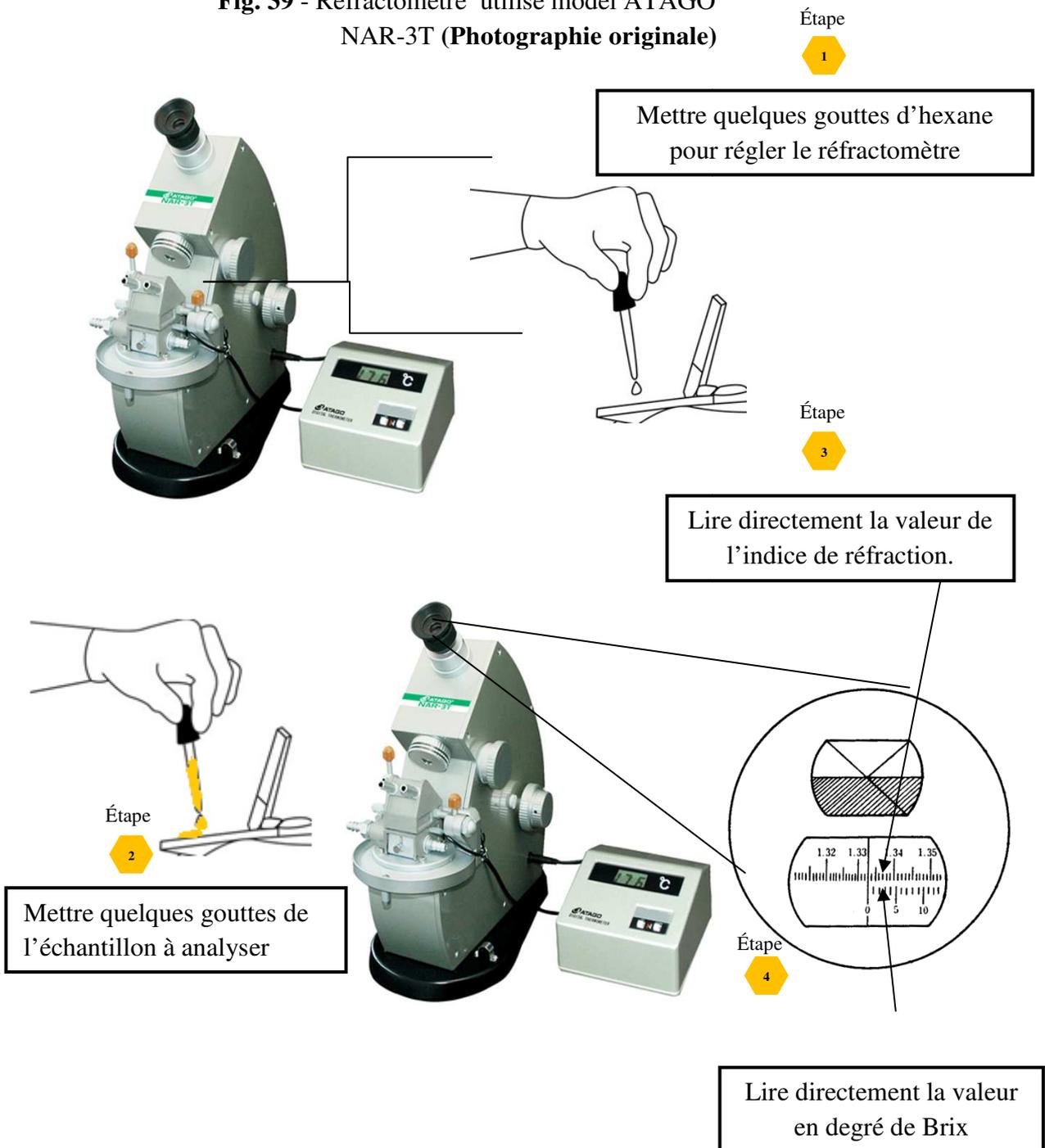


Fig. 40 - Détermination de l'indice de réfraction (Photographie originale)

4.5.2 - Détermination de la teneur en Matière sèche (degré Brix)

Selon DAILLY, (2008), Le degré Brix du miel indique la quantité de sucre (en g) contenue dans 100 g de miel refroidi à 20°C.

Grâce à la méthode de réfractométrie, on peut évaluer le taux de matière sèche.

La lecture est faite sur l'échelle qui indique la teneur en matière sèche ou degré brix qui se trouve en parallèle avec l'échelle de l'indice de réfraction (Fig. 40).

4.5.3 - La détermination de l'acidité libre

4.5.3.1 - Définition

L'acidité libre du miel est le contenu de tous les acides libres, exprimée en milliéquivalent/Kg du miel.

4.5.3.2 - Principe

On entend par acidité libre, l'acidité titrable par hydroxyde de sodium jusqu'au pH de point équivalent. Elle est obtenue en traçant la courbe de titration du miel par une solution hydroxyde de sodium et en déterminant à partir de cette courbe le volume équivalent de la solution titrante (BOGDANOV, 2009). Les réactifs utilisés pour ce paramètre sont : l'eau distillée, solution tampons (pH 4 et pH 6,86), solution d'hydroxyde de sodium 0,1M ; les appareillages utilisés sont : pH mètre model LIDA 220, Agitateur magnétique model Lab HEAT KM-RX 1003, Burette de 10 ml, et un bécher de 250 ml.

4.5.3.3 - Mode opératoire

L'acidité libre est mesuré comme suit, 10g de miel sont pesé et dissout dans 75ml d'eau distillée. La solution est agitée à l'aide d'un agitateur magnétique, puis versé la solution d'hydroxyde de sodium contenue dans une burette de 10 ml, par fraction de 0,2ml réduit à 0,1ml dès que les variations du pH deviendront plus importantes. Noter le pH après chaque addition d'hydroxyde de sodium (Fig. 41).

4.5.3.4 - Calcul et expression des résultats

L'acidité libre est calculée par la formule suivante :

$$\text{Acidité libre (milliéquivalent/Kg)} = \frac{1000 \times V \times N}{M}$$

Où

V : Le volume en millilitre d'hydroxyde de sodium versé pour atteindre le pH du point équivalent (pH_e) lors de la neutralisation du miel ;

M : Masse en grammes du miel ;

N : la normalité d'hydroxyde de sodium.

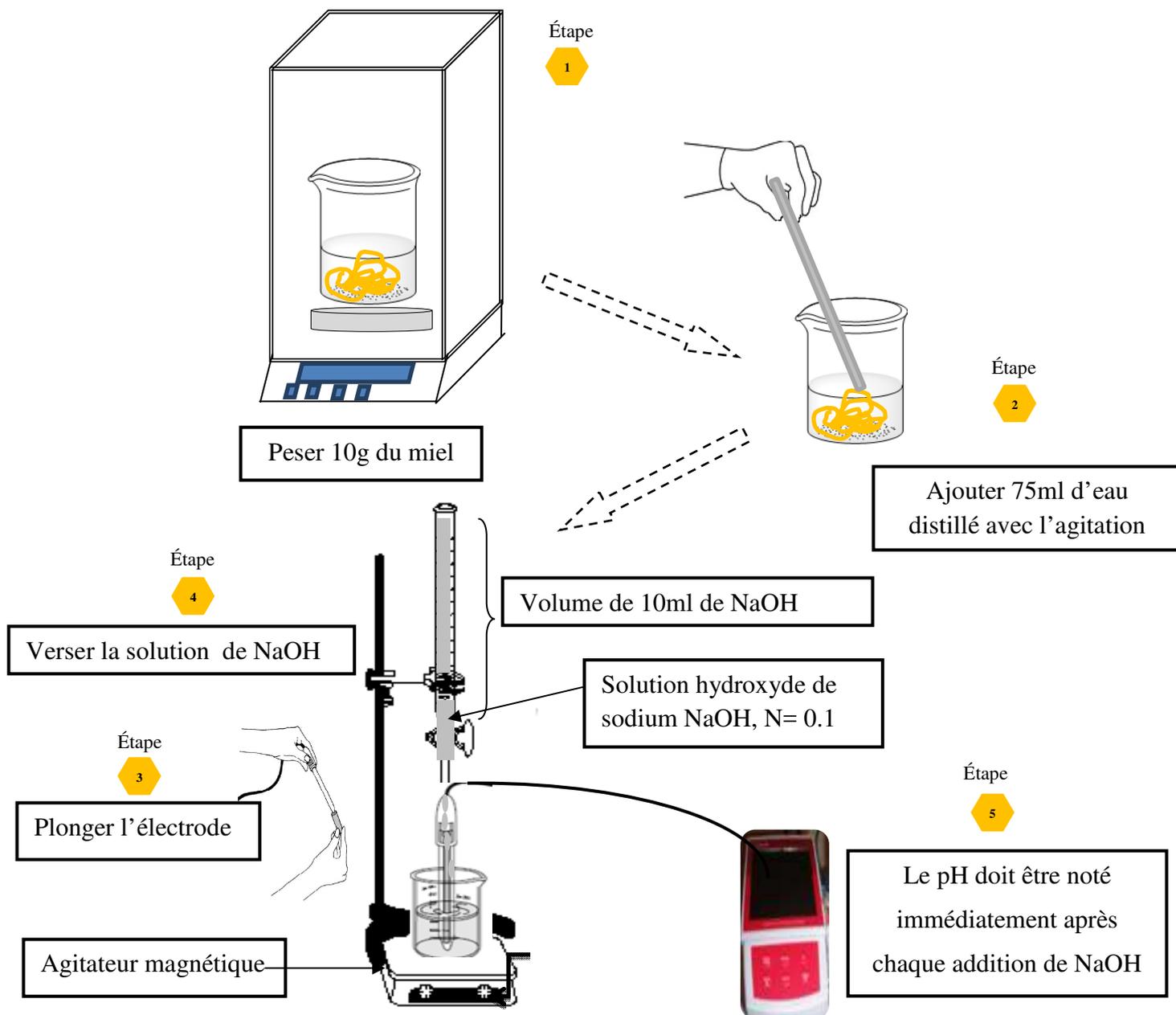


Fig. 41 - Détermination de l'acidité libre (Photographie originale)

4.5.4 - Détermination de la teneur en hydroxyméthyl furfural (H.M.F)

4.5.4.1 - Définition

Le H.M.F. dérivé de la dégradation des sucres notamment le fructose. C'est un indice de la fraîcheur du produit, qui dépend des conditions de travail et de conservation du miel.

4.5.4.2 - Principe

La présente méthode a pour objet d'évaluer la quantité d'hydroxyméthyl - furfural. La mesure de la teneur en H.M.F est basée sur la détermination de l'absorbance à 284 et à 336 nm (WHITE, 1979). Nous avons utilisé pour cette analyse l'eau distillée, Bisulfite, Solution I de Carrez : hexacyanoferrate de potassium $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ à 36 g/l. Solution II de Carrez : sulfate de zinc ($ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$ à 72 g/l). et pour l'appareillage nous avons utilisée Spectrophotomètre model CECIL CE 3041, Balance analytique model ABT KERN, Spatule, Cuve 1cm, bécher 50ml, Fiole 25ml, Tubes à visser, Burette de 10 ml, Entonnoir, Micropipette mécanique volume réglable model EDVOTEK, Éprouvette 100ml et un papier filtre.

4.5.4.3 - Mode opératoire

On ajoute 5g du miel à 25ml d'eau distillée, et agiter, puis, on rajoute 500 μ l de solution carrez I et carrez II. Le mélange doit être filtré dans une fiole contenant un papier filtre tout en assurant que les premières 10mL seront jetées pour éliminer les impuretés. Par la suite, ajouter l'eau distillée jusqu'au trait de jauge avec l'agitation (Fig. 42).



Fig. 42 - Echantillons à analyser (Photographie originale)

Cette opération sera suivie par l'enlèvement de 10mL de la solution obtenue, mis dans deux tubes à vise (5ml dans chacun) :

- Dans le 1^{er} tube, on ajoute 5mL d'eau distillé (l'échantillon).
- Dans le 2^{ème} tube, on ajoute 5mL de bisulfite (référence).

On mesure, ensuite, les absorbances par le biais d'un spectrophotomètre à deux longueur d'ondes $\lambda_1=284\text{nm}$ et $\lambda_2=336\text{nm}$ (Fig. 43).

4.5.4.4 - Calcul et expression des résultats

La teneur en H.M.F exprimée en mg par kg de miel est calculée par la formule suivante :

$$\text{Teneur en HMF} = (A_{284} - A_{336}) \times 149,7 \times 5/M$$

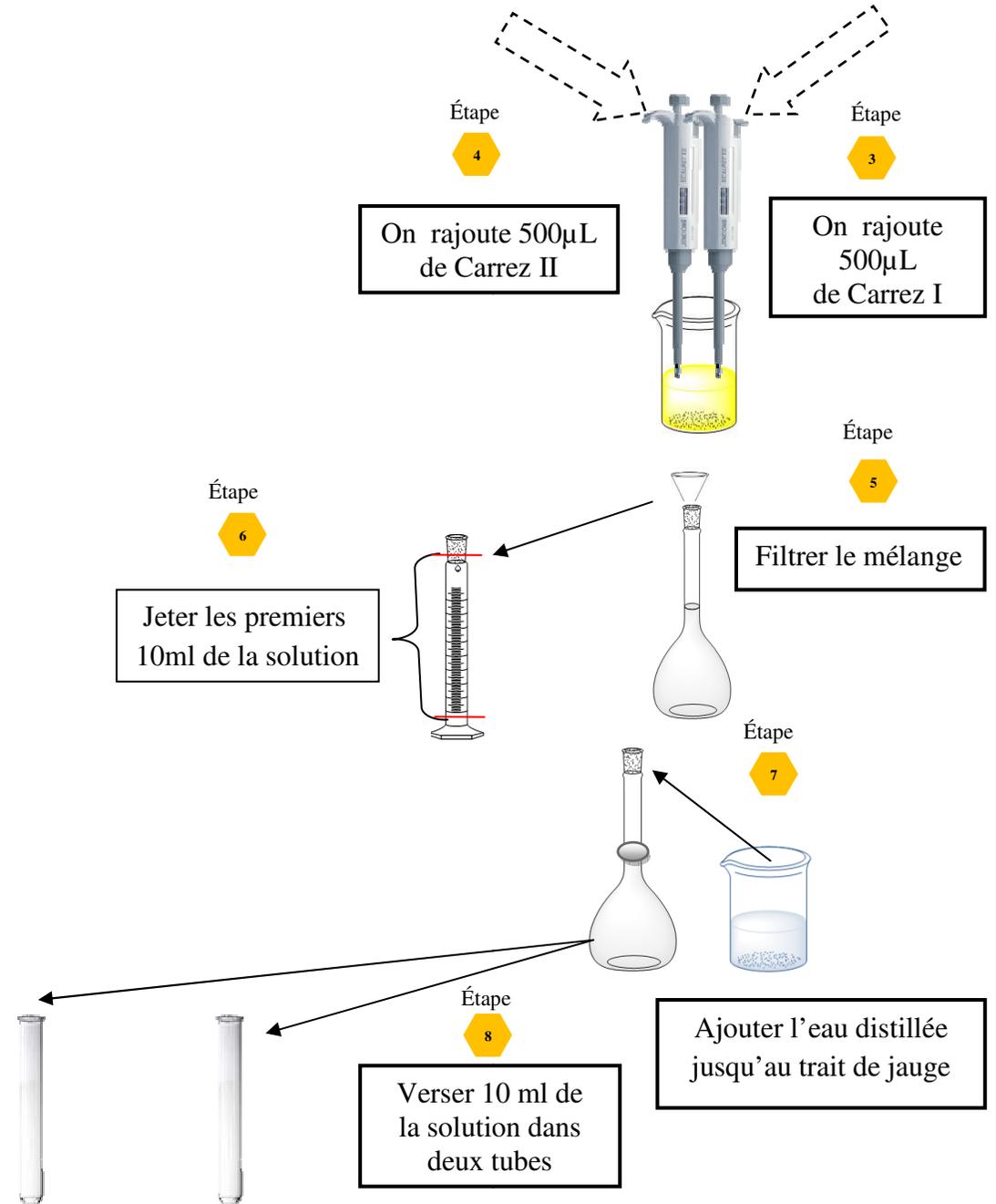
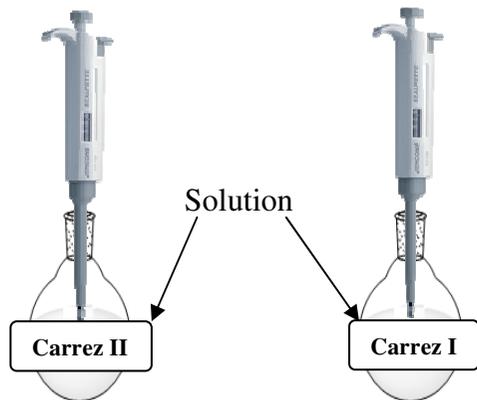
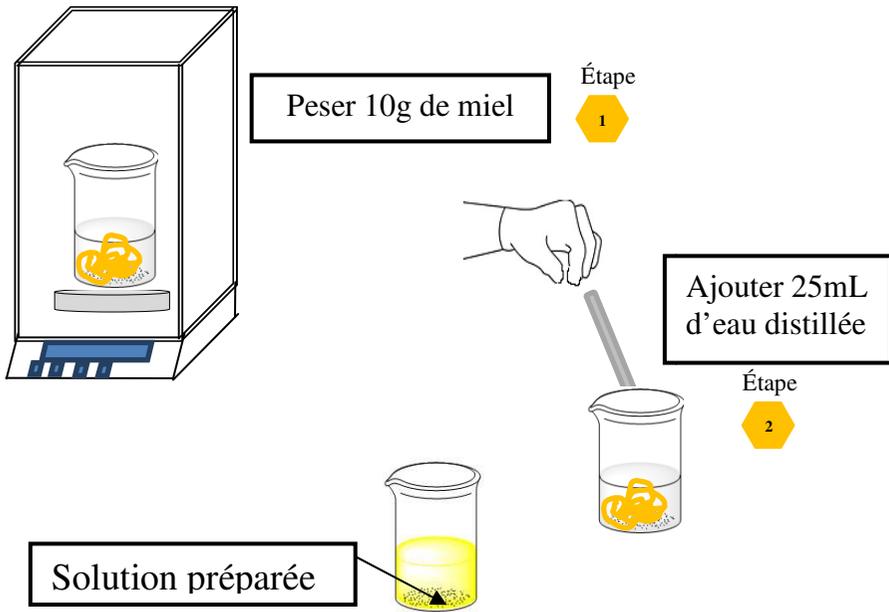
Où

A_{284} : Absorbance à 284nm ;

A_{336} : Absorbance à 336nm ;

M : la prise d'essai ;

149,7 et 5 : Constant.



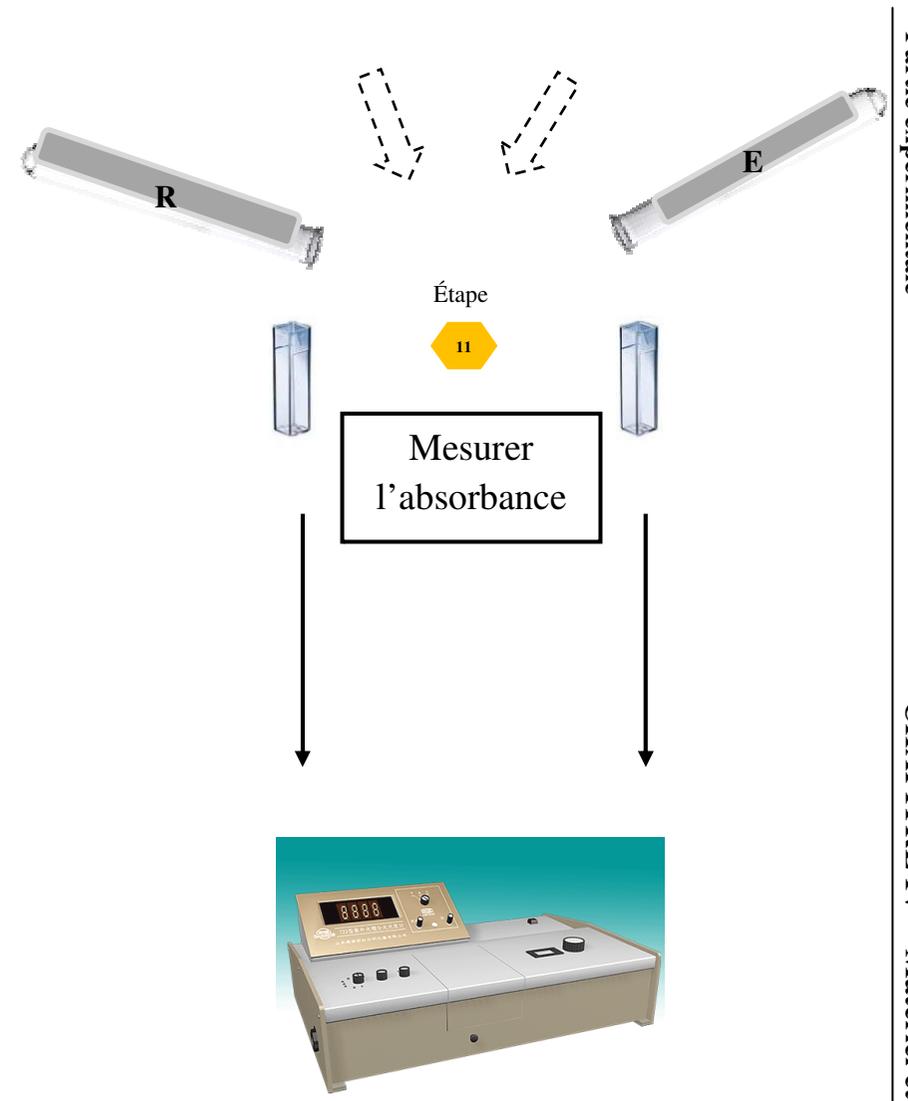
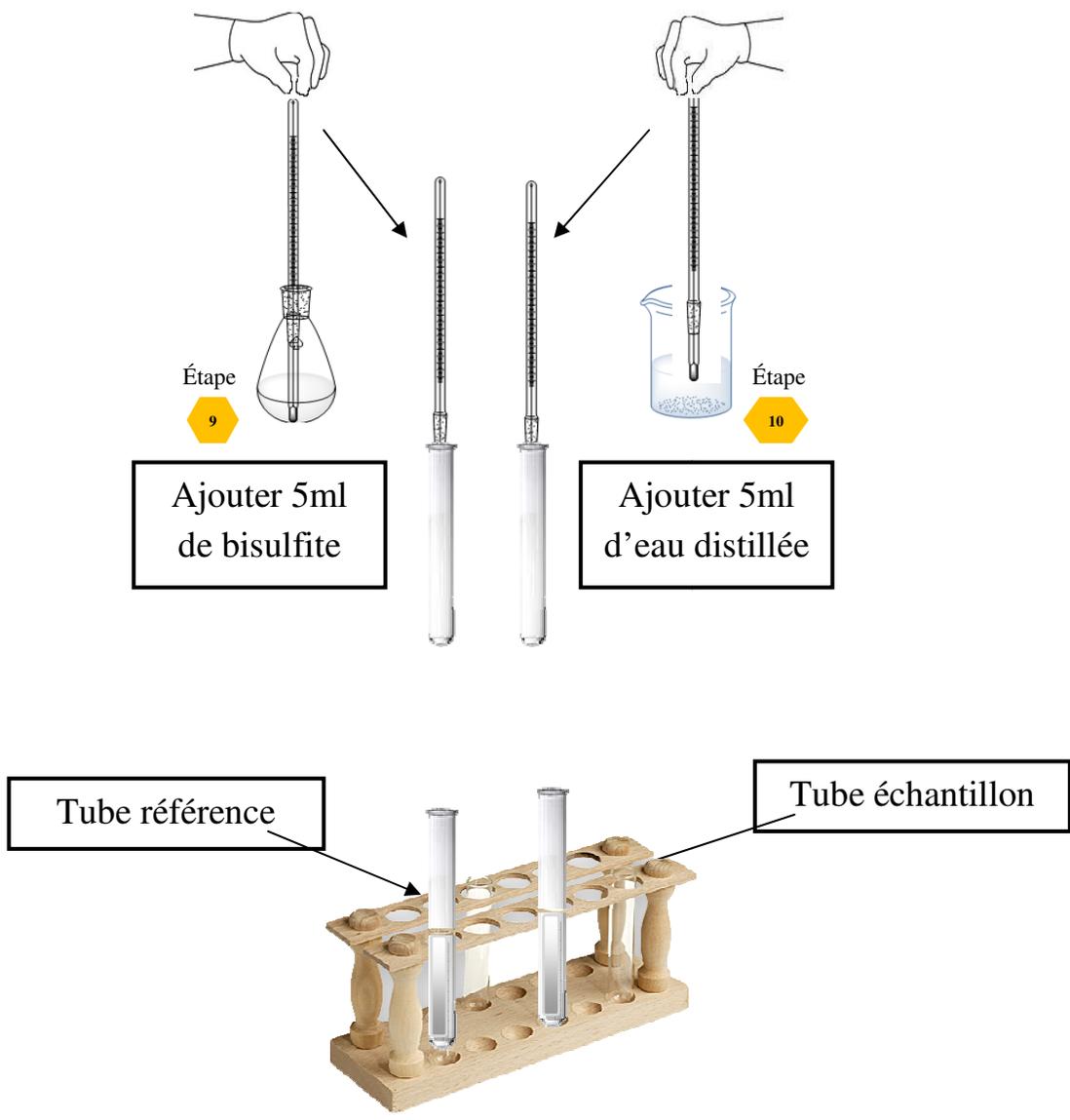


Fig. 43 - Détermination de la teneur en hydroxyméthyl furfural (Photographie originale)

4.5.5 - Détermination de la teneur en cendres

4.5.5.1 - Définition

On appelle cendres l'ensemble des produits fixe de l'incinération du miel, sous forme de carbonates et d'autres sels minéraux anhydres.

4.5.5.2 - Principe

Le miel est incinéré à une température non supérieure à 600 ° C. (ZERROUK et *al.*, 2011). Nous avons employé pour ce paramètre l'huile d'olive comme un réactif ; balance analytique, dessiccateur, Four à moufles model CSF 1100, Carbolite Furnaces, réglable à 600° C ± 25 °C. Capsules en porcelaine et une Pipette de transfert.

4.5.5.3 - Mode opératoire

5g de miel sont pesés dans une capsule en porcelaine ensuite à l'aide d'une pipette de transfert ajouter 2 à 3 gouttes d'huile d'olive et le carboniser lentement dans l'étuve (60 à 80°C.), puis porter au four (600 °C.), jusqu'à l'obtention de cendre grisâtre (Fig. 44).

4.5.5.4 - Calcul et expression des résultats

La teneur en cendre (W) exprimée en g pour 100g de miel est calculée par la formule suivante :

$$W (\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \times 100$$

Où

W : Teneur en cendre en g ;

m₀ : Poids d'essai ;

m₁ : Poids de la capsule avec les cendres ;

m₂ : Poids de la capsule vide.

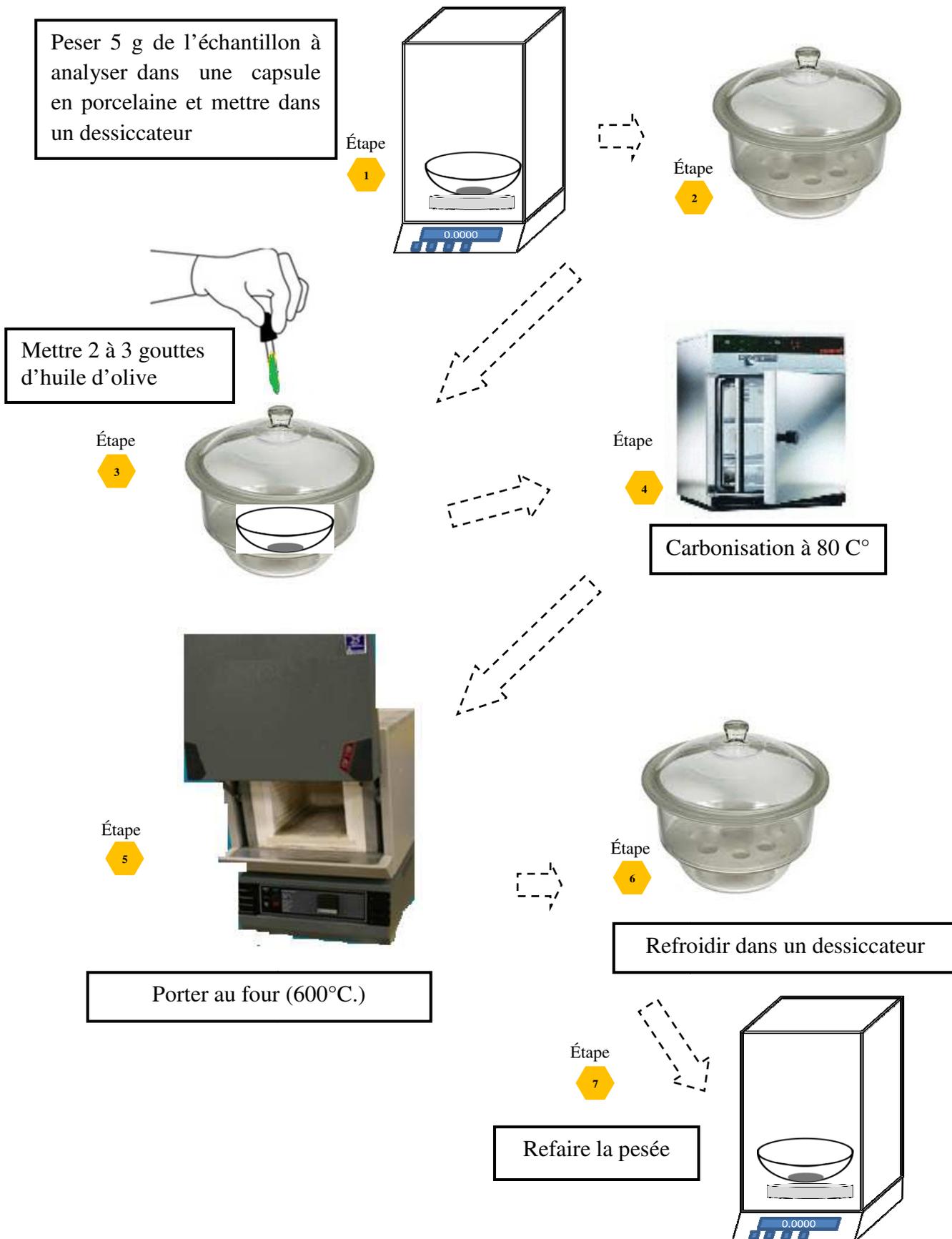


Fig. 44 - Détermination de la teneur en cendres (Photographie originale)

4.6 - Les analyses polliniques

4.6.1 - Définition

L'analyse pollinique est une technique de laboratoire utilisée pour l'étude des miels. Elle repose sur le fait d'observation que tout le miel naturel contient de petite quantité de pollen.

4.6.2 - Principe

Enrichissement par centrifugation du miel en solution aqueuse, examen sous le microscope du sédiment monté entre lame et lamelle dans la gélatine et exploitation des informations ainsi obtenues (LOUVEAUX *et al.*, 1970).

Deux types d'analyse pollinique sont proposés par les laboratoires :

- ◇ L'analyse pollinique qualitative consiste en l'identification des pollens présents dans l'échantillon afin d'en déterminer globalement la nature : miel de montagne, miel de châtaignier, etc...
- ◇ L'analyse pollinique quantitative consiste en l'identification fine de chaque pollen.

C'est une analyse assez longue de par la diversité des pollens rencontrés, de l'ordre de la centaine. Le spectre pollinique est le pourcentage de chacun d'entre eux.

L'analyse pollinique des miels demande beaucoup de patience et une certaine expérience pour une bonne identification des pollens.

Nous avons utilisé pour cette étude l'eau distillée, gélatine glycinée, acide sulfurique, étuve, bain-marie, Centrifugeuse tournant à 2500 / 3000 tr/mn model ALC 4232, Tube à centrifugation à fond conique (capacité environs 10mL), Microscope model MOTIQUE (grossissement 10,40 et 100 fois), Pipette de transfert, Eprouvette 50mL et une lame porte-objet.

4.6.3 - Mode opératoire

Dix grammes d'un échantillon de miel bien homogénéisé sont versés dans un bécher, On les dilue dans 20 ml d'eau tiédie acidulée (préparée en mélangeant 5ml d'acide sulfurique dans 1litre d'eau). Le bécher est placé dans un bain-marie à nenviron 20 mnt à 45°C. La solution est centrifugée pendant 3 à 5 minutes à 2500 à 3000 tours-minute et on jette le surnagent. Puis on ajoute 10 mL d'eau distillée. La solution est centrifugée une deuxième fois pendant 10 minutes à 3000 tours-minute et le liquide superflu est jeté de façon à ne conserver que le culot de centrifugation (a peu prés 1cm à la profondeur). Déplacer le culot par le biais d'une pipette de transfert sur une lame porte-objet et étalée au moyen d'une pipette du Pasteur sur une surface d'environ 22×22 cm. On laisse sécher le frottis à l'étuve à une température de 35°C (Fig. 45).

NB : - Dans le cas d'utilisation d'une cellule de Mallasses le culot est déplacée sur 04 surfaces.

- Pour les miels riches en sédiment on a intérêt à répartir le culot sur deux lamelles.

4.6.4 - Calcul et expression des résultats

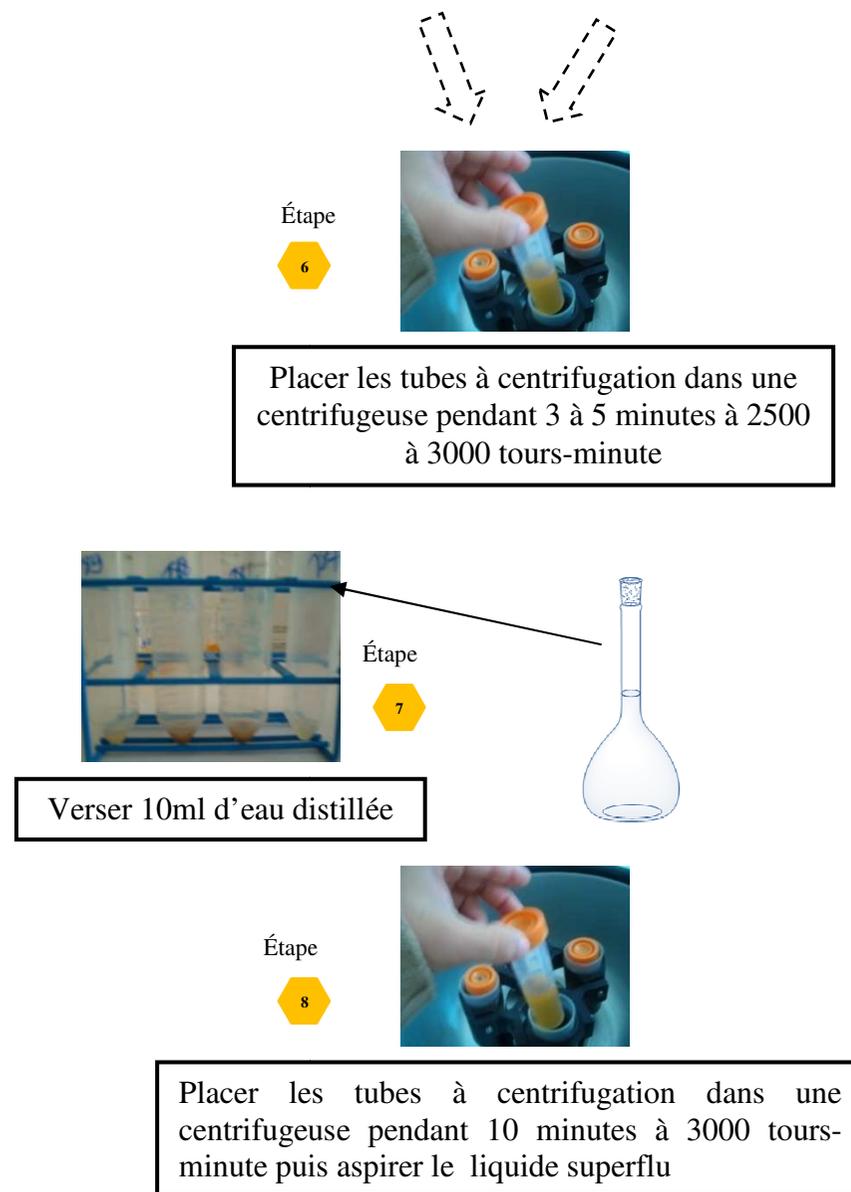
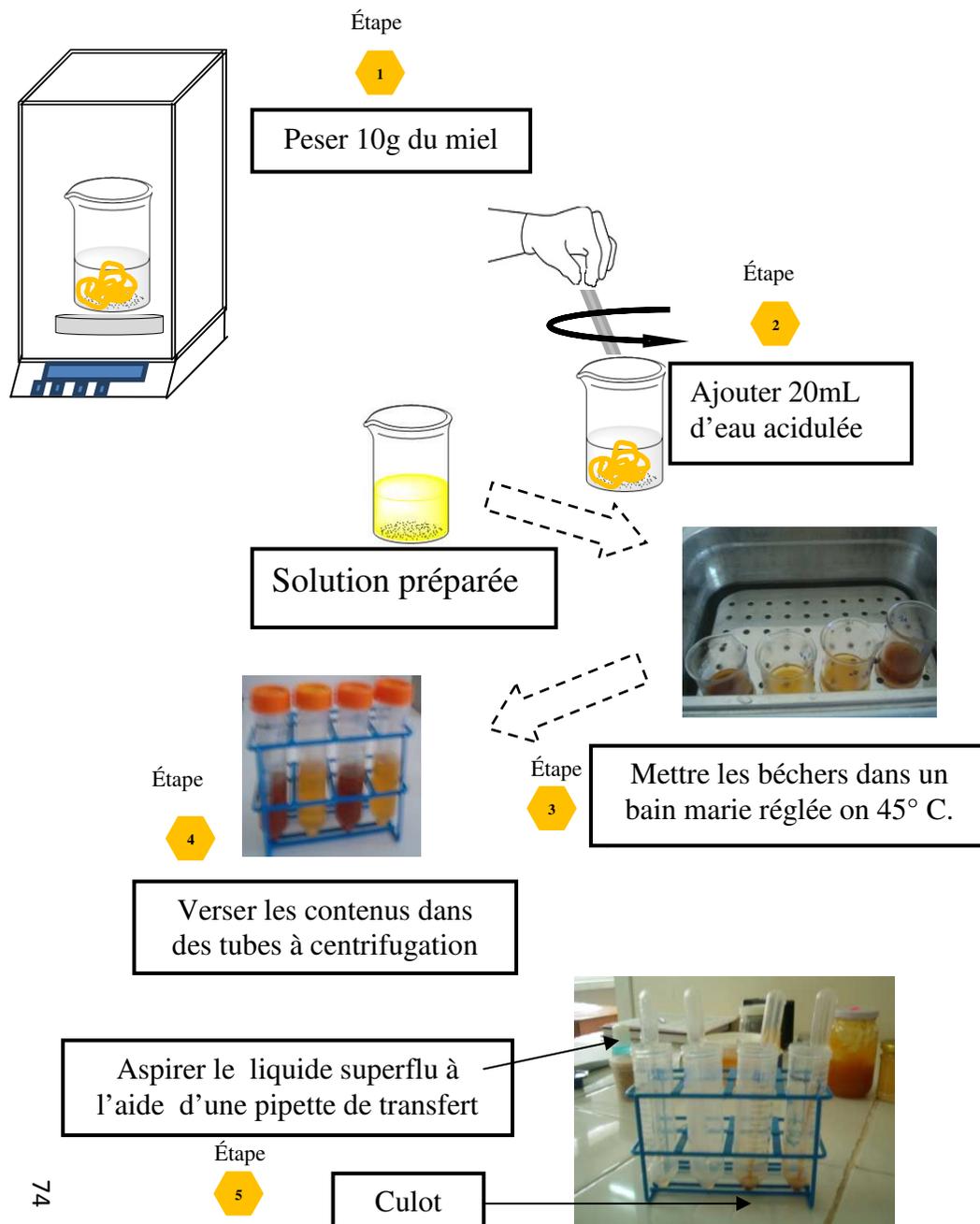
Après l'identification des constituants figurés végétaux du miel. Calculer le nombre absolu par la formule suivante :

$$P \% = \frac{n}{N}$$

Où

n : le nombre de chaque espèce présentées dans le miel ;

N : le nombre total des espèce présentées dans le miel.



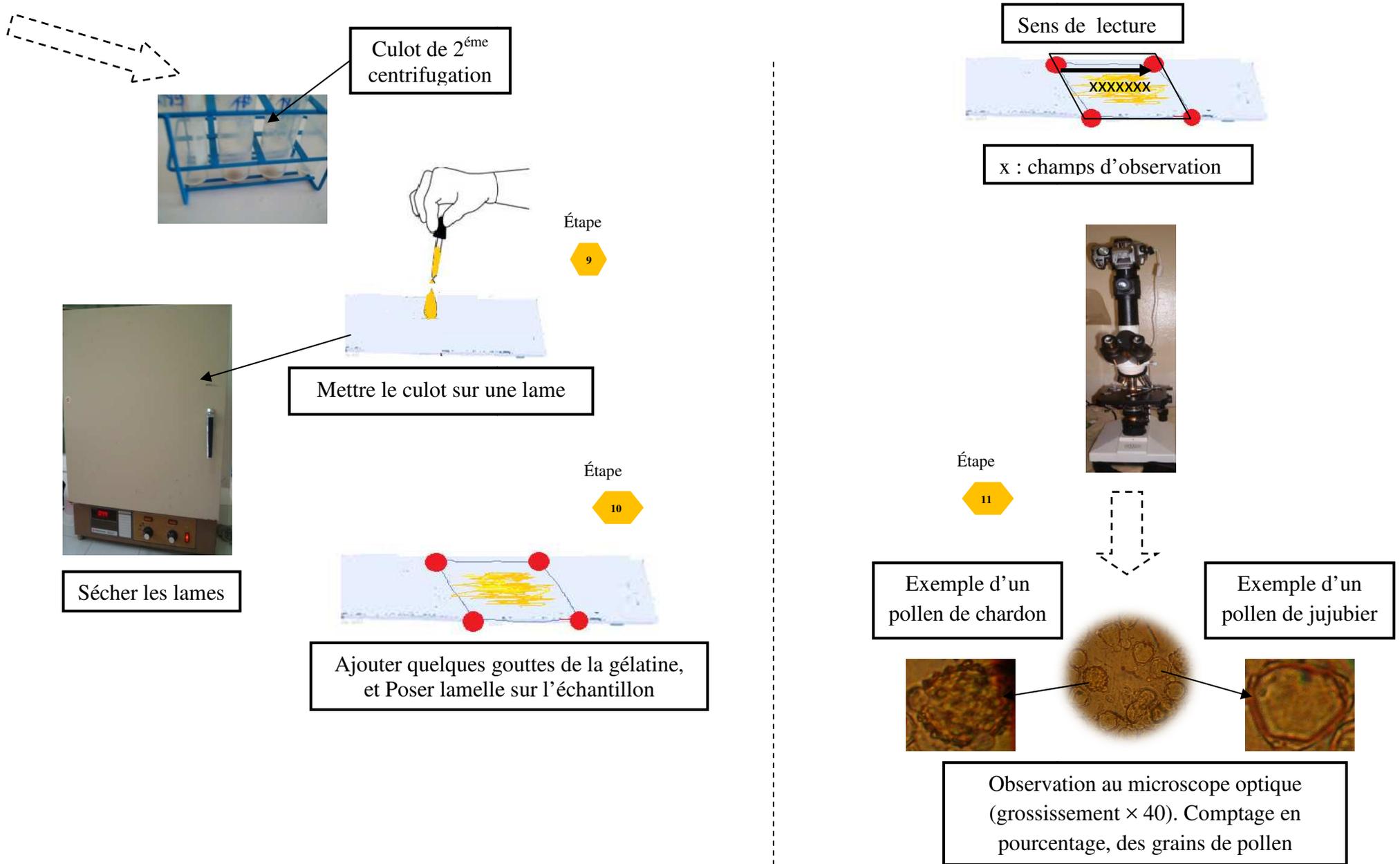


Fig. 45 - Protocole d'extraction du pollen pour son observation (Photographie originale)

4.7 - les analyses microbiologiques

4.7.1 - Préparation de la solution mère et dilution décimales

4.7.1.1 - Solution mère

Introduire aseptiquement 25g de miel à analyser dans un flacon stérile contenant au préalable 225ml de diluant (TSE), homogénéiser pendant 10 à 20 minutes pour obtenir la dilution mère correspondant à la dilution 10^{-1} (J.O.R.A, 2004).

4.7.1.2 - Dilutions décimales

Introduire aseptiquement 1ml de la solution mère dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9ml de diluant (TSE), on obtient la dilution 10^{-2} .

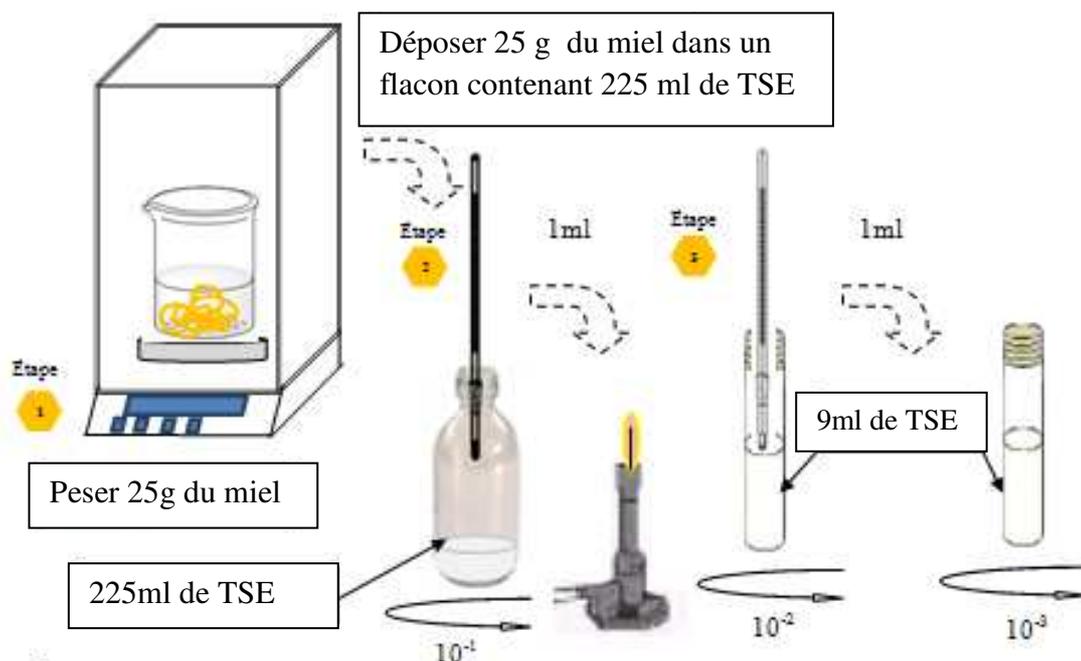
Mélanger soigneusement et doucement.

Prélever ensuite aseptiquement 1ml de la dilution 10^{-2} et l'introduire dans un autre tube stérile contenant 9ml du même diluant (TSE), qui donnera la dilution de 10^{-3} (Fig. 46).

Les dilutions décimales sont réalisées en vue de réduire le nombre de micro-organismes par unité de volume pour faciliter l'examen microbiologique (J.O.R.A, 2004).

4.7.1.3 - Principe

Préparation de la dilution primaire (suspension mère) et, si nécessaire, des dilutions décimales suivantes en vue de réduire le nombre de micro-organismes par unité de volume, pour faciliter l'examen microbiologique.



Prélever 1 ml de la dilution 10^{-1} et l'introduire dans 9 ml de TSE, mélanger, puis prélever 1 ml de la dilution 10^{-2} et l'introduire ensuite dans 9 ml de TSE pour obtenir la dilution 10^{-3} .

Fig. 46 - Préparation des suspensions mères et des dilutions décimales (**Photographie originale**)

4.7.2 - Recherche et dénombrement des levures et des moisissures (AFNOR 08- 059-1995)

4.7.2.1 - Principe

- ◇ L'ensemencement en surface du milieu de culture, avec une quantité déterminée de l'échantillon du miel à analyser, que sa préparation qui commence de la solution mère (10^{-1}) jusqu'à dilution (10^{-3}).
- ◇ Incubation des boîtes à 25 °C, en aérobiose pendant 5 jours.

4.7.2.2 - Mode opératoire

- ◇ Couler dans les boîtes environ 15 ml du milieu OGA refroidi entre 44°C et 47 °C à l'aide d'un bain d'eau,
- ◇ Préparer la suspension-mère, Prendre une boîte de Petri stérile. Transférer à l'aide d'une pipette stérile, 1 ml de la suspension mère (sur la surface),
- ◇ Prendre une autre boîte de Pétri stérile. Transférer à l'aide d'une nouvelle pipette stérile 1 ml de la première dilution décimale de l'échantillon ;
- ◇ Recommencer les opérations décrites avec les dilutions suivantes. Avant chaque prélèvement pour l'ensemencement, homogénéiser le contenu du tube à l'aide de l'agitateur de type vortex,
- ◇ Par un mouvement de « 8 » mélanger soigneusement l'inoculum et le milieu et laisser se solidifier en posant les boîtes de Pétri sur une surface fraîche et horizontale,
- ◇ Incuber les boîtes pendant 5jours à 25°C ± 1°C (Fig. 47).

4.7.2.3 - Dénombrement des moisissures et des levures

Après 5jours d'incubation, repérer chaque jour les colonies sur les boites. Les colonies des levures sont brillantes, rondes et bombées, de couleur blanche avec une texture crémeuse, tandis que celles des moisissures sont épaisses, filamenteuses, pigmentées à aspect velouté. En tenant compte de facteur de dilution il faut multiplier le nombre trouvé par l'inverse de la dilution correspondante, faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entres les différentes dilutions. Puis exprimer le résultat final en g de produit a l'analyse.

NB : La composition chimique de milieu OGA est signalée dans l'Annexe 3.

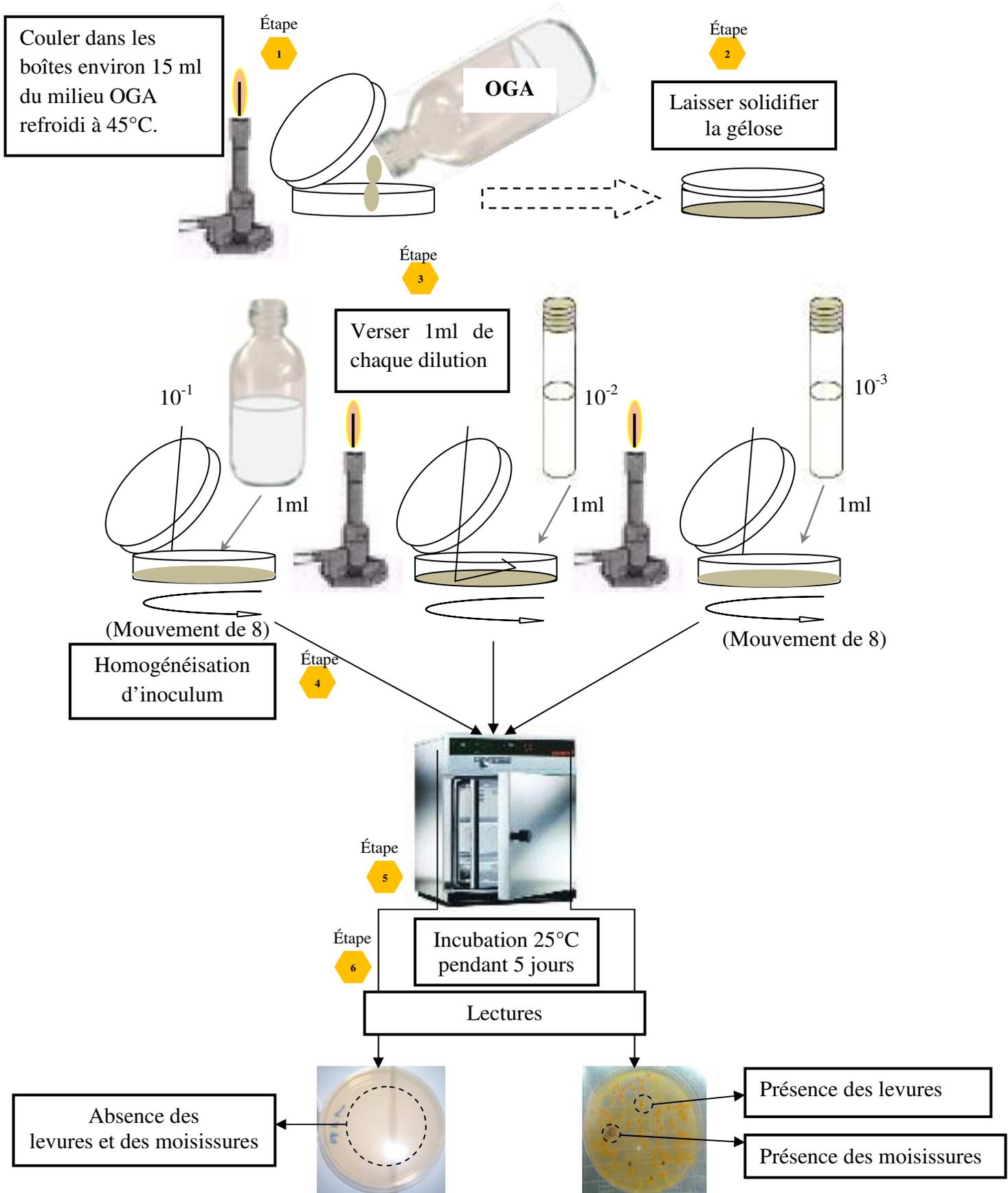


Fig. 47 - Recherche et dénombrement des levures et des moisissures (Photographie originale)

4.7.3 - Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT) (AFNOR, NF 08-051, 1992)

4.7.3.1 - Principe

L'ensemencement en profondeur du milieu de culture, avec une quantité déterminée de l'échantillon du miel à analyser, que sa préparation commence de la solution mère (10^{-1}) jusqu'à la dilution (10^{-3}).

- Incubation des boîtes à 30 °C, pendant 72 h.

4.7.3.2 - Mode opératoire

A partir des dilutions décimales allant de 10^{-1} à 10^{-3} porter aseptiquement 1ml dans deux boites de Pétri vides, compléter ensuite avec environ 20ml de Gélose « PCA » fondue puis refroidie à 45°C, faire ensuite des mouvements circulaires et de va et vient en forme de « 8 » pour permettre l'inoculum de se mélanger à la Gélose. Les boites sont mises à la température ambiante pour solidification. Puis incubées en bas à 30°C pendant 72h (Fig. 48).

4.7.3.3 - Lecture

Les colonies des GAMT se présentent sous forme lenticulaire en masse. Avec :

- ◇ Première lecture après 24h d'incubation,
- ◇ Deuxième lecture après 48h d'incubation,
- ◇ Troisième lecture après 72h d'incubation.

4.7.3.4 - Dénombrement

Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boites en tenant compte des facteurs suivants :

- ◇ ne dénombrer que les boites contenant entre 15 et 300 colonies,
- ◇ multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution,
- ◇ faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.

NB : La composition chimique de milieu PCA est signalée dans l'Annexe 3.

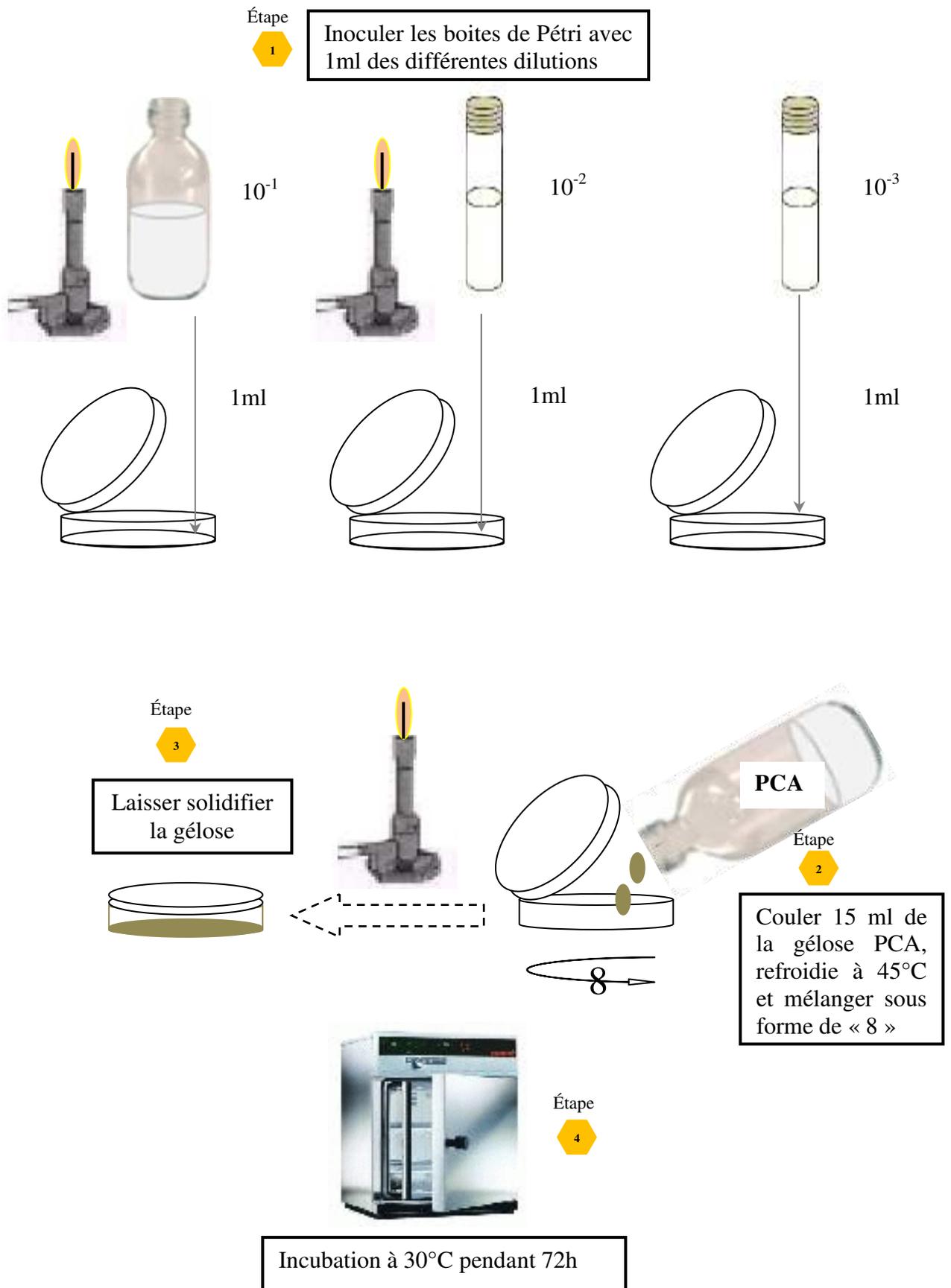


Fig.48 - Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (Photographie originale)

4.7.4 - Recherche et dénombrement des coliformes (AFNOR NF V 08 -050, 1992)

4.7.4.1 - Principe

Cette méthode est basée sur le fait qu'une cellule, placée sur un milieu solide favorable : gélose VRBL donnera naissance à une colonie macroscopiquement visible.

- Incubation des boîtes à 37 °C, pendant 24 à 48 h, et à 44°C, pendant 24 à 48h.

4.7.4.2 - Mode opératoire

- ◇ A partir des dilutions décimales allant de 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 2 fois 1 ml dans deux boîtes de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées comme l'indique dans la figure 49.
- ◇ Couler ensuite chaque boîte avec la gélose VRBL, fondue puis refroidie à $45 \pm 1^\circ\text{C}$.
- ◇ Une série de boîtes sera incubée à 37°C , pendant 24 à 48 h et servira à la recherche de coliformes totaux,
- ◇ L'autre série sera incubée à 44°C , pendant 24 à 48 h et servira à la recherche de coliformes fécaux.

4.7.4.3 - Lecture

Que ce soit à 37 ou 44°C , les premières lectures se feront au bout de 24h et consistent à repérer les petites colonies rouge ayant poussé en masse mais fluorescentes, ce qui signifie que la lecture doit se faire dans une chambre noire et sous une lampe à UV.

4.7.4.4 - Dénombrement

Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur la gélose en tenant compte des facteurs de dilutions, de plus :

- ◇ ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies,
- ◇ multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution,
- ◇ faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions,
- ◇ il est impossible de trouver plus de coliformes fécaux que de coliformes totaux.

NB : La composition chimique de milieu VRBL se trouve dans l'Annexe 3.

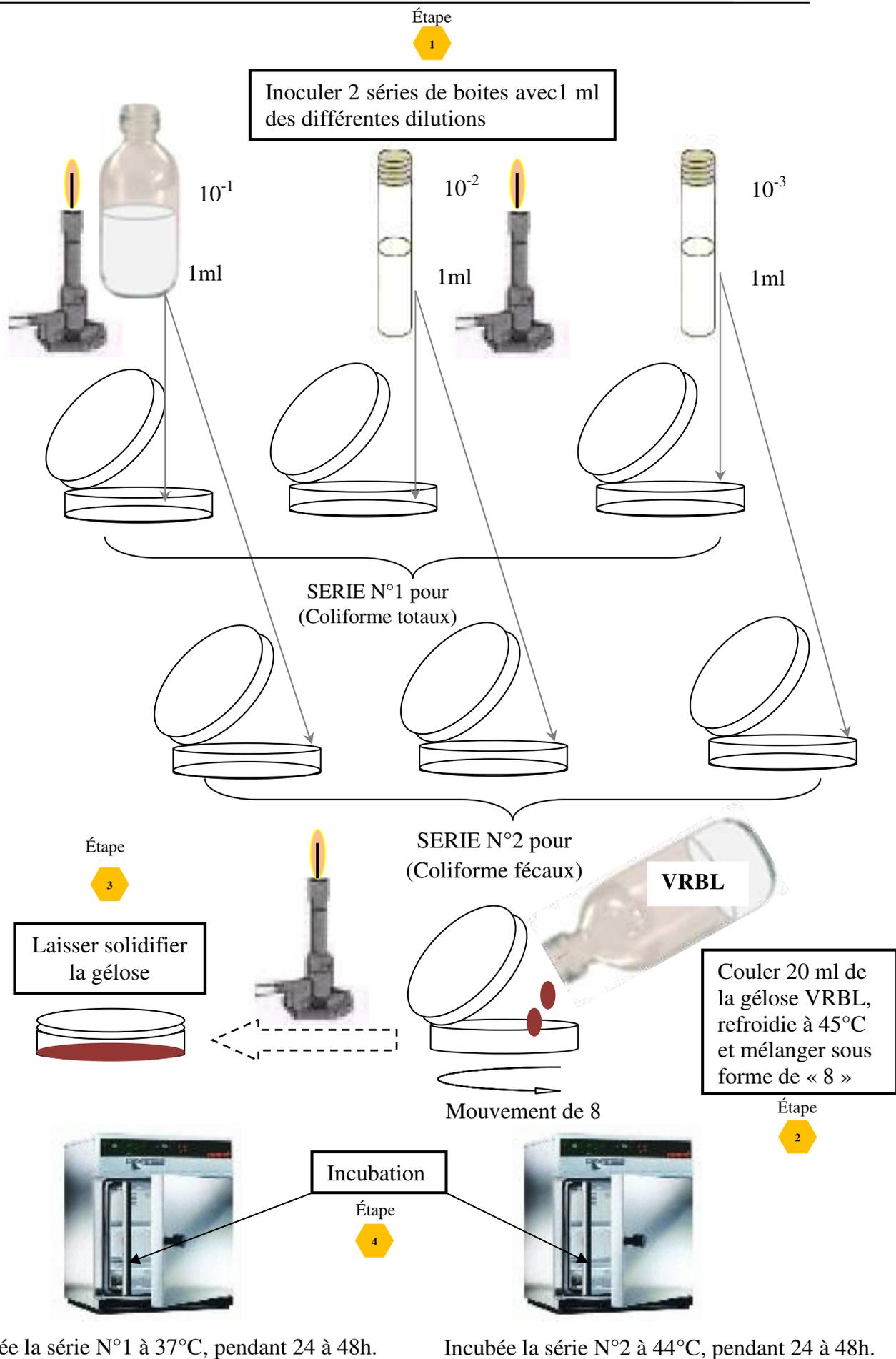


Fig. 49 - Recherche et dénombrement des coliformes (Photographie originale)

4.7.5 - Recherche des Streptocoques fécaux (J.O.R.F, 1980)

4.7.5.1 - Mode opératoire

- ◇ Préparer dans une série de tubes contenant le milieu sélectif de Rothe à raison de trois tubes par dilution (Fig. 50, Annexe, 5).
- ◇ A partir des dilutions décimales 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 1ml dans chacun des trois tubes bien mélangé le milieu et l'inoculum standard.
- ◇ L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48h (Fig.48).

4.7.5.2 - Lecture

Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble bactérien.

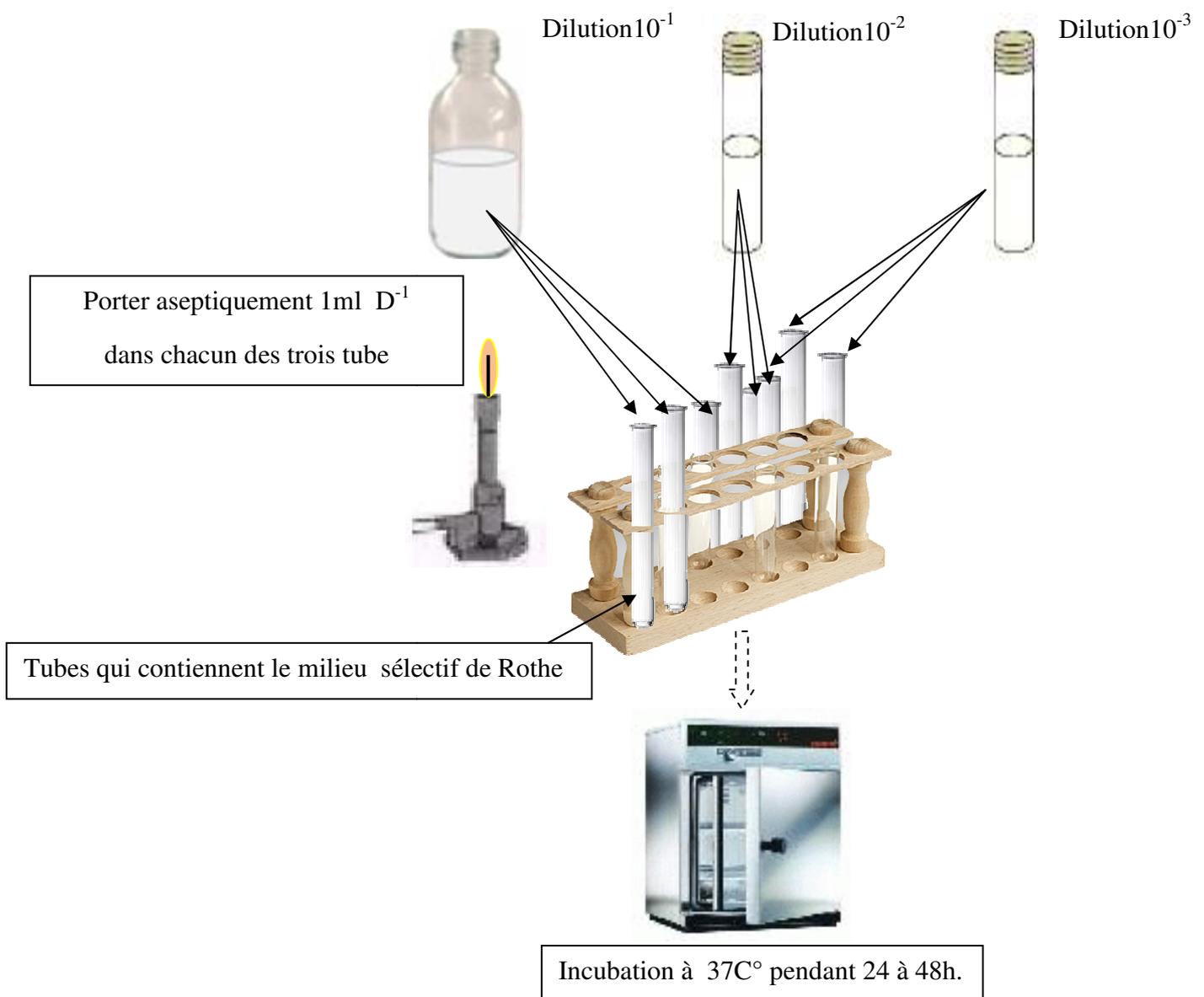


Fig. 51 - Recherche des Streptocoque fécaux
(Photographie originale)

NB : La composition chimique de milieu sélectif de Rothe se trouve dans l'Annexe 3.

4.7.6 - Recherche de *Staphylococcus aureus* AFNOR (NF V08-057-1, 2004)**4.7. 6.1 - Mode opératoire**

- ◇ Au moment de l'emploi, ouvrir aseptiquement le flacon contenant le milieu de Giolliti Cantonii pour y ajouter 15 ml d'une solution de Tellurite de Potassium. Mélanger soigneusement.
- ◇ Le milieu est alors prêt à l'emploi. A partir des dilutions décimales retenues aseptiquement 1ml par dilution dans un tube à vis stérile.
- ◇ Ajouter par la suite environ 15ml du milieu d'enrichissement, bien mélanger le milieu et l'inoculum.
- ◇ Incubation se fait à 37C° pendant 24 à 48h (Fig. 52).

4.7. 6.2 - Lecture

- Seront présumé positifs, les tubes ayant virés au noir.
- Pour s'assurer qu'il, ait bien d'un développement de staphylococcus aureus, ces tubes feront l'objet d'une confirmation par isolement sur gélose Chapman préalablement fondue, coulée en boites de pétri et bien séchées.
- Les boites de Chapman ainsiensemencées seront incubées à 37°C. pendant 24 à 48h. A prés ce délai, repérer les colonies suspectes à savoir les colonies de taille moyenne, lisses, brillantes.

4.7.6.3 - Expression des résultats

Par exemple, si à la dilution 10^{-3} , le tube a noirci au bout de 24heures d'incubation, mais à l'isolement sur Chapman, il y à pas des colonies caractéristiques ; ce tube est considéré comme négatif.

NB : La composition chimique de milieu Giolliti Cantonii se trouve dans l'Annexe 3.

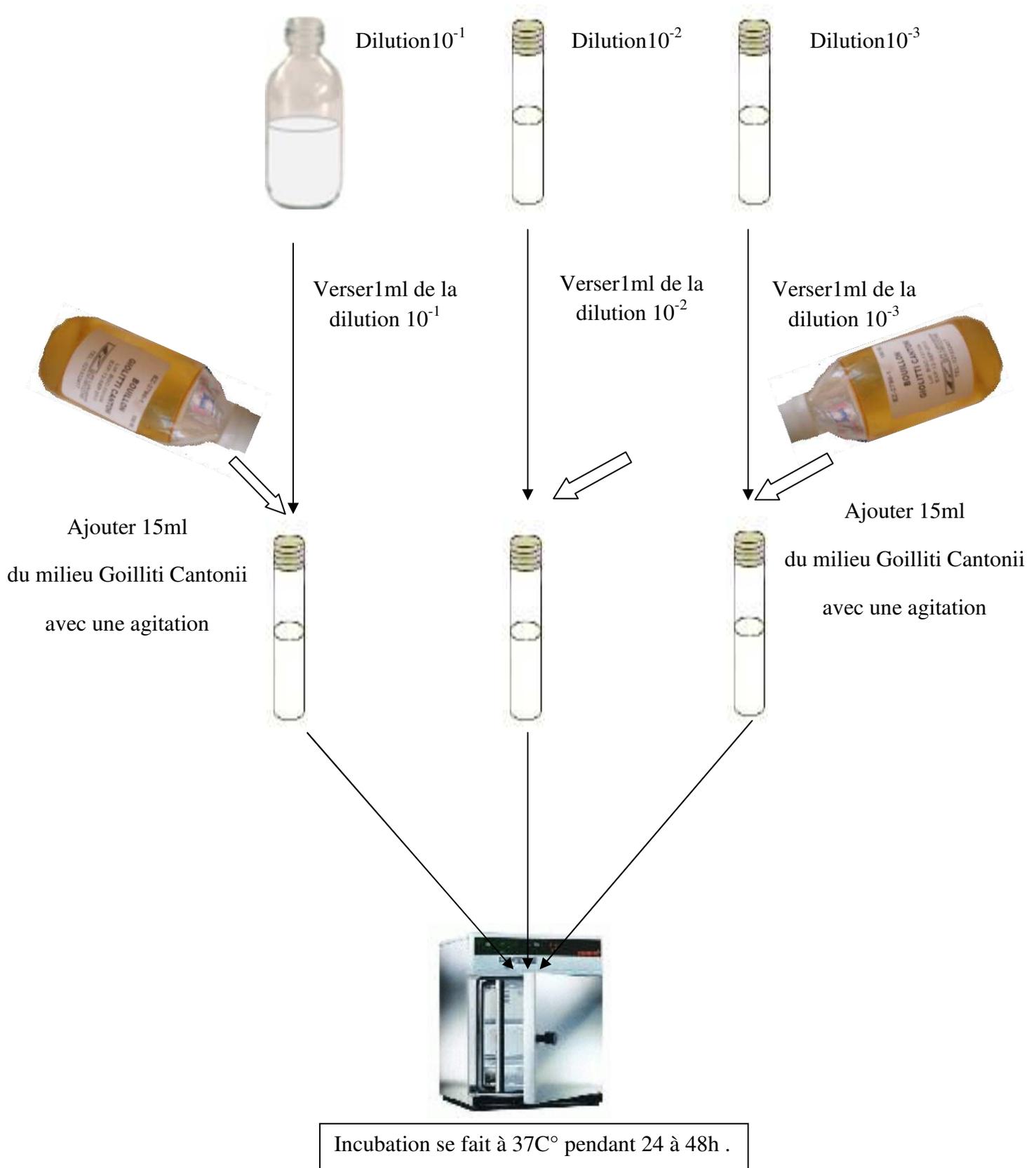


Fig. 52 - Recherche des *Staphylococcus aureus* (Photographie originale)

4.7.7 - Recherche et dénombrement de spores d'Anaérobies Sulfito-Réducteurs AFNOR (AFNOR NF V 08 - 056, 1994)

4.7.7.1 - Mode opératoire

- ◇ Au moment de l'emploi faire fondre un flacon de gélose Viande foie, le refroidir dans un bain d'eau à 45°C puis ajouter une ampoule d'Alun de Fer et une ampoule de sulfite de sodium. Mélanger soigneusement et aseptiquement.
- ◇ Le milieu est ainsi prêt à l'emploi, mais il faut le maintenir dans une étuve à 45°C. jusqu'au moment de son utilisation.
- ◇ Les tubes contenant les dilutions 10^{-2} et 10^{-1} seront soumis :
 - D'abord à un chauffage à 80°C pendant 8 à 10 minutes, puis à un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet, dans le but d'éliminer les formes végétatives et de garder uniquement les formes sporulées (Fig. 53).
 - A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution en double dans deux tubes à vis stériles, puis ajouter environ 15 ml de gélose Viande - Foie prête à l'emploi, dans chaque tube et laisser solidifier sur la paillasse.
 - Ces tubes seront ainsi incubés à 37 °C pendant 16h, 24h et 48 heures (Fig. 54).

4.7.6.2 - Lecture

La première lecture doit de faire après 16h. puis une deuxième lecture se fera après 24h d'incubation.



Fig. 53 - Refroidissement des échantillons sous l'eau de robinet (**Photographie originale**)

NB : La composition chimique de gélose Viande foie est signalée dans l'Annexe 3.

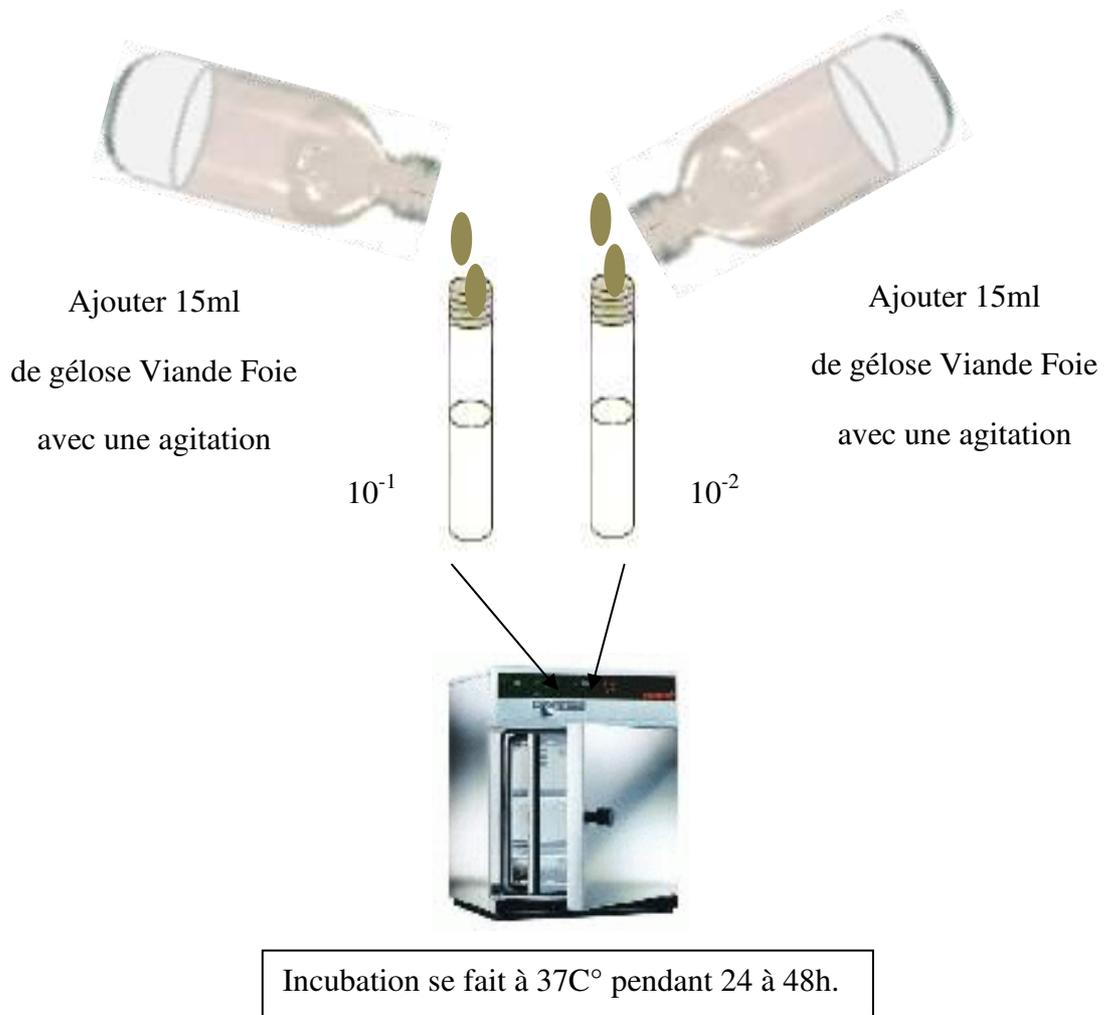


Fig. 54 - Recherche et dénombrement de spores Anaérobiose sulfito - réducteur (**Photographie originale**)

4.8 - Isolement des bifidobateriums

4.8.1 - But

Le but visé est de chercher dans quelle partie du corps de l'abeille se trouve les Bifidobactéries qui sont actuellement très utilisées dans la fabrication de quelques produits laitiers telle que le yaourt ; l'idée de l'isolement des Bifidobactéries à partir du miel et des abeilles a été proposée pour la première fois par Dr DOUMANDJI A. et par M.GUERZOU M.

4.8.2 - Principe

Les bifidobactéries proviennent du tube digestif de l'abeille. L'échantillonnage est effectué au niveau de l'hôpital de Messâad-Djelfa. Pour cette étude on a choisi trois niveaux : deux niveaux sur l'abeille (tube digestif et l'œsophage de l'abeille) et le miel .Une fois la dissection de l'abeille est faite, le tube digestif et l'œsophage sont prélevés stérilement et acheminés au laboratoire dans une glacière.

4.8.3 - Mode opératoire

4.8.3.1 - Pré - enrichissement

- ◇ Mélanger 1 g prélevé de tube digestif avec 9 ml de bouillon MRS sous la hôte (dans un environnement stérile). Après la décessions (Fig. 55), le mélange qui est appelé solution mère est ensuite mis dans un tube à essai hermétiquement fermé.
- ◇ Mélanger 1 g prélevé de l'œsophage avec 9 ml de bouillon MRS sous la hôte. Le mélange qui est appelé solution mère est ensuite mis dans un tube à essai hermétiquement fermé.
- ◇ Mélanger 1 g de miel avec 9 ml de bouillon MRS sous la hôte. Le mélange qui est appelé solution mère est ensuite mis dans un tube à essai hermétiquement fermé.
- ◇ Mettre quelques gouttes d'huile de paraffine pour créer l'anaérobiose dans chaque tube.
- ◇ Les tubes sont placés à l'étuve à 37°C :
 - Pendant 18h (pour les 3 tubes de série 1), jeune culture (Préculture),
 - Pendant 24h (pour les 3 tubes de série 2),
 - Pendant 48h (pour les 3 tubes de série 3).
- ◇ Après l'incubation de chaque série on prépare 9 dilutions dans 9 tubes différents de façon à prendre 1 ml de solution à partir de la solution pré-enrichie et ainsi de suite. Chaque tube contient préalablement 9 ml d'eau

physiologique. On obtient donc 9 tubes, dont les dilutions sont comme suit : 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} et 10^{-9} .

- ◇ On prélève 1 ml, à l'aide de pipettes, de chaque tube des dilutions et on les ensemence aseptiquement dans 3 boîtes de Pétri stériles (ensemencement en profondeur).
- ◇ Une fois la gélose MRS fondue et refroidie elle sera versée sur les dilutions puis un mouvement de « 8 » pour homogénéiser le milieu et la dilution (Fig. 56).

4.8.3.2 - Incubation

Une fois la gélose se solidifie les boîtes de Pétri sont placés à l'étuve à 37°C pendant 48h.

4.8.4 - Lecture

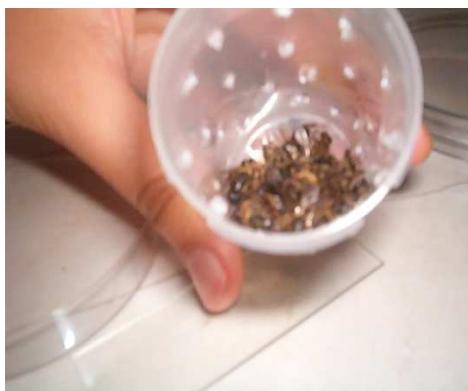
Les colonies des bifidobactéries se présentent sous forme lenticulaire blanche. La lecture se fait après 48h.

4.8.5 - Dénombrement

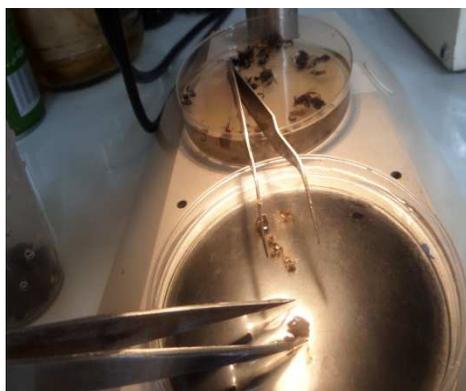
Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes en tenant compte des facteurs de dilutions, de plus :

- ◇ Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies,
- ◇ Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution,
- ◇ Faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.

NB : La composition chimique de gélose MRS est signalée dans l'Annexe 3.



a) Des ouvrières choisies



b) Deux pinces utilisées pour la dissection



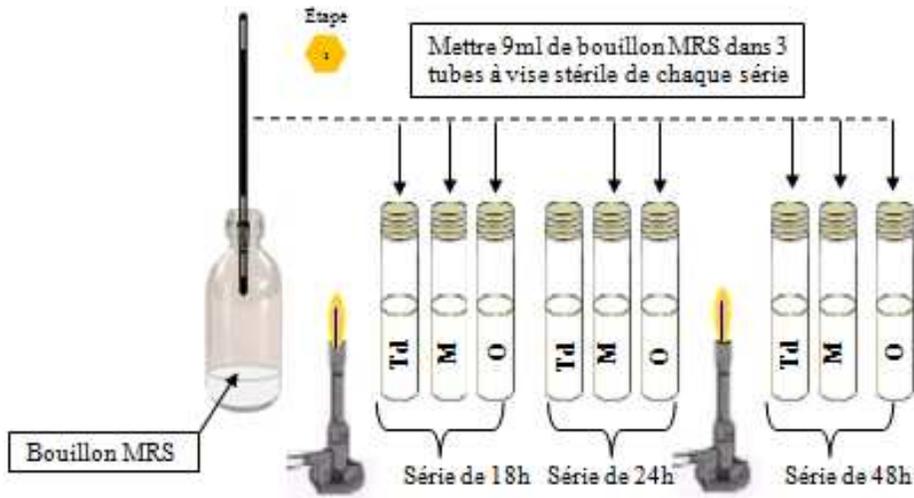
c) Dissection d'une ouvrière



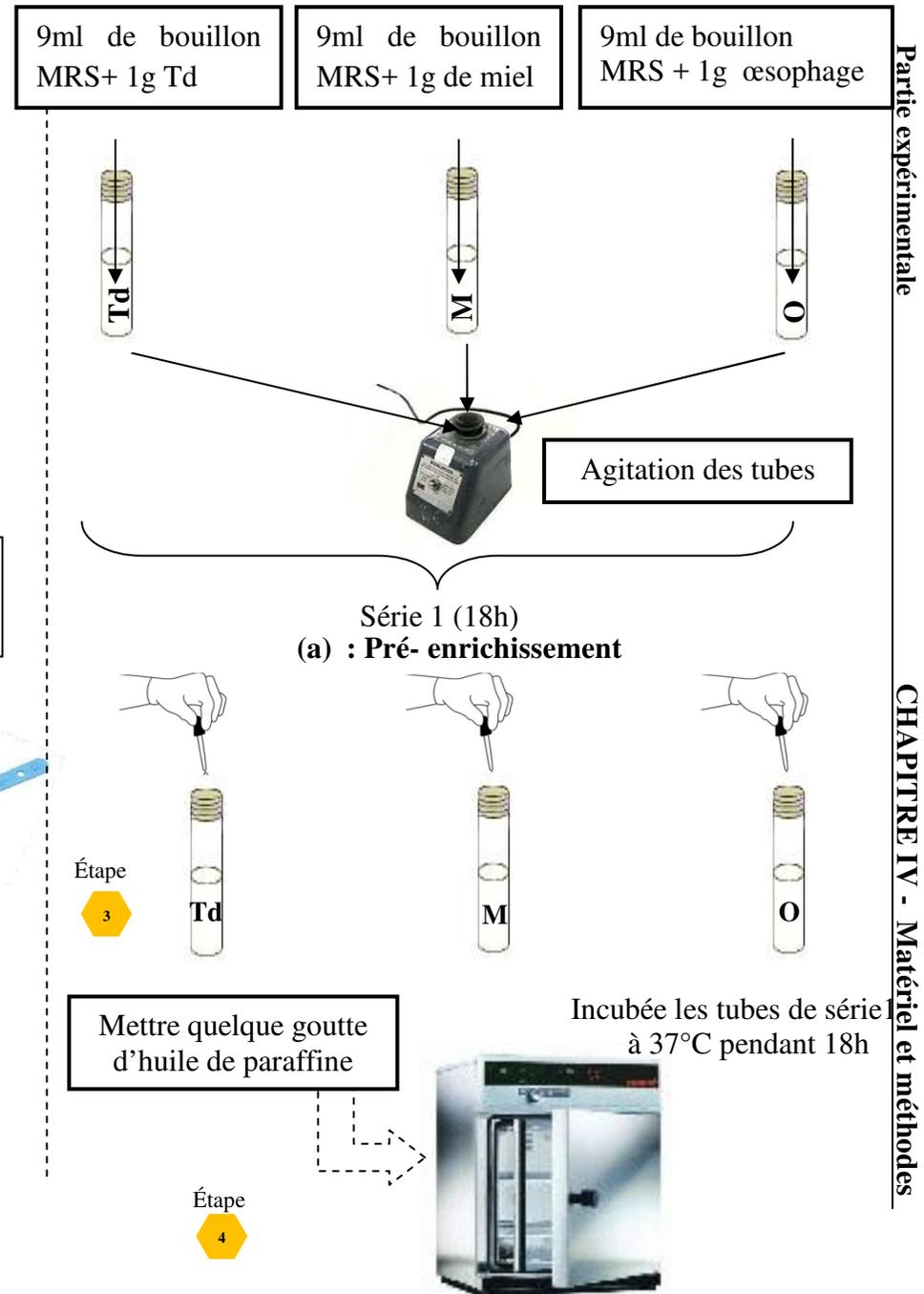
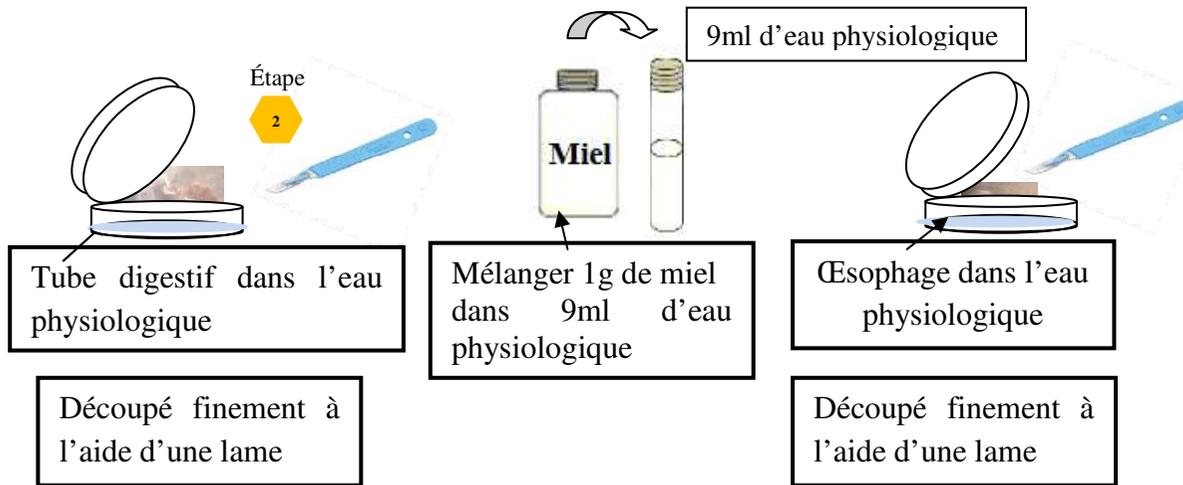
d) Observation des éléments d'une ouvrière

e) Œsophage d'une ouvrière
(Gross : 10× 63)f) Tube digestif d'une ouvrière
(Gross : 10 × 63)

**Fig. 55 (a, b, c, d, e et f) - Les étapes de la dissection d'une ouvrière
(photographie originale)**



- Préparer 1g de tube digestif, et œsophage (après la dissection des abeilles)
- Préparer 1g de miel



Après l'incubation, on enlève la série 1 (18h) pour préparer les dilutions (de 10^{-1} à 10^{-9}).

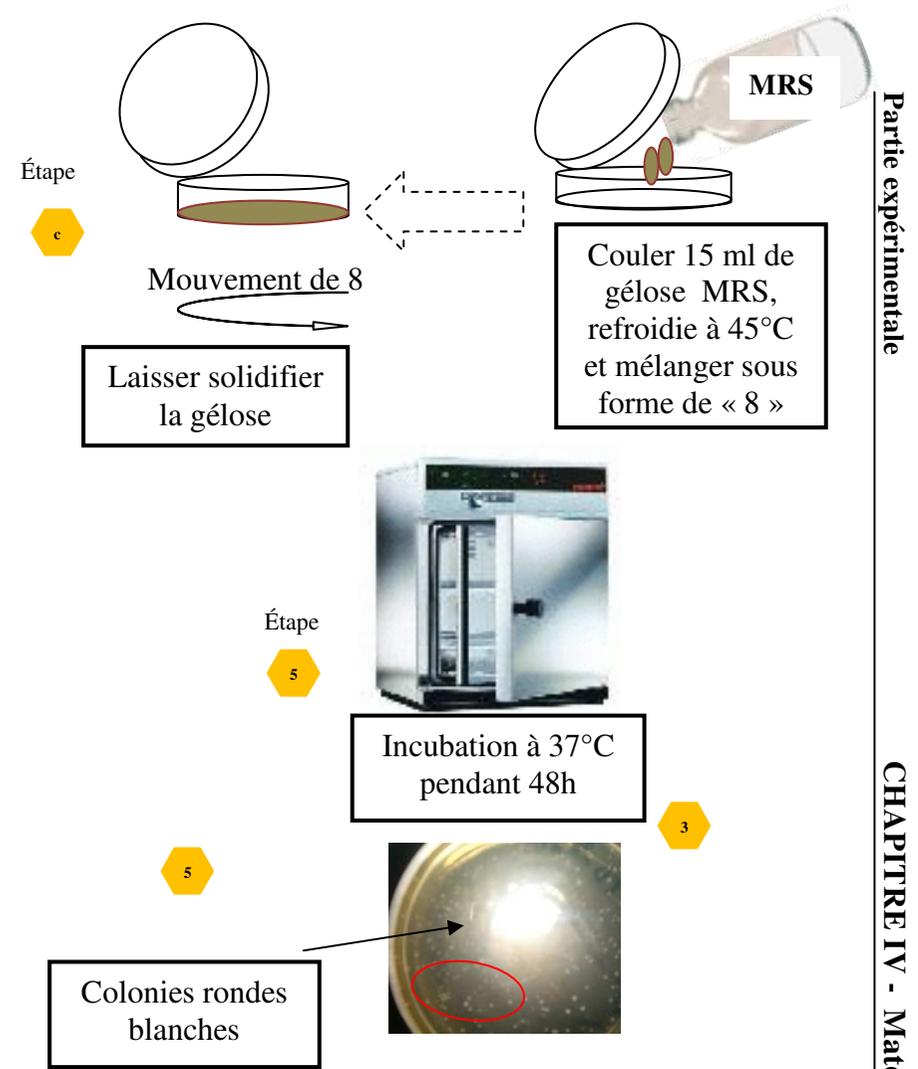
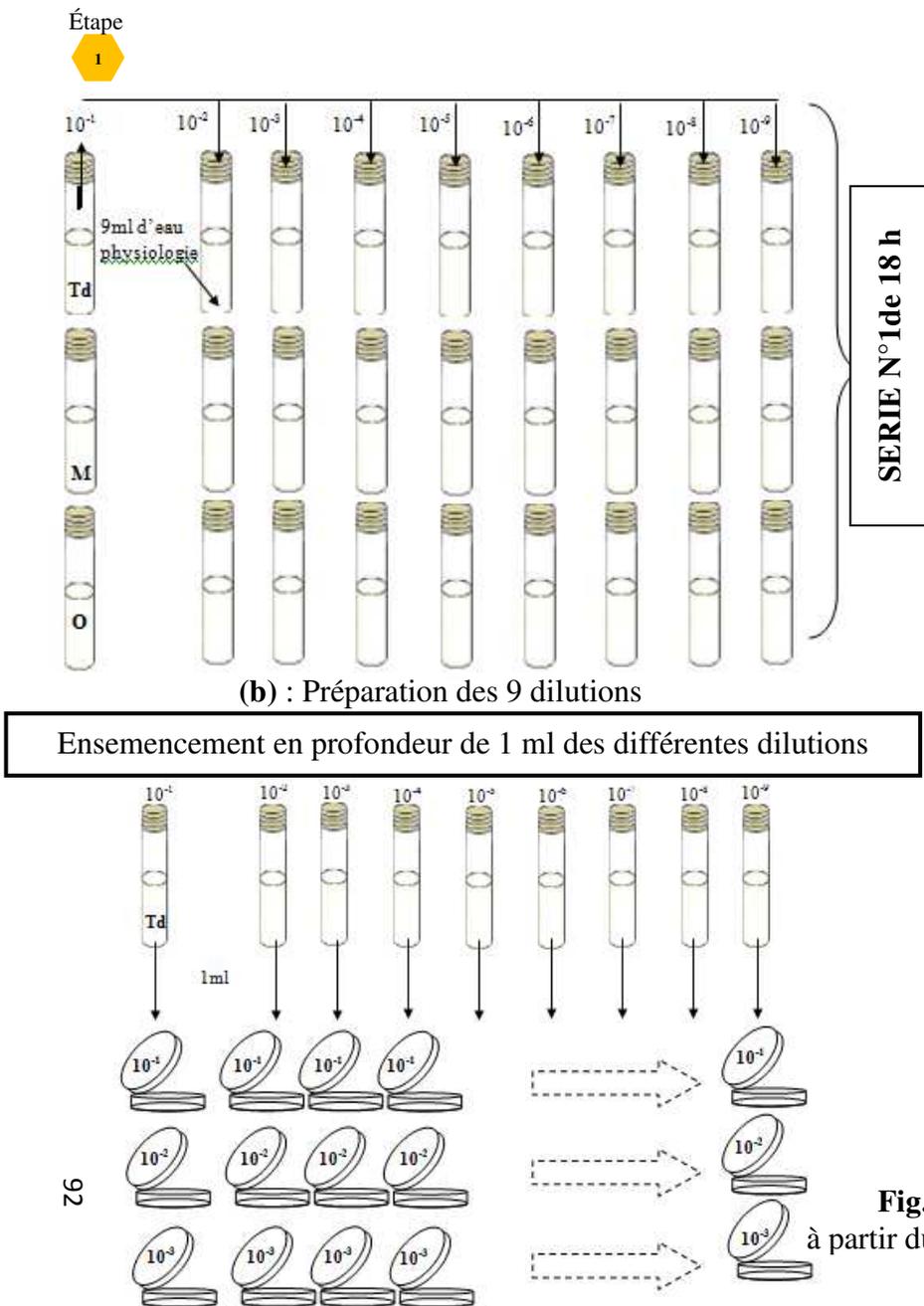


Fig. 56 - Protocole d'isolement des bifidobactéries à partir du tube digestif de l'abeille (Photographie originale)

NB

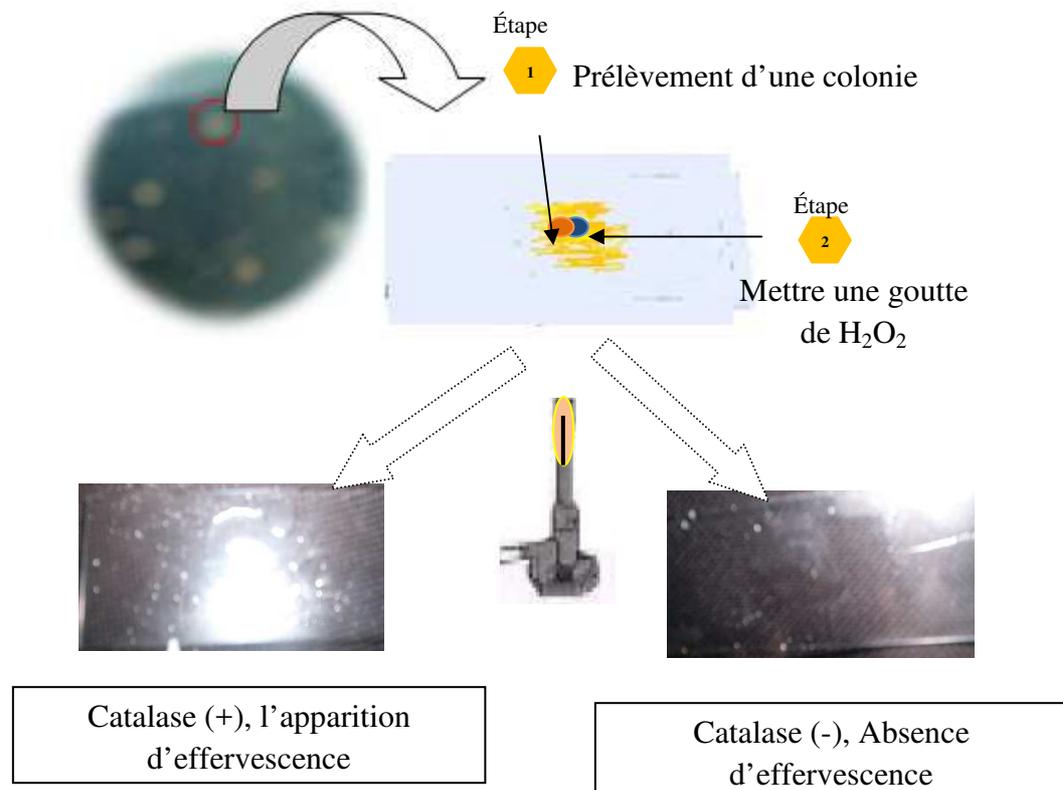
- Même procédé pour les autres tubes (miel et œsophage): Inoculer 3 séries des boîtes avec 1 ml des différentes dilutions,
- Pour les autres séries (24 et 48h) on suit les mêmes étapes :
 - ◇ Faire les dilutions (de 10^{-1} à 10^{-9}),
 - ◇ Inoculer 3 séries des boîtes avec 1 ml des différentes dilutions.

4.8.6 - Identification biochimique de la souche bifide

Les souches de Bifidobactéries sont identifiées selon les principes de la technique de LARPENT (1997). Des observations macroscopiques et microscopiques, des tests de la catalase, des colorations de Gram, et des tests biochimiques de la galerie API20 E sont réalisés (Fig. 57).

4.8.6.1 - Test de la catalase

Le test consiste à mettre des bactéries en quantité suffisante en contact de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2). Si elles possèdent la catalase, elles dégradent le peroxyde d'hydrogène en eau et dioxygène visible par la formation de bulles (effervescence).

**Fig.57 - Test de catalase (Photographie originale)**

4.8.6.2 - Coloration de Gram

4.8.6.2.1 - Principe

La coloration de Gram, est une coloration différentielle. Elle permet de classer les bactéries en deux groupes sur la base de la perméabilité de leur paroi à l'Alcool. Cette perméabilité dépend de la composition de la paroi bactérienne (épaisseur de la paroi liée à sa richesse en peptidoglycane). On distingue deux types de Grams (positif et négatif)

4.8.6.2.2 - Protocole

- ◇ Près d'un bec Bunsen : prélever un frottis des bactéries de la culture à l'aide d'une anse à ensemencement et les poser sur une lame.
- ◇ La passer au dessus du bec bunsen pour sécher la lame.
- ◇ La lame est posée sur des languettes en plastique.
- ◇ Pencher la lame et verser du violet de Gentiane au dessus puis laisser agir 1 minute. Rincer à l'eau distillée.
- ◇ Pencher la lame et recouvrir de solution de lugol. Laisser agir 30 secondes puis rincer à l'eau distillée.
- ◇ Verser quelques gouttes d'alcool sur la lame puis rincer à l'eau distillée.
- ◇ Pencher la lame et recouvrir de fushine. Laisser agir 10-20 secondes puis rincer à l'eau distillée.
- ◇ Observer au microscope optique puis recouvrir la lame d'huile à immersion grossissement ($G \times 100$).

4.8.6.3 - Test biochimique de la galerie Api 20 E

La galerie API 20E compte 20 microtubes contenant des substrats sous forme déshydratée. Les tests sont inoculés avec une suspension bactérienne qui reconstitue les milieux. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs.

La lecture de ces réactions se fait à l'aide du Tableau de lecture et l'identification est obtenue à l'aide du tableau d'identification.

4.8.6.3.1 - Technique

- ◇ **Préparation de la galerie**
 - Réunir fond et couvercle d'une boîte d'incubation et répartir de l'eau dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide (Fig. 58).
 - Déposer stérilement la galerie dans la boîte d'incubation.

◇ **Inoculation de la galerie**

- Remplir les tubes et les cupules des tests : CIT, VP, GEL avec la suspension bactérienne (Fig. 59, Fig. 60),
- Créer une anaérobiose dans les tests : ADH, LDC, ODC, URE, H₂S en remplissant leur cupule d'huile de paraffine,
- Refermer la boîte d'incubation et la placer à 35-37°C pendant 18 à 24 heures.

4.8.6.3.2 - Lecture

Après incubation, la lecture de la galerie doit se faire en se référant avec un logiciel d'identification apiWEB. (Version 1.2.1)



Fig.58 - Remplissage l'eau physiologique dans les alvéoles (Photographie originale)

Cupule



Microtube contenant le milieu déshydraté

Fig.59 - Remplir les tubes et les cupules des tests avec la suspension bactérienne, huile de paraffine (photographie originale)

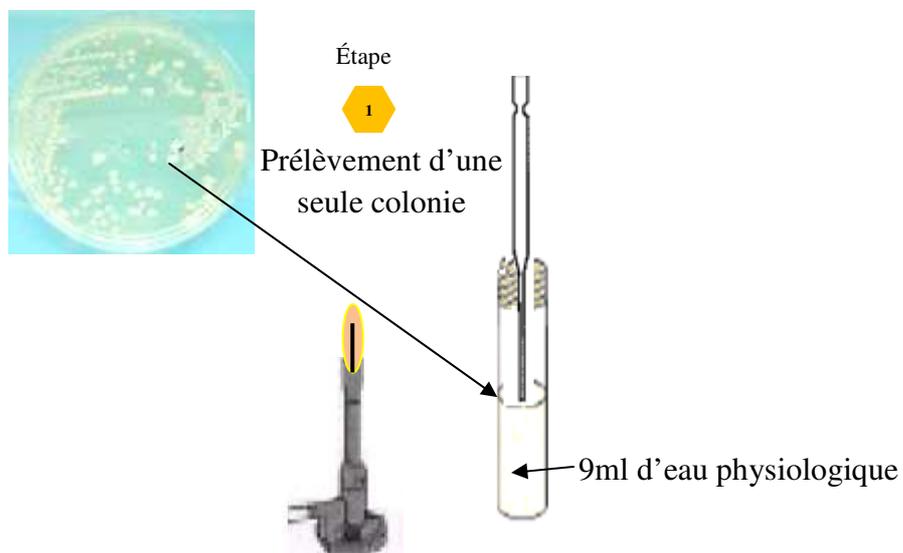


Fig. 60 - Préparation de l'inoculum (Photographie originale)

4.9 - Analyse statistique ‘Analyse de la variance’

L'analyse de la variance à pour comparer les moyennes de plusieurs populations de la même variance (DAGNELIE, 1975). Les données collectées de l'expérimentation ont été soumises à une analyse de la variance par le logiciel STATISTICA version 6,0. Le test de NEWMAN - KEULS au seuil de 5% a été utilisé pour comparer les moyennes des variables étudiés afin de déterminer les groupes homogènes quand il existe une différence significative entre les miels.

Chapitre V

Résultats

CHAPITRE V - Résultats sur les analyses physicochimiques, polliniques et microbiologiques des miels locaux et importés

Les résultats détaillés dans cette partie sont divisés en 3 volets. Le premier concerne les analyses physicochimiques, le deuxième est réservé pour les analyses polliniques alors que le troisième est consacré pour les résultats des analyses microbiologiques et à l'isolement de Probiotique.

5.1. - Résultats des analyses physiques

5.1.1 - Densité

La densité des 16 échantillons varie de 1,32 à 1,50 avec une moyenne de $1,43 \pm 0,047$ (Tab.15, Annexe, 4, Fig. 61). Les échantillons qui ont la densité la plus élevée sont ceux N°1(toute fleur) et 3 (galactite) de toutes fleurs ($D = 1,5$). Alors que, l'échantillon dont la densité la plus faible est celui N°15 (Soudan) de dattier ($D = 1,32$).

La densité des miels des différents échantillons montre une différence très hautement significative ($p < 0,001$) entre les différents miels (Tab. 16, Annexe ,4).

De même, le test de comparaison de Newman - Kules (Tab 17, Annexe, 4), montre qu'il existe une différence très hautement significative ($p < 0,001$) entre les moyennes de la densité des différents miels analysés.

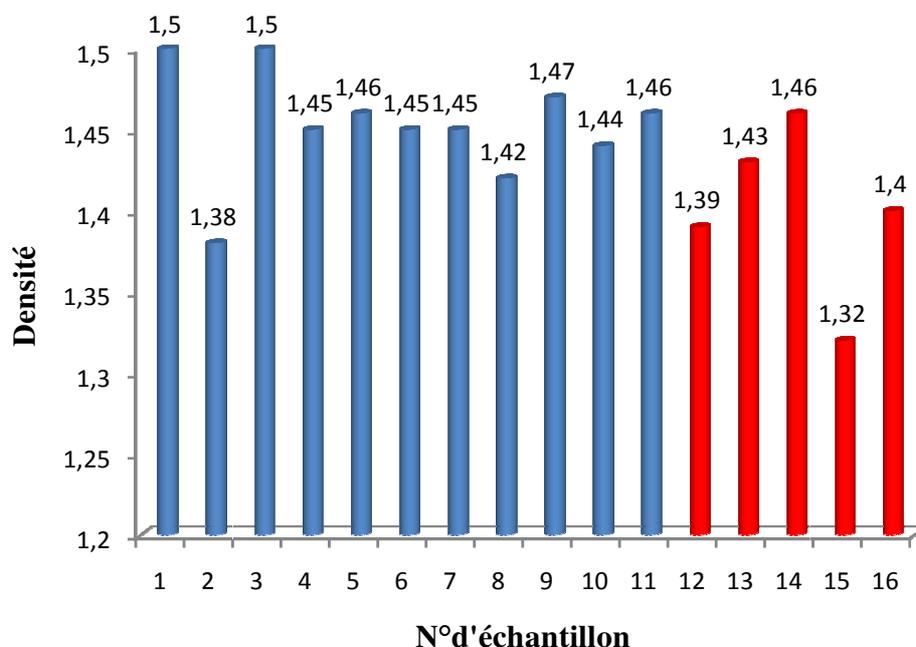


Fig. 61 - Valeurs de la densité des 16 échantillons de miels

5.1.2 - La conductibilité électrique

Les résultats obtenus présentent des valeurs différentes de la conductibilité électrique pour les 16 échantillons de miels. Elles varient de $0,83 \cdot 10^{-4}$ à $8,9 \cdot 10^{-4}$ s/cm avec une moyenne de $3,08 \cdot 10^{-4} \pm 2,26$ s/cm (Tab.18, Annexe, 4, Fig. 62). Au sein de ces échantillons celui dont l'origine est le dattier enregistre la valeur la plus élevée (CE = $8,9 \times 10^{-4}$ s/cm).

D'après le test de comparaison des moyenne de la conductibilité électrique (Tab 19, Annexe, 4) on constate qu'il ya une différence très hautement significative entre ces moyennes ($p < 0,001$).

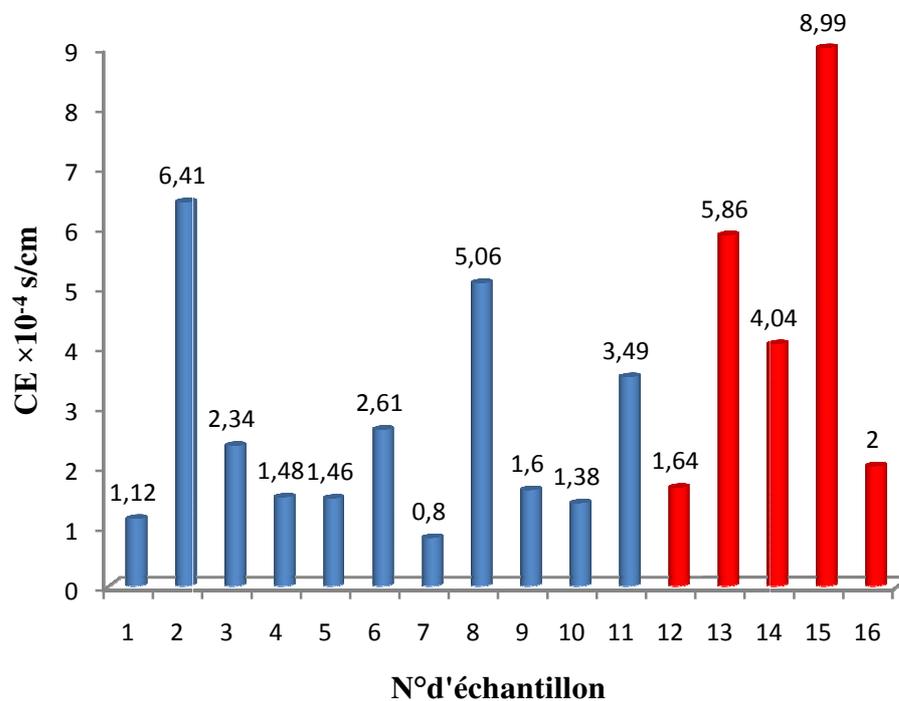


Fig. 62 - Valeurs de la conductibilité électrique des 16 échantillons de miels

5.1.3 - Le pH

Nous remarquons que les échantillons de miel analysés présentent une variation de pH entre 3,50 et 5,52 avec une moyenne de $4,33 \pm 0,49$ (Tab. 21, Annexe, 4 Fig. 63). Nous pouvons dire à priori que tous les miels étudiés sont miels acides. L'échantillon N°15 provenant de Soudan (Dattier) possède le pH le plus élevé (pH = 5,2), et le reste des échantillons ont des valeurs qui varient entre $3,80 \leq \text{pH} \leq 4,53$.

Cette étude est complétée par l'analyse de la variance (Tab. 22, Annexe, 4) et le test de Newman - Kules (Tab. 23, Annexe, 4) où on a enregistré une différence très hautement significative ($p < 0,001$) entre les valeurs de pH des 16 échantillons testés.

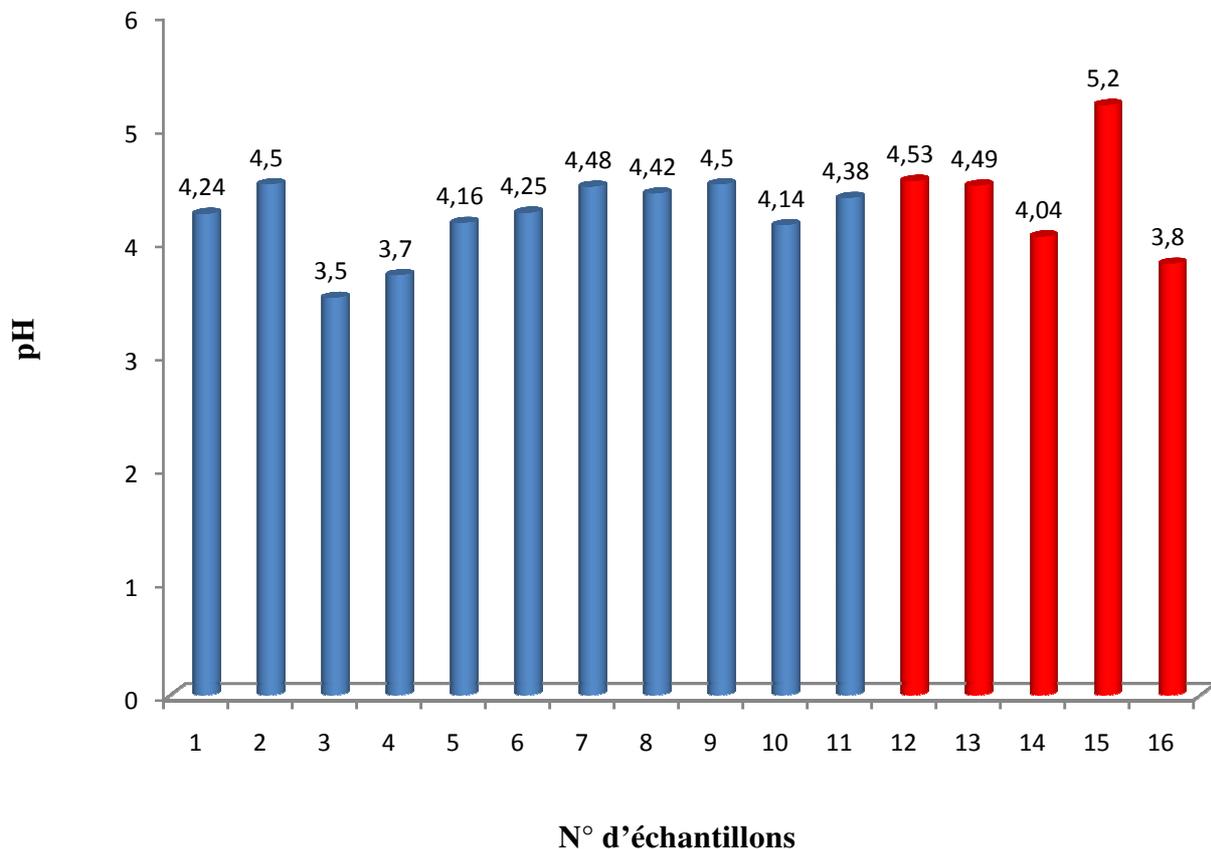


Fig. 63 - Valeurs de la mesure de pH des 16 échantillons de miels

5.1.4 - La couleur

Les résultats obtenus pour ce paramètre présentent des variations significatives allant de 1,1cm pour les échantillons N°1 (toutes fleurs) et N° 7(sainfoin) et 14 cm pour l'échantillon N° 3 (galactite), N°4 (l'Euphorbe), 13(toute fleurs) et 15 (palmier dattier) (Tab. 24, Annexe, 4. Fig. 64).

Ces résultats sont confirmés par les analyses statistiques "analyse de la variance" (Tab. 25, Annexe, 4) et " le test de comparaison moyennes de Newman - Kules" (Tab. 26, Annexe, 4) qui ont montré une différence très hautement significative ($p < 0.001$) entre les différentes couleurs des miels étudiés.

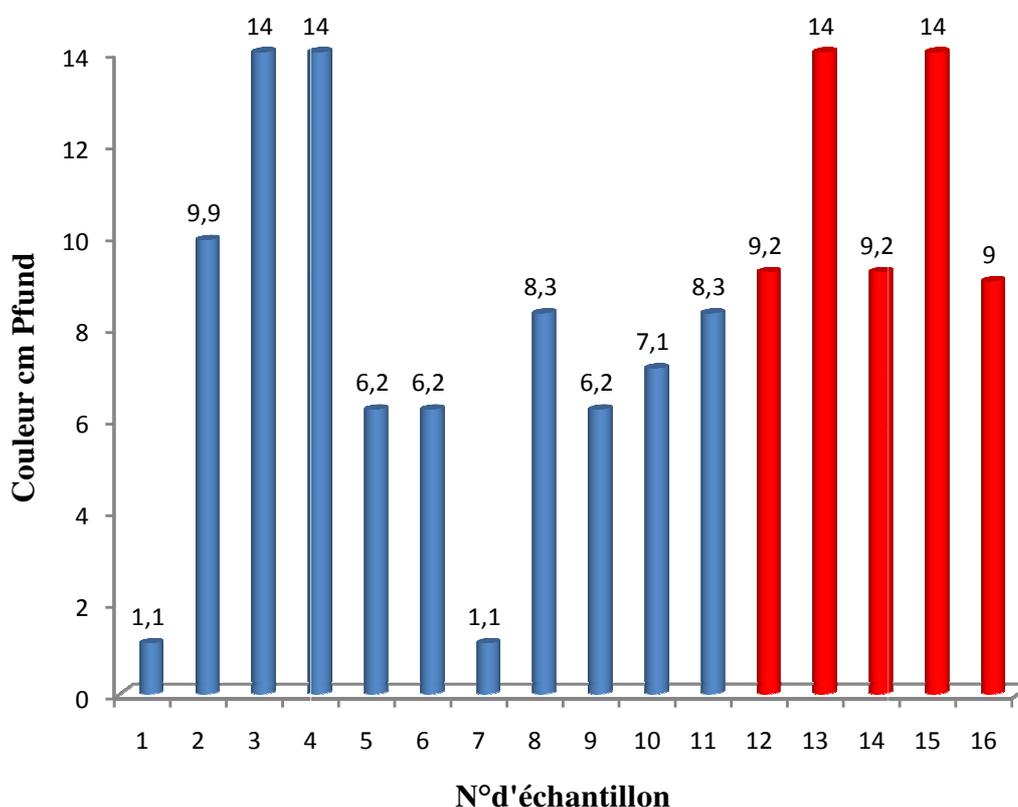


Fig. 64 - Valeurs de la couleur des 16 échantillons de miels

5.2 - Analyses chimiques

5.2.1 - La teneur en eau

La teneur en eau des miels varie de 14 % pour l'échantillon N° 3 (le galactite) et 21,5 % pour l'échantillon N° 15 (palmier dattier). La moyenne est de $16,43 \pm 2,08$ % (Tab. 27, Annexe, 4, Fig. 65).

En revanche, on trouve que l'analyse de la variance et le test le test de Newman-Kules indiquent une différence très hautement significative entre la teneur en eau des échantillons prisent en considération (Tab. 28 et 29, Annexe, 4).

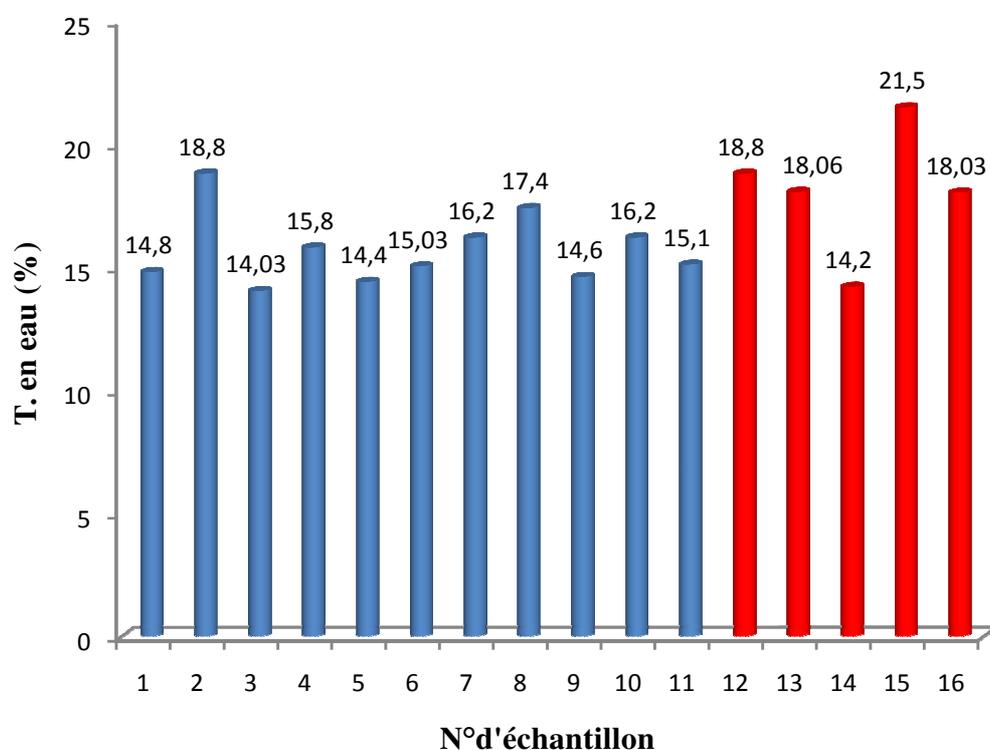


Fig. 65 - Valeurs de la teneur en eau des 16 échantillons de miels

5.2.2 - La matière sèche (Degré Brix)

La teneur en matière sèche varie de 76,9 à 85,4 % avec une moyenne de $82,78 \pm 2,30$ % (Tab. 30, Annexe, 4, Fig. 66). La variation de la teneur en matière sèche de nos échantillons est en relation directe avec la teneur du miel en eau.

L'analyse de la variance indique une différence très hautement significative entre les degrés Brix des miels échantillonnés (Tab.31, Annexe, 4). Cette différence très hautement significative est aussi démontrée par le test de Newman et Kules (Tab. 32, Annexe, 4).

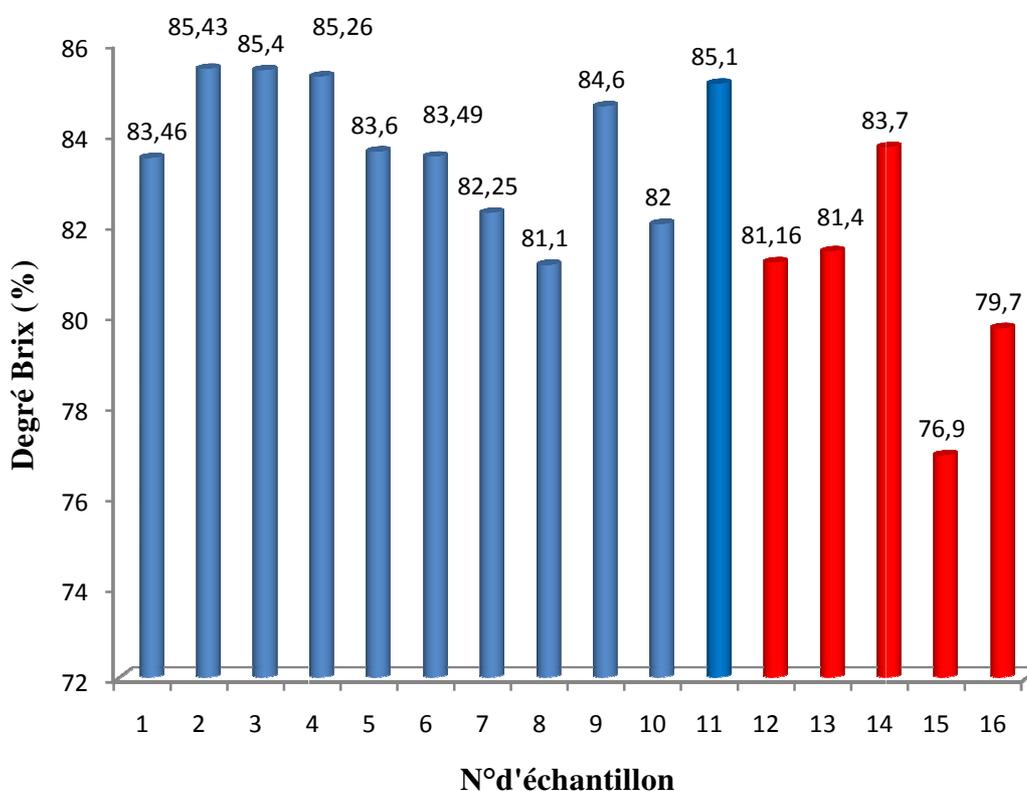


Fig. 66 - Valeurs de la teneur en matière sèche de 16 échantillons de miels

5.2.3 - Teneur en hydroxyméthyle furfural (HMF)

La teneur en HMF des miels est très variable d'un échantillon à un autre. Elle va de 2,84 à 177,7 mg/Kg. avec une moyenne de $39,72 \pm 42,75$. (Tab. 33, Annexe, 4).

Nous constatons que 12 échantillons soit (1, 14, 9, 7, 2, 7, 8, 9, 10, 11 et 14) ont des valeurs faibles ($2,84 \leq \text{HMF} \leq 9,92$) mg/Kg. Les échantillons (3, 15, 13, 4 et 16) présentent les taux d'HMF les plus élevés. Les valeurs enregistrées sont fluctuent entre 81,1 et 117,7 mg/Kg (Fig. 67).

L'analyse de la variance indique une différence très hautement significative entre les valeurs de HMF des miels Traités (Tab. 34. Annexe, 4). De même pour le test de Newman - Kules (Tab. 35, Annexe, 4) où on a enregistré une différence très hautement significative ($p < 0,001$) entre les valeurs de la teneur en HMF des 16 échantillons testés.

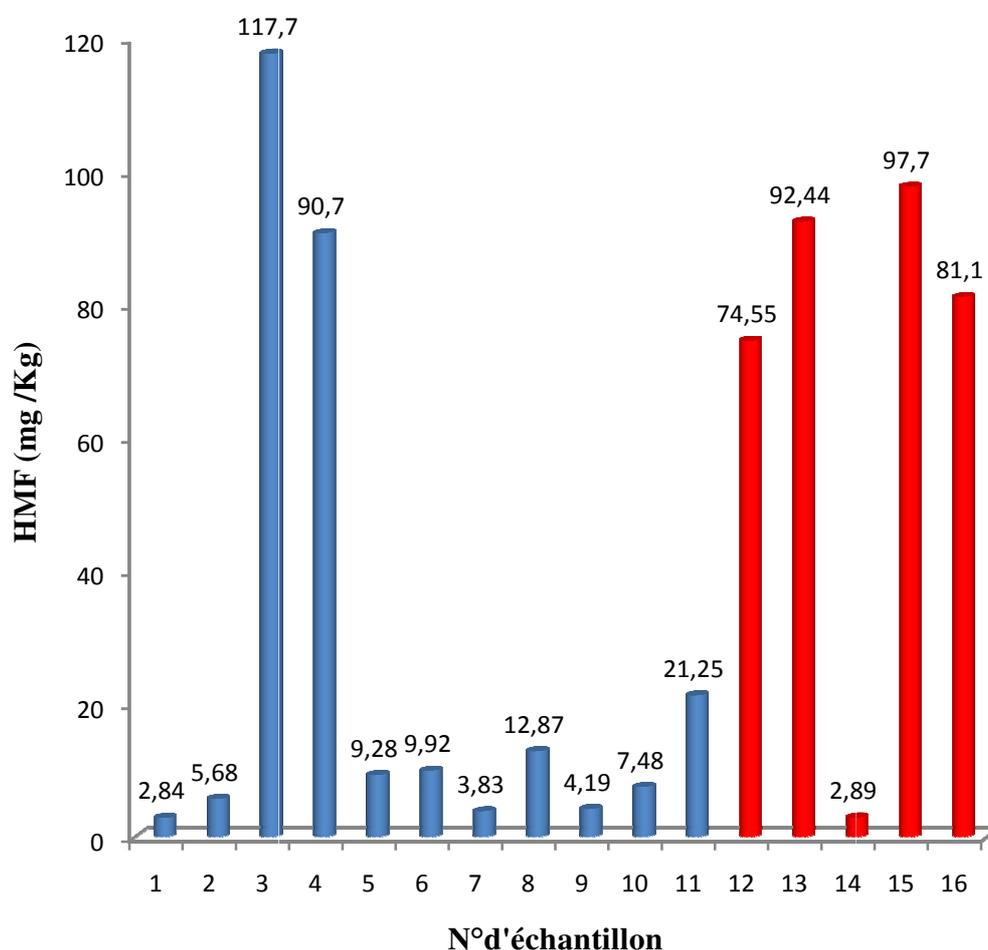


Fig. 67 - Valeurs de la teneur en hydroxyméthyle furfural des 16 échantillons de miels

5.2.4 - L'acidité libre

Nous remarquons que les valeurs de l'acidité libre des miels varient de 11 à 47 meq/kg, avec une moyenne de $21,44 \pm 11,91$ meq /kg. (Fig.68, Tab 36, Annexe ,4) .L'échantillons N° 4 provenant de Médéa (de l'Euphorbe) présente la valeur la plus élevée (47meq/kg), les échantillons N° 1 (toutes fleurs) et N° 10 (toutes fleurs) enregistrent la valeur la plus basse (11meq /kg).

L'analyse de la variance montre une différence très hautement significative entre les 16 échantillons des miels testés. (Tab.37, Annexe, 4).

Le test de comparaison des moyennes de l'acidité libre révèle une cette même différence très hautement significative entre (Tab.38, Annexe, 4).

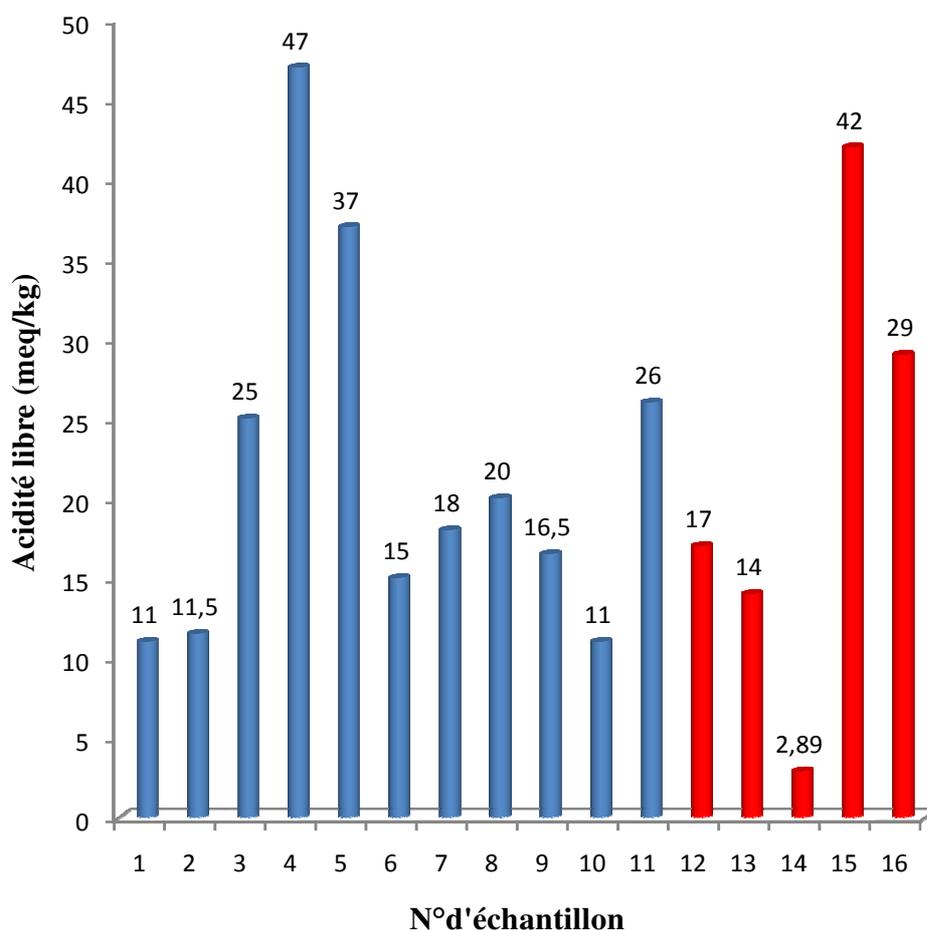


Fig. 68 - Valeurs de l'acidité libre des 16 échantillons de miels

5.2.5 - Teneur en matières minérales

Le taux de la teneur en matières minérales varie de 0,06 à 0,66% avec une moyenne de $0,23 \pm 0,17$ % (Tab. 39, Annexe, 4). Il est à souligner que l'échantillon 7 (sainfoin) présente la valeur la plus faible (0,06 %), alors que l'échantillon 14 présente la valeur la plus élevée (0,66%) (Fig. 69).

La valeur de probabilité calculée par l'analyse de la variance et le test de Newman - Kules est faible $P < 0,001$ ce qui indique une différence très hautement significative entre la teneur en matières minérales pour tous les échantillons analysés (Tab. 40 et 41, Annexe, 4).

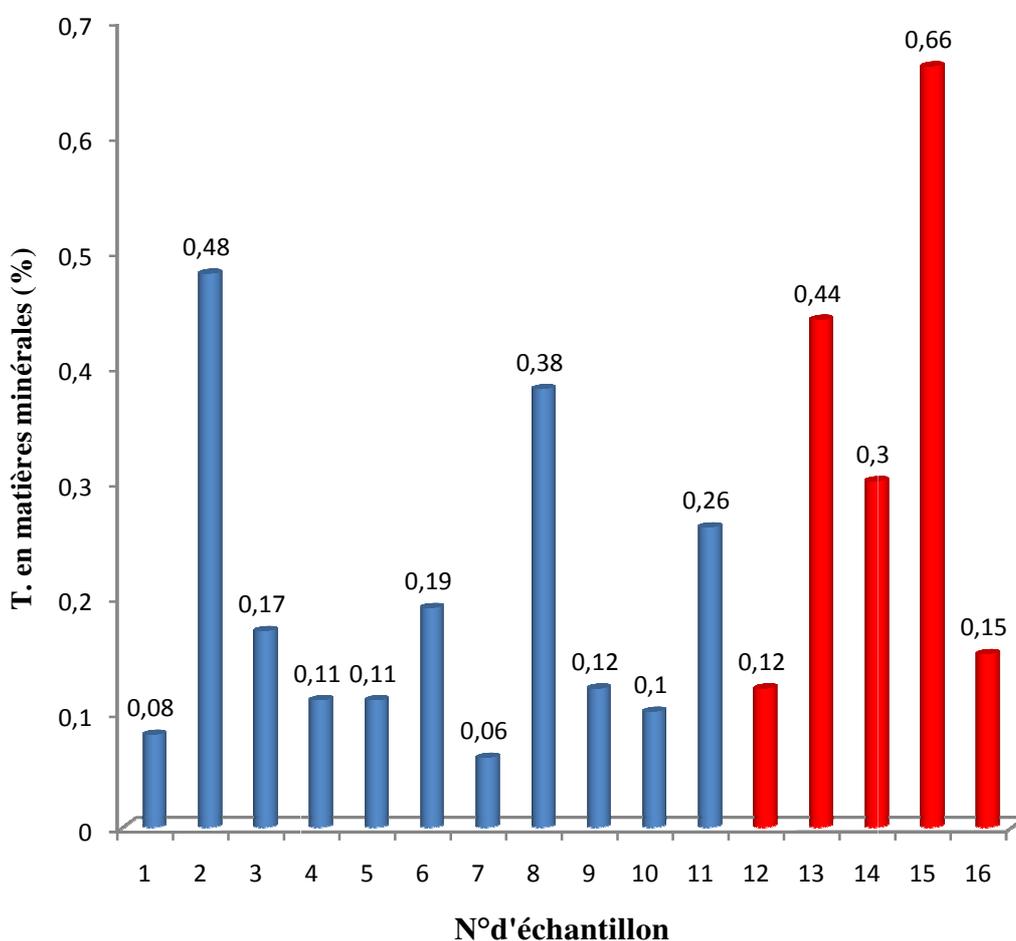


Fig. 69 - Valeurs de la teneur en matières minérales des 16 échantillons de miels

Tous les résultats obtenus précédemment sont regroupés dans le tableau 42 dont le but de faire une comparaison entre les caractéristiques physico-chimiques des miels échantillonnés. La comparaison des paramètres physico-chimiques entre les différents types de miels montre des différences entre les miels locaux et ceux importés.

- Pour la densité, les valeurs enregistrées pour les miels locaux et importé sont incluses dans l'intervalle du *Codex Alimentarius*, Cependant, il est à noter que les miels locaux avec une moyenne de densité ($D = 1,45 \pm 0,03$) sont plus denses que les miels importés ($D = 1,40 \pm 0,05$).
- En ce qui concerne la conductibilité électrique (CE), celui-ci nous permet de distinguer entre 02 grands groupes de miels, ceux issus du nectar et ceux dont l'origine est le miellat. Le 1^{er} groupe est celui qui englobe tous les miels locaux des de1 à 11 échantillons et les miels importés des 4 payés (N°12, 13, 14 et 16) dont la valeur de CE. est ≤ 8 S/cm. Le 2^{ème} groupe ne renferme qu'un seul échantillon importé du Soudan (N°15) qui a une valeur de CE=8,9 S/cm.
- En comparant les valeurs de pH des miels locaux et ceux importés, nous pouvons dire que tous les miels ont des pH acides. En outre les mesures des pH montrent qu'un seul échantillon celui provenant du Soudan est issu du miellat. Ce ci peut être confirmé par la conductibilité électrique. Tous les autres échantillons de miel son d'origine nectarifère.
- Les couleurs des miels varient du clair au foncé selon les valeurs du Pfund, qui différent selon l'origine botanique. Les miels locaux sont de deux catégories clairs (5 échantillons) et foncés (6 échantillons). Les miels importés et foncés, mais celui du Soudan (N°15) dépasse l'échelle de Pund. L'intensité de la couleur est en relation directe avec l'origine botanique, et les paramètres physico-chimiques testés (pH, CE, HMF, et MM).
- Pour ce qui est des valeurs de la teneur en eau 3 valeurs seulement enregistrés sont élevées soit un seul local (N°2), et deux importés (N° 12 et N° 15). Ces fortes valeurs peuvent être la cause principale de la présence de levures et de moisissures.
- Les valeurs de HMF des différents miels locaux sont faibles ne dépassant pas la norme du *Codex Alimentarius*, sauf pour le cas des deux échantillons locaux (N°3 et N°4). Les valeurs des miels importés notées sont élevées sauf un seul échantillon (N°14). les miels importés sont généralement dégradés et de mauvaise qualité.
- Les miels algériennes sont de bonne qualité et ont de meilleures aptitudes à la conservation.

- Concernant l'acidité libre (AL), toutes les valeurs notées pour les miels locaux et importés, sont acceptables et répondent aux normes Codex. L'échantillon local (N°4) et importé (N°15) présentent des valeurs plus élevées ce qui montre une fois la dégradation du produit.
- La teneur en matière minérale, répond aux normes du *Codex* où toutes les valeurs notées sont $< 0,6\%$. Sauf celle du miel importé (N°15) qui est nettement supérieure à $0,6\%$.

Tableau 42 - Récapitulatif des résultats d'analyses physico-chimiques

N°Ech	Origine floral	D	CE×10 ⁻⁴ S/cm	pH	Couleur		T. Eau (%)	MS (%)	HMF (mg/kg)	AL (meq/kg)	TMM (%)
					Cm	Pfund					
1	Toutes fleurs	1,5	1,12	4,24	1,1	Clair	14,8	83,46	2,84	11,0	0,08
2	Carotte sauvage	1,38	6,41	4,50	9,9	Foncé	18,8	85,40	5,68	11,5	0,48
3	Galactite	1,5	2,34	3,50	Hors échelle	Très foncé	14,03	85,44	117,7	25,0	0,17
4	Euphorbe	1,45	1,48	3,70	14	Foncé	15,8	85,26	90,7	47,0	0,11
5	Toutes fleurs	1,46	1,46	4,16	6,2	Clair	14,4	83,6	9,28	37,0	0,11
6	Toutes fleurs	1,45	2,61	4,25	6,2	Clair	15,03	83,49	9,92	15,0	0,19
7	Toutes fleurs	1,45	0,83	4,48	1,1	Clair	16,2	82,25	3,83	18,0	0,06
8	Toutes fleurs	1,42	5,06	4,42	8,3	Foncé	17,4	81,1	12,87	20,0	0,38
9	Toutes fleurs	1,47	1,6	4,50	6,2	Clair	14,6	84,6	4,19	16,5	0,12
10	Toutes fleurs	1,44	1,38	4,14	7,1	Foncé	16,2	82	7,48	11,0	0,10
11	Toutes fleurs	1,46	3,49	4,38	8,3	Foncé	15,1	85,1	21,25	26,0	0,26
12	Toutes fleurs	1,39	1,64	4,53	9,2	Foncé	18,8	81,16	74,55	17,0	0,12
13	Toutes fleurs	1,43	5,86	4,49	Hors échelle	Très foncé	18,06	81,4	92,44	14,0	0,44
14	Jujubier	1,46	4,04	4,04	9,2	Foncé	14,2	83,7	2,89	2,89	0,30
15	Dattier	1,32	8,9	5,2	14	Foncé	21,5	76,9	97,7	42,0	0,66
16	Toutes fleurs	1,4	2	3,80	9	Foncé	18,03	79,7	81,1	29,0	0,15

5.2.6 - Comparaison entre la couleur des miels en fonction de différents paramètres physico-chimiques étudiés

Les résultats des analyses physico-chimiques en fonction des couleurs des miels sont regroupés dans le tableau 43.

La comparaison entre les miels foncés et les miels clairs en fonction des différents paramètres physico-chimiques étudiés montre, que seuls les paramètres qui peuvent influencer la couleur des miels sont ceux de la conductibilité électrique (CE), l'hydroxyméthyl furfural (HMF). La teneur en matière minérale (TMM) et en matière sèche (MS). Pour ce qui est de la conductibilité électrique les miels clairs présentent de faibles valeurs ($1,52 \pm 0,67$) S/cm devant les miels foncés ($3,87 \pm 2,44$) S/cm (Fig.70). La comparaison de ces moyennes montre que les miels foncés et les miels clairs sont significativement différents vis-à-vis de la CE ($p = 0,0243 < 0,05$).

De même pour la teneur en HMF où les faibles valeurs sont enregistrées pour les miels clairs ($6,01 \pm 3,32$) mg/kg (Fig. 71). Les valeurs élevées sont notées pour les miels foncés ($54,94 \pm 44,51$) mg/kg, en comparant les moyennes de la teneur en HMF, nous avons notées une différence très hautement significative entre les miels foncés et les miels clairs vis-à-vis la HMF ($p = 0,00001 < 0,05$).

Concernant la matière minérale les faibles teneurs sont mesurées pour les miels clairs ($0,11 \pm 0,04$) % et les teneurs élevées pour les miels foncés ($0,28 \pm 0,18$) % (Fig.72). Par la comparaison des ces moyennes nous avons trouvé une différence significative entre les miels foncés et les miels clairs ($p = 0,022 < 0,05$).

Ainsi pour ce qui de la matière sèche, le pH, et la teneur en eau les miels clairs et les miels foncés sont aussi significativement différents ($p = 0,033 < 0,05$), ($p = 0,043 < 0,05$) et ($p = 0,038 < 0,05$) respectivement (Fig. 73 ,74 et 75)

Cependant pour les autres paramètres étudiés (Densité, l'acidité libre), les valeurs obtenues ne sont pas vraiment variantes selon la couleur clair ou foncée (Fig.76 et 77).

Tableau 43 - Résultats d'analyses physico-chimiques en fonction des couleurs des miels

	N° Ech	Origine floral	D	CE×10 ⁻⁴ S/cm	pH	T. Eau(%)	MS (%)	HMF (mg/kg)	AL (meq/kg)	TMM(%)	
Miel clairs	1	Toutes fleurs	1,5	1,12	4,24	14,8	83,46	2,84	11,0	0,08	
	7	Toutes fleurs	1,45	0,83	4,48	16,2	82,25	3,83	18,0	0,06	
	6	Toutes fleurs	1,45	2,61	4,25	15,03	83,49	9,92	15,0	0,19	
	5	Toutes fleurs	1,46	1,46	4,16	14,4	83,6	9,28	37,0	0,11	
	9	Toutes fleurs	1,47	1,6	4,50	14,6	84,6	4,19	16,5	0,12	
	Moyenne			1,46	1,52	4,326	15,00	83,48	6,01	19,5	0,11
	Ecart type			0,02	0,67	0,153	0,70	0,83	3,32	10,12	0,04
Miel foncés	10	Toutes fleurs	1,44	1,38	4,14	16,2	82	7,48	11,0	0,10	
	8	Toutes fleurs	1,42	5,06	4,42	17,4	81,1	12,87	20,0	0,38	
	11	Toutes fleurs	1,46	3,49	4,38	15,1	85,1	21,25	26,0	0,26	
	16	Toutes fleurs	1,4	2	3,80	18,03	79,7	81,1	29,0	0,15	
	12	Toutes fleurs	1,39	1,64	4,53	18,8	81,16	74,55	17,0	0,12	
	14	Jujubier	1,46	4,04	4,04	14,2	83,7	2,89	2,89	0,30	
	2	Carottes sauvage	1,38	6,41	4,50	18,8	85,40	5,68	11,5	0,48	
	4	Euphorbe	1,45	1,48	3,70	15,8	85,26	90,7	47,0	0,11	
	15	Dattier	1,32	8,9	5,2	21,5	76,9	97,7	42,0	0,66	
	3	Galactite	1,5	2,34	3,50	14,03	85,44	117,7	25,0	0,17	
	13	Toutes fleurs	1,43	5,86	4,49	18,06	81,4	92,44	14,0	0,44	
	Moyenne			1,42	3,87	4,24	17,08	82,46	54,94	22,3	0,28
	Ecart type			0,04	2,44	0,47	2,26	2,77	44,51	13,36	0,18
	Comparaison des miels clairs et foncés	Probabilité		0,113	0,0243	0,043	0,038	0,033	0,0000	0,6234	0,022

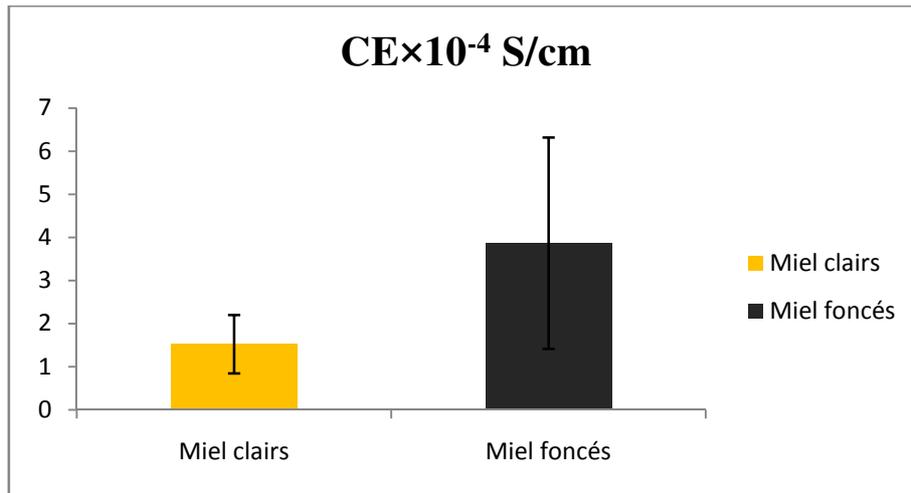


Fig. 70 - Comparaison des miels clairs et foncés en fonction de la conductibilité électrique

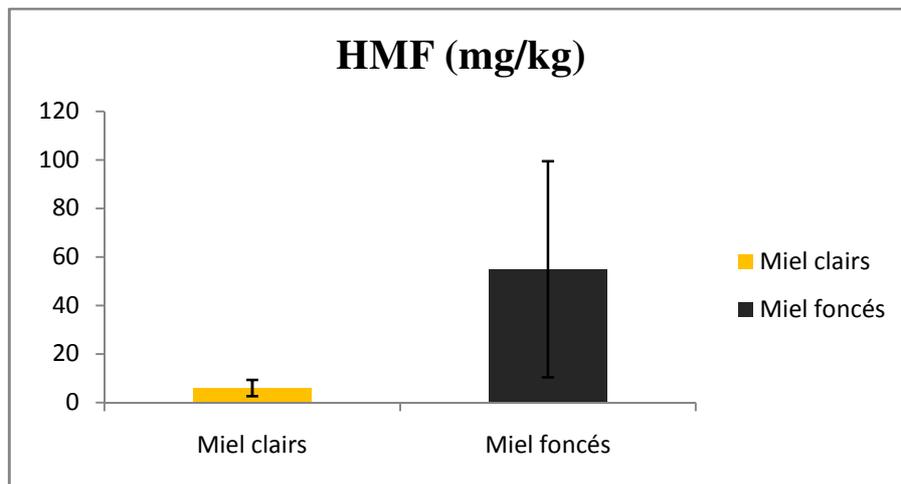


Fig. 71 - Comparaison des miels clairs et foncés en fonction de la teneur en H M F (hydroxymethyl furfural)

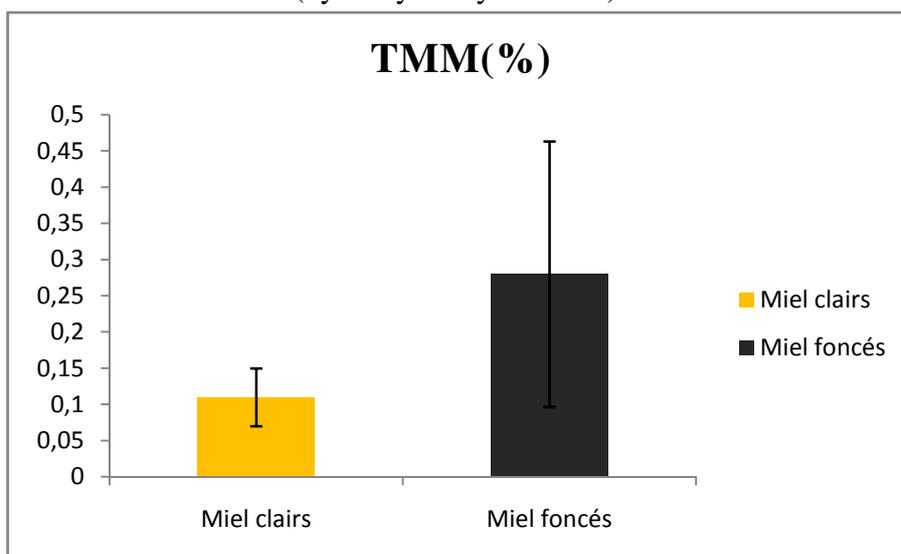


Fig. 72 - Comparaison des miels clairs et foncés en fonction de la teneur en matière minérale

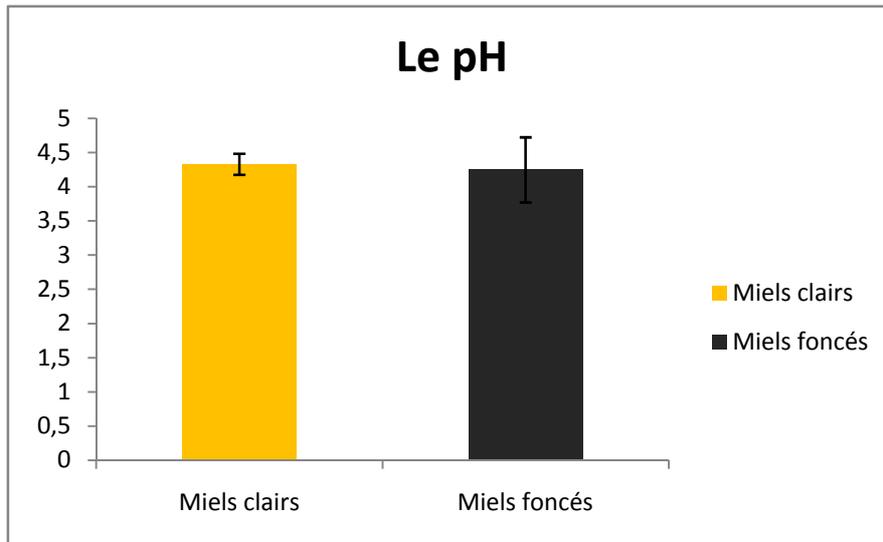


Fig. 73 - Comparaison des miels clairs et foncés en fonction du pH

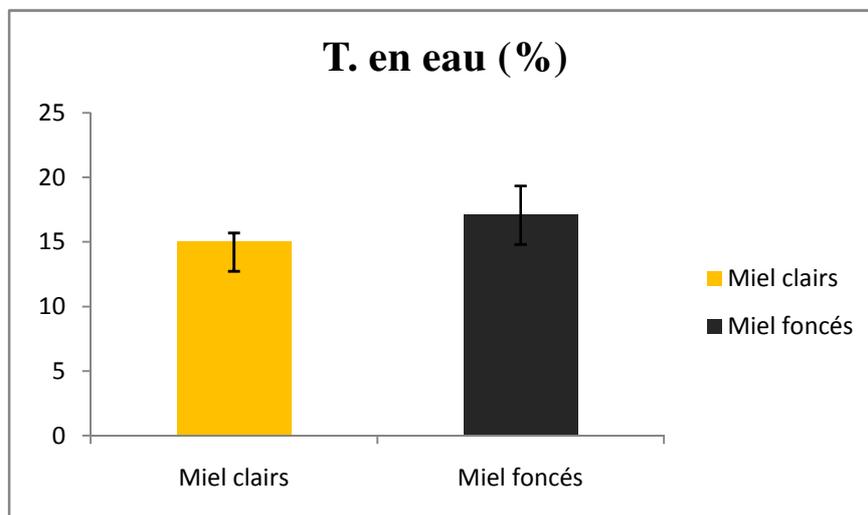


Fig. 74 - Comparaison des miels clairs et foncés en fonction de la teneur en eau

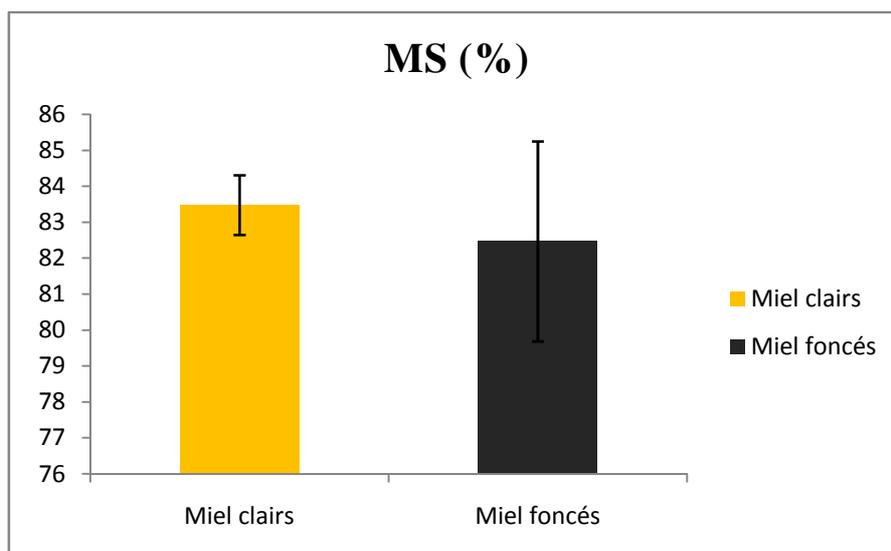


Fig. 75 - Comparaison des miels clairs et foncés en fonction de matière sèche

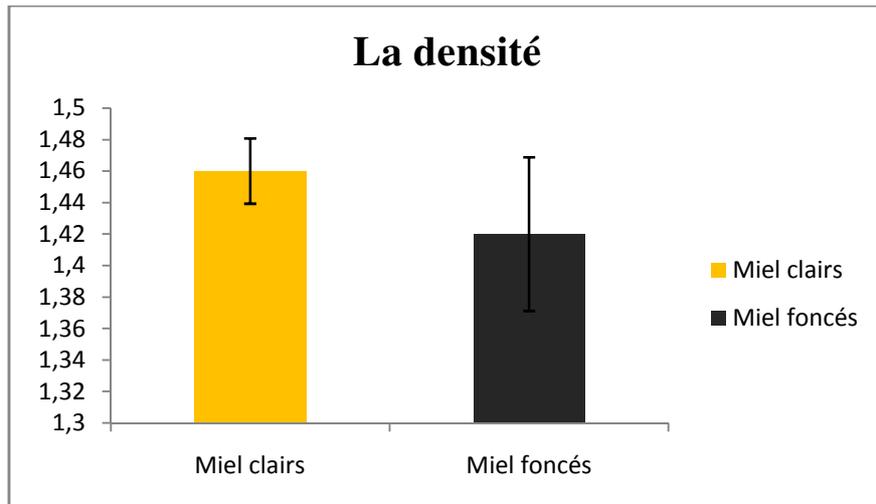


Fig. 76 - Comparaison des miels clairs et foncés en fonction de la densité

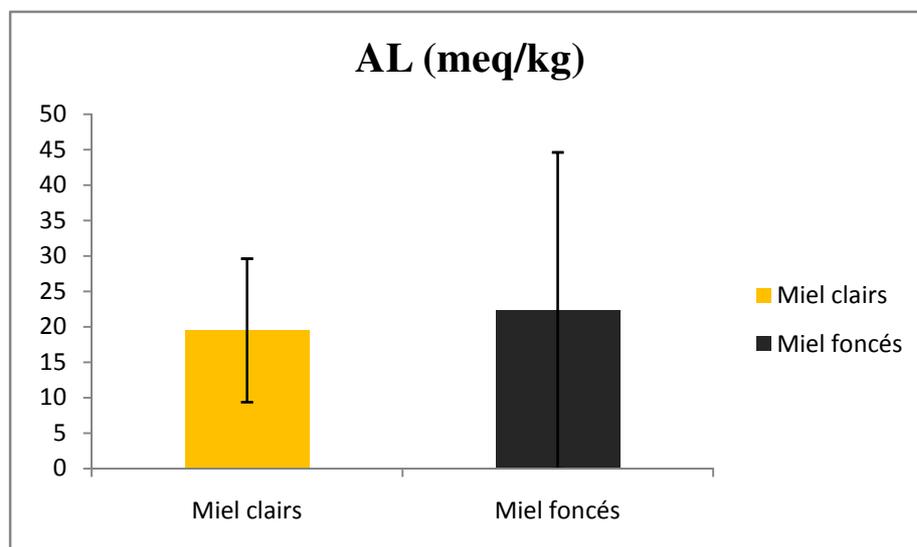


Fig. 77 - Comparaison des miels clairs et foncés en fonction de l'acidité libre

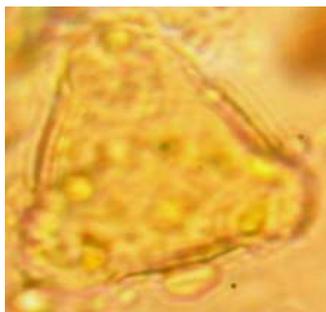
5.3 - Analyses polliniques

Le miel N°1, présente une diversité des ressources mellifères (07 taxons) sans aucune dominance (Tab. 44). Il s'agit donc d'un miel « toutes fleurs » (Fig. 78a à 78g). Ce miel provient de la région de Djelfa (Dzaïra). Le pollen d'*Eucalyptus* sp. est abondamment représenté avec 40,8 %. Il est suivi par celui de *Visia faba* avec 40 %. La flore secondaire de ce miel est diversifiée (*Oxalis* sp., *Pyrus* sp., *Euphorbia helioscopia*, *Olea europea* et *Sinapis arvensis*).

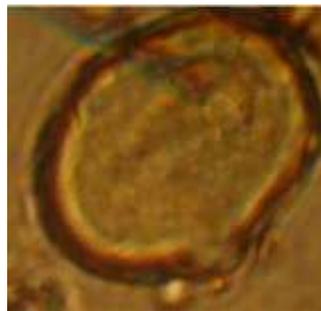
Tableau 44 - Spectre pollinique de l'échantillon N°1

Origine géographique : Dzaïra				
Origine florale : Toutes fleurs				
Date de la récolte : 2012			N° Total de grains comptés 635	
Mode d'extraction : Automatique				
Analyse pollinique				
Classification de pollens identifiés	Nombre de taxons identifiés: 07	Nom communs	N° de grains comptés	%
Pollens dominants	/	/	/	/
Pollens d'accompagnement	- <i>Eucalyptus</i> sp.	- L'Eucalyptus	259	40,78
	- <i>Visia faba</i>	- La fève	254	40,00
Pollens isolés importants	- <i>Oxalis</i> sp.	- L'Oxalis	65	10,23
	- Arber fruitier (type pyrus)	- Le Poirier	26	4,09
Pollens isolés rares	- <i>Euphorbia helioscopia</i>	- L'Euphorbe	18	2,83
	- <i>Olea europea</i>	- L'Olivier	02	0,31
	- <i>Sinapis arvensis</i>	- Moutarde des Champs	01	0,15
Pollens non identifiés			10	1,57

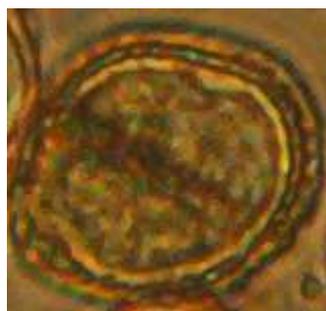
/: Non détecté



(a): *Pyrus* sp. (Gx1000)



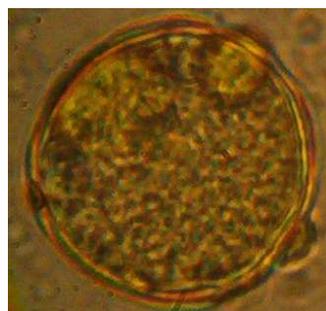
(b): *Visia faba* (Gx400)



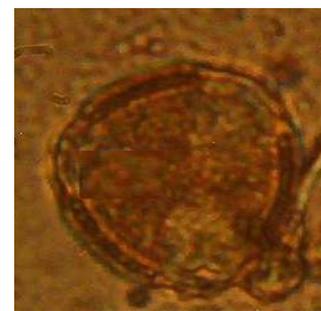
(c) : *Olea europea* (Gx400)



(d) : *Eucalyptus* sp. (Gx400)



(e) : *Oxalis* sp. (Gx1000)



(f) : *Euphorbia helioscopia* (Gx 400)



(g) : *Sinapis arvensis* (Gx1000)

Fig. 78 (a, b, c, d, e, f, et g) - Quelques pollens trouvés dans le miel de Dzaïra (Djelfa) (Photographie originale)

L'analyse des spectres polliniques de l'échantillon N° 2, présumé miel toutes fleurs, montre la dominance de *Daucus carota* soit 82,5 % (Tab. 45), La flore secondaire est composée par *Echium plantagineum* (7,16%), *Sinapis arvensis* (3,70%) et *Euphorbia helioscopia* (3,45%) (Fig. 79a à 79f).

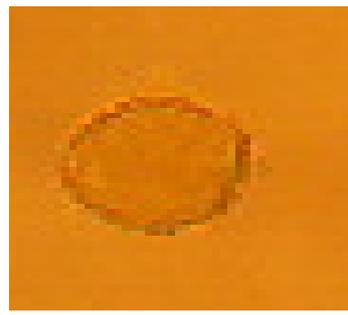
Tableau 45 - Spectre pollinique de l'échantillon N°2

Origine géographique : Moudjbara				
Origine florale : Toutes fleurs				
Date de la récolte : 2012			N° Total de grains comptés 782	
Mode d'extraction : Automatique				
Analyse pollinique				
Classification de pollens identifiés	Nombre de taxons identifiés: 07	Nom communs	N° de grains comptés	%
Pollens dominants	- <i>Daucus carota</i>	- La carotte sauvage	645	82,48
Pollens d'accompagnement	/	/	/	/
Pollens isolés importants	- <i>Echium plantagineum</i>	- Vipérine faux plantain	56	7,16
	- <i>Sinapis arvensis</i>	- Moutarde des champs	29	3,70
	- <i>Euphorbia helioscopia</i>	- L'Euphorbe	27	3,45
Pollens isolés rares	- <i>Olea europea</i>	- L'Olivier	06	0,76
	- <i>Oxalis</i> sp.	- L'Oxalis	04	0,51
	- <i>Malva parviflora</i>	- La Mauve	3	0,38
Pollens non identifiés			12	1,53

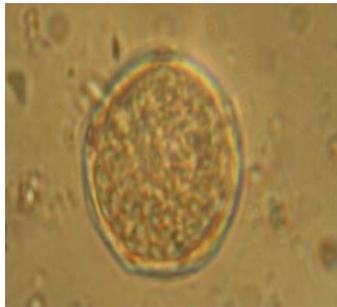
/: Non détecté



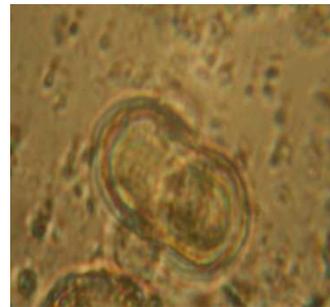
(a): *Echium plantagineum* (Gx400)



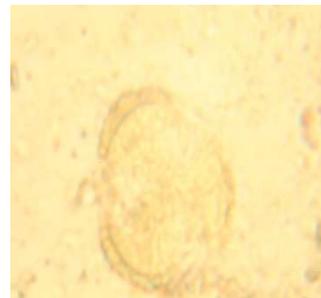
(b): *Euphorbia helioscopia* (Gx1000)



(c): *Oxalis* sp. (Gx1000)



(d): *Daucus carota* (Gx1000)



(e): *Sinapis arvensis* (Gx1000)

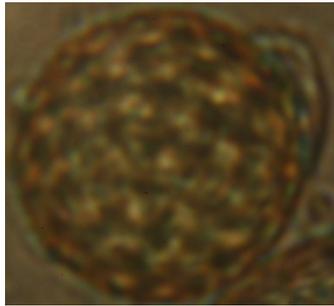
Fig. 79 (a, b, c, d, et e) - Quelques pollens trouvés dans le miel de Moudjbara (Djelfa) (Photographie originale)

Le miel N°3 de la région de Tiaret, est composé de 5 taxons (Tab. 46) .Il est Présumé miel toutes fleurs, cependant l'analyse des spectres polliniques montres la dominance de *Galactites tomentosa* soit 60,00%. La flore secondaire de ce miel est composée par *Taraxacum* sp. (12,72%) *Euphorbia* sp. , (10,91%), et *Zizyphus* sp. (10,91 %) et (Fig. 80a à 80d).

Tableau 46 - Spectre pollinique de l'échantillon N°3

Origine géographique : Tiaret				
Origine florale : Toutes fleurs				
Date de la récolte : 2012			N° Total de grains comptés 55	
Mode d'extraction : Automatique				
Analyse pollinique				
Classification de pollens identifiés	Nombre de taxons identifiés: 05	Nom communs	N° de grains comptés	%
Pollens dominants	- <i>Galactites tomentosa</i>	- Galactite tomenteux	33	60,00
Pollens d'accompagnement	/	/	/	/
Pollens isolés importants	- <i>Taraxacum</i> sp.	- Pissenlit	7	12,72
	- <i>Euphorbia</i> sp.	- L'Euphorbe	6	10,91
	- <i>Zizyphus</i> sp.	- Le Jujubier	6	10,91
Pollens isolés rares	- <i>Olea europea</i>	- L'Olivier	1	1,81
Pollens non identifiés			2	3,63

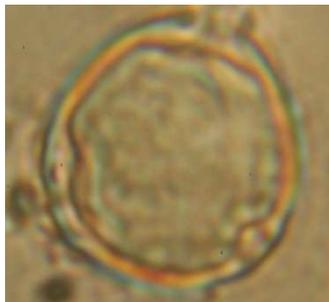
/: Non détecté



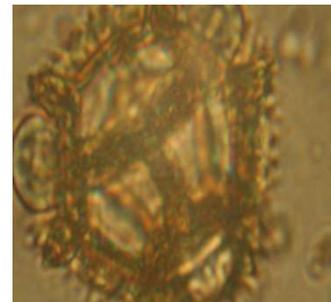
(a): *Galactites tomentosa* (Gx1000)



(b): *Euphorbia* sp. (Gx400)



(c): *Ziziphus* sp. (Gx1000)



(d): *Taraxacum* sp. (Gx1000)

Fig. 80 (a, b, c et d) - Quelques pollens trouvés dans le miel de Tiaret (Photographie originale)

Porte le nom de miel toutes fleurs, or la flore entrant dans la composition de ce miel est constitué principalement par *Euphorbia* sp. avec un taux de 50,00 %, L'Eucalyptus avec un taux de 23,68%, une ombellifère dont le taux est 15,78% (Tab. 47). Les autres espèces sont faiblement représentées dans cet échantillon $2,63 \leq \% \leq 1,31$ (Fig. 81a à 81g)

Tableau 47 - Spectre pollinique de l'échantillon N°4

Origine géographique : Médéa				
Origine florale : Euphorbia				
Date de la récolte : 2012			N° Total de grains comptés 76	
Mode d'extraction : Automatique				
Analyse pollinique				
Classification de pollens identifiés	Nombre de taxons identifiés: 08	Nom communs	N° de grains comptés	%
Pollens dominants	- <i>Euphorbia</i> sp.	- L'Euphorbe	38	50,00
Pollens d'accompagnement	/	/	/	/
Pollens isolés importants	- <i>Eucalyptus</i> sp.	- L'Eucalyptus	18	23,68
	- Ombellifères	- L'Ombellifères	12	15,78
	- <i>Oxalis</i> sp.	- L'Oxalis	04	5,26
Pollens isolés rares	- <i>Olea europea</i>	- L'Olivier	02	2,63
	- <i>Trifolium pratense</i>	- Le trèfle	01	1,31
	- <i>Scolymus hispanicus</i>	- Le Chardon jaune	01	1,31
Pollens non identifiés			00	0,00

/: Non détecté



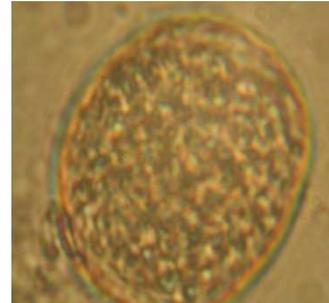
(a): *Euphorbia* sp.(Gx1000)



(b): *Olea europea* (Gx1000)



(c): *Trifolium pratense* (Gx400)



(d): *Oxalis* sp. (Gx1000)



(e): *Scolymus hispanicus* (Gx1000)



(f): *Eucalyptus* sp (Gx1000)

Fig. 81(a, b, c, d, e, et f) - Quelques pollens trouvés dans le miel de Médéa (Photographie originale)

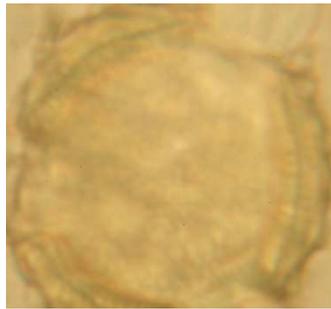
Le miel N°5 présente est riche en ressources mellifères (10 taxons) sans pollen dominant, il s'agit donc d'un « miel toutes fleurs » (Tab. 48). Les pollens des 3 espèces (*Ziziphus lotus*, *Euphorbia* sp. et *Peganum harmala*) sont les plus représentés dans cet échantillon (34,88%, 17,20 et 17,20%) respectivement, classés comme pollen d'accompagnement.

Les pollens isolés importants correspondent au reste des espèces (Ombellifères et *Visia faba*) comme il est indiqué dans les figures 82a à 82g.

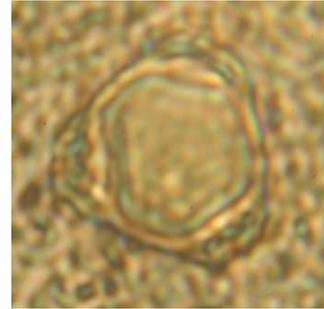
Tableau 48 - Spectre pollinique de l'échantillon N°5

Analyse pollinique			N° Total de grains comptés	
Origine géographique : Aflou			215	
Origine florale : Toutes fleurs				
Classification de pollens identifiés	Nombre de taxons identifiés: 10	Nom communs	N° de grains comptés	%
Pollens dominants	/	/	/	/
Pollens d'accompagnement	- <i>Ziziphus lotus</i> - <i>Euphorbia</i> sp. - <i>Peganum harmala</i>	- Jujubier - L'Euphorbe - Harmal	75 37 37	34,88 17,20 17,20
Pollens isolés importants	- Ombellifères - <i>Visia faba</i>	- l'Ombellifère - La fève	18 15	8,37 6,97
Pollens isolés rares	- <i>Olea europea</i> - Arber fruitier (type pyrus) - <i>Taraxacum</i> sp. - Composées - <i>Oxalis</i> sp.	- L'Olivier - Le Poirier - Pissenlit - Composée - l'Oxalis	03 05 03 02 02	1,39 2,32 1,39 0,93 0,93
Pollens non identifiés			18	8,37

/: Non détecté



(a): *Peganum harmala*



(b): *Ziziphus lotus*



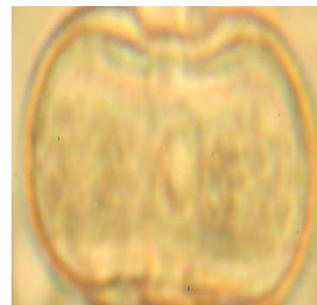
(c): *Oxalis* sp.



(d): Composées



(e): *Pyrus* sp.



(f): Ombellifères



(g): *Visia* sp.

Fig. 82 (a, b, c, d, e, f et g) - Quelques pollens trouvés dans le miel d'Aflou (Photographie originale) (Gx1000)

Ce miel est présumé de jujubier, or le spectre pollinique ne montre pas de dominance de cette espèce. Il s'agit d'un miel de toutes fleurs composé particulièrement des pollens *Ziziphus lotus* (42,95%), *Euphorbia* sp. (20,42%) et *Peganum harmala* (16,29%) (Tab. 49, Fig. 83a à 83g).

Tableau 49 - Spectre pollinique de l'échantillon N°6

Origine géographique : Laghouat				
Origine florale : Toutes fleurs				
Date de la récolte : 2012			N° Total de grains comptés 284	
Mode d'extraction : Automatique				
Analyse pollinique				
Classification de pollens identifiés	Nombre de taxons identifiés: 11	Nom communs	N° de grains comptés	%
Pollens dominants	/	/	/	/
Pollens d'accompagnement	- <i>Ziziphus lotus</i> - <i>Euphorbia</i> sp. - <i>Peganum harmala</i>	- Jujubier - L'Euphorbe - Harrmal	122 58 12	42,95 20,42 16,29
Pollens isolés importants	- <i>Galactites tomentosa</i> - <i>Visia</i> sp. - <i>Olea europea</i>	- Galactite tomenteux - La fève - L'olivier	09 23 12	8,65 6,46 3,37
Pollens isolés rares	- Ombellifères - Arber fruitier (type pyrus) - <i>Taraxacum</i> sp. - <i>Sinapis arvensis</i> - Composées	- L'Ombellifères - Le poirier - Pissenlit - La Moutarde des champs - Composées	10 09 05 09 01	2,80 2,52 1,40 0,35 0,28
Pollens non identifiés			14	0,28

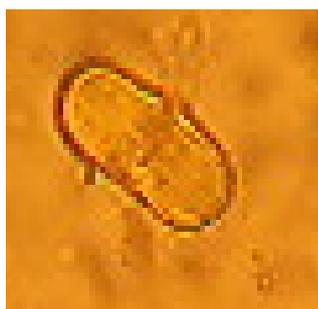
/: Non détecté



(a): *Peganum harmala* (Gx400)



(b): *Ziziphus lotus* (Gx400)



(c): Ombellifères (Gx400)



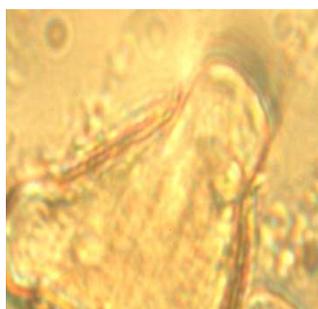
(d): *Euphorbia* sp. (Gx400)



(e): *Galactites tomentosa* (Gx400)



(f): *Olea europea* (Gx400)



(g): *Pyrus* sp. (Gx1000)

Fig. 83 (a, b, c, d, e, f et g) - Quelques pollens trouvés dans le miel de Laghouat (Photographie originale)

Le miel de la région d'El Bayedh qui porte le nom de toutes fleurs, est constitué principalement d'*Onobrychis* sp. avec un taux de 42,74% et un taux de 16,53% pour *Echium plantagineum* (Tab.50, Fig. 84a à 84f)

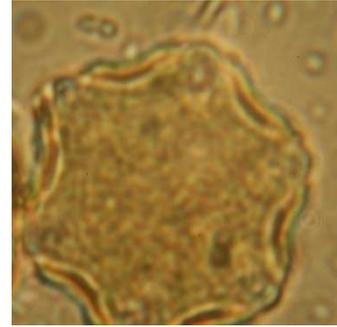
Tableau 50 - Spectre pollinique de l'échantillon N°7

Origine géographique : El-Bayadh				
Origine florale : <i>Onobrychis</i> sp. (Sainfoin)				
Date de la récolte : 2012			N° Total de grains comptés 1034	
Mode d'extraction : Automatique				
Analyse pollinique				
Classification de pollens identifiés	Nombre de taxons identifiés: 14	Nom communs	N° de grains comptés	%
Pollens dominants	/	/	/	/
Pollens d'accompagnement	- <i>Onobrychis</i> sp. - <i>Echium plantagineum</i>	- Sainfoins - Vipérine faux plantain	442 171	42,74 16,53
Pollens isolés importants	- <i>Oxalis</i> sp. - <i>Rosmarinus officinalis</i> - Composées	- L'Oxalis - Le Romarin officinal - Composées	148 137 68	14,31 13,24 6,57
Pollens isolés rares	- <i>Daucus carota</i> - <i>Taraxacum</i> sp. - <i>Galactites tomentosa</i> - <i>Sinapis arvensis</i> - <i>Arbre fruitier (type prunus)</i> - Ericaceae - <i>Euphorbia</i> sp. - <i>Olea europea</i>	- La Carotte sauvage - Pissenlit - Galactite tomenteux - La moutarde des champs - Le poirier - Bruyère - L'Euphorbe - L'Olivier d'Europe	20 14 06 03 20 01 01 01	1,93 1,35 0,58 0,29 1,93 0,09 0,09 0,09
Pollens non identifiés			02	0,19

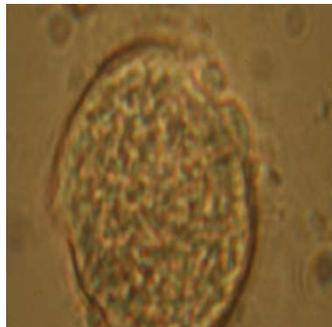
/: Non détecté



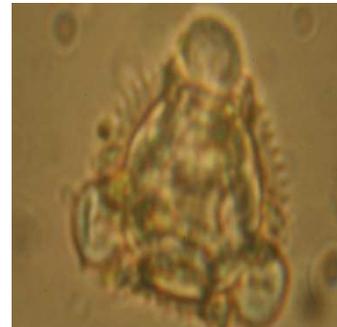
(a): *Onobrychis* sp. (Gx400)



(b): *Rosmarinus officinalis* (Gx1000)



(c): *Oxalis* sp. (Gx1000)



(d): *Taraxacum* sp. (Gx1000)



(e): *Olea europea*. (Gx1000)



(f): *Prunus* sp. (Gx1000)

Fig. 84 (a, b, c, d, e et f) - Quelques pollens trouvés dans le miel d'El-Bayedh (Photographie originale)

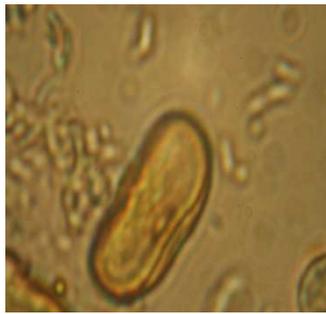
Ce miel est supposé d'origine d'*Eucalyptus*, or son spectre pollinique ne montre pas de dominance de cette espèce (Tab. 51) Il s'agit d'un miel de toutes fleurs qui contient particulièrement du pollen d'*Eucalyptus* (18,78 %) et l'Ombellifères (18,78 %).

Les pollens isolés importants correspondent au reste des espèces (*Galactites tomentosa*, *Olea europea*, *Trifolium pratense*, *Citrus* sp., Composées et *Euphorbia* sp.) (Fig 85 a à 85e).

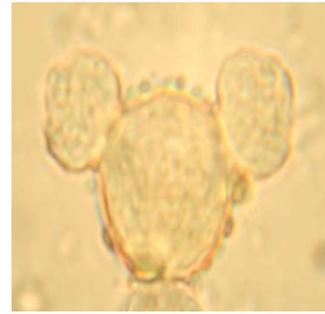
Tableau 51 - Spectre pollinique de l'échantillon N°8

Origine géographique : Mostaganem				
Origine florale : Toutes fleurs				
Date de la récolte : 2012			N° Total de grains comptés 181	
Mode d'extraction : Automatique				
Analyse pollinique				
Classification de pollens identifiés	Nombre de taxons identifiés: 09	Nom communs	N° de grains comptés	%
Pollens dominants	/	/	/	/
Pollens d'accompagnement	- <i>Eucalyptus</i> sp.	- L'Eucalyptus	34	18,78
	- Ombellifères	- L'Ombellifère	34	18,78
Pollens isolés importants	- <i>Galactites tomentosa</i>	- Galactite tomenteux	22	12,15
	- <i>Olea europea</i>	- L'Olivier d'Europe	18	9,94
	- <i>Trifolium pratense</i>	- Le trèfle	17	9,39
	- <i>Citrus</i> sp.	- L'Oranger	16	8,83
	- Composées	- Composées	15	8,28
	- <i>Euphorbia</i> sp.	- L'Euphorbe	06	3,31
Pollens isolés rares	- <i>Taraxacum</i> sp.	- Pissenlit	05	2,76
Pollens non identifiés			14	7,73

/: Non détecté



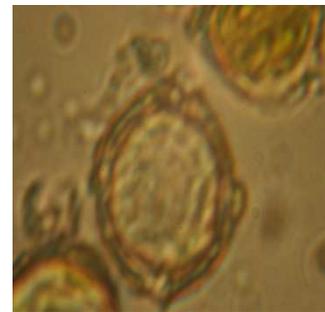
(a): Ombellifères



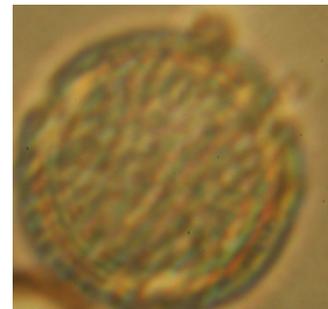
(b): *Trifolium pratense*



(c): Composées



(d): *Citrus* sp.



(e): *Euphorbia* sp.

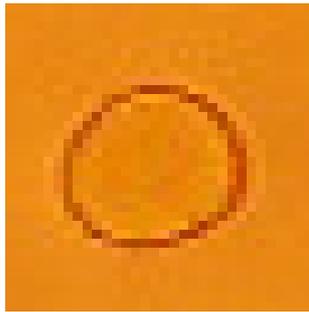
**Fig. 85 (a, b, c, d et e) - Quelques pollens trouvés dans le miel de Mostaganem (Gx1000)
(Photographie originale)**

L'analyse pollinique révèle la présence de 09 taxons mellifère dans sa composition (Tab. 52). Ces espèces sont classées comme pollen d'accompagnement. Parmi les espèces qui composent ce miel, *Peganum harmala* (44,17%), *Ziziphus lotus* (30,66%), *Olea europea* (8,58%), *Trifolium pratense* (3,06%), *Scolymus hispanicus* (1,22%), *Taraxacum* sp. (1,22%), Composées (1,22%), *Euphorbia* sp. (0,61%) et *Thymus* sp. (0,61%) (Fig. 86a à 86e).

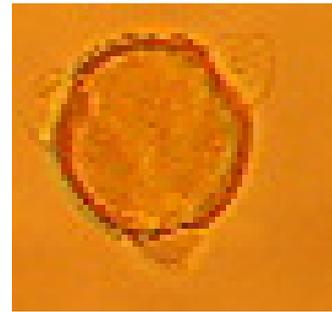
Tableau 52 - Spectre pollinique de l'échantillon N°9

Origine géographique : Ain safra				
Origine florale : Toutes fleurs				
Date de la récolte : 2012			N° Total de grains comptés 163	
Mode d'extraction : Automatique				
Analyse pollinique				
Classification de pollens identifiés	Nombre de taxons identifiés: 09	Nom communs	N° de grains comptés	%
Pollens dominants	/	/	/	/
Pollens d'accompagnement	- <i>Peganum harmala</i>	- Harmal	72	44,17
	- <i>Ziziphus lotus</i>	- Jujubier	49	30,06
Pollens isolés importants	- <i>Olea europea</i>	- L'Olivier d'Europe	14	8,58
	- <i>Trifolium pratense</i>	- Le trèfle	05	3,06
	- <i>Scolymus hispanicus</i>	- Le chardon jaune	02	1,22
Pollens isolés rares	- <i>Taraxacum</i> sp.	- Pissenlit	02	1,22
	- Composées	- Composée	02	1,22
	- <i>Euphorbia</i> sp.	- L'Euphorbe	01	0,61
	- <i>Thymus</i> sp.	- Le thym	01	0,61
Pollens non identifiés			15	9,20

/: Non détecté



(a): Compositées



(b): *Trifolium pratense*



(c): *Euphorbia* sp.



(d): *Olea europea*



(e): *Scolymus hispanicus*

Fig. 86 (a, b, c, d et e) - Quelques pollens trouvés dans le miel d'Ain safra (Gx400)

(Photographie originale)

La richesse pollinique de miel N°10 est très diversifiée, 15 taxons sont identifiés (Tab. 53)

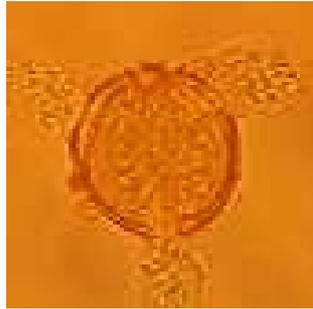
Parmi ces taxons, aucune n'est dominante. Il s'agit donc d'un miel de toutes fleurs.

La flore butinée par les abeilles est composée par l'*Olea europea* avec 24,53% et *Trifolium pratense* avec 18,08%. Les autres taxons secondaires (Fig. 87a à 87f) ; comme, *Visia* sp., et *Oxalis* sp. *Eucalyptus* sp. sont classés comme isolés importants

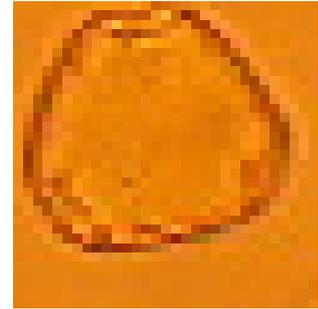
Tableau 53 - Spectre pollinique de l'échantillon N°10

Origine géographique : Sidi Bel-Abbes				
Origine florale : Toutes fleurs				
Date de la récolte : 2012			N° Total de grains comptés 909	
Mode d'extraction : Automatique				
Analyse pollinique				
Classification de pollens identifiés	Nombre de taxons identifiés: 15	Nom communs	N° de grains comptés	%
Pollens dominants	/	/	/	/
Pollens d'accompagnement	- <i>Olea europea</i> - <i>Trifolium pratense</i>	- L'Olivier - Le trèfle	223 164	24,53 18,08
Pollens isolés importants	- <i>Visia</i> sp. - <i>Onobrychis</i> sp. - <i>Oxalis</i> sp. - Composées - <i>Ziziphus lotus</i> - <i>Euphorbia</i> sp.	- La fève - Sainfoin - L'Oxalis - Composées - Jujubier - L'Euphorbe	93 90 86 70 57 51	10,23 9,90 9,46 7,70 6,27 5,61
Pollens isolés rares	- Arber fruitier (type prunus) - <i>Eucalyptus</i> sp. - <i>Citrus</i> sp. - <i>Sinapis arvensis</i> - <i>Daucus carota</i> - <i>Lavandula</i> sp. - <i>Acacia</i> sp.	- Le pêcher - L'Eucalyptus - L'Oranger - La Moutard des champs - La carotte sauvage - La lavande - L'Acacia	18 15 04 08 05 05 02	1,98 1,65 0,44 0,88 0,55 0,55 0,22
Pollens non identifiés			18	1,98

/: Non détecté



(a): *Trifolium pretense* (Gx400)



(b): *Eucalyptus* sp. (Gx400)



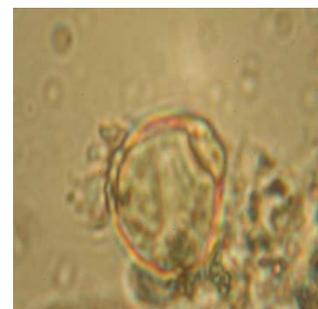
(c): *Oxalis* sp. (Gx400)



(d): *Acacia* sp. (Gx400)



(e): *Visia* sp. (Gx400)



(f): *Ziziphus lotus* (Gx1000)

Fig. 87(a, b, c, d, e, f) - Quelques pollens trouvés dans le miel de Sidi Bel-Abbes (Photographie originale)

Le miel N° 11 est supposé miel de palmier dattier. Mais l'analyse pollinique a montré que le pollen de *Euphorbia* sp. (26,90 %) (Tab. 54) est le plus mentionné. Tandis que *Phoenix* sp. (Dattier) n'est représenté qu'avec un taux de 26,32%. Il est suivie par le pollen d'*Oxalis* sp. (22,91%). Les autres espèces (Fig. 88a à 88 h) sont faiblement à moyennement représentés dans cet échantillon.

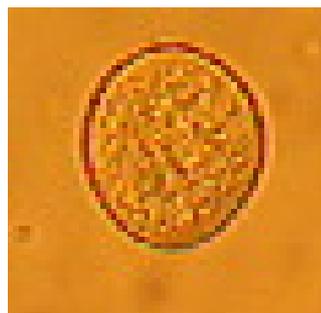
Tableau 54 - Spectre pollinique de l'échantillon N°11

Origine géographique : Ghardaïa				
Origine florale : Toutes fleurs				
Date de la récolte : 2012			N° Total de grains comptés 851	
Mode d'extraction : Automatique				
Analyse pollinique				
Classification de pollens identifiés	Nombre de taxons identifiés: 14	Nom communs	N° de grains comptés	%
Pollens dominants	/	/	/	/
Pollens d'accompagnement	- <i>Euphorbia</i> sp. - <i>Phoenix</i> sp. - <i>Oxalis</i> sp.	- L'Euphorbe - Palmier dattier - L'Oxalis	229 224 195	26,90 26,32 22,91
Pollens isolés importants	- Composées - <i>Ziziphus lotus</i> - <i>Borago officinalis</i>	- Composées - Jujubier - La Bourache officinale	01 79 45	0,11 9,28 5,28
Pollens isolés rares	- <i>Olea europea</i> - <i>Malva parviflora</i> - Ombellifères - <i>Sinapis arvensis</i> - Ericaceae - <i>Galactites tomentosa</i>	- L'Olivier d'Europe - La Mauve - L'Ombellifères - La Moutarde des champs - Bruyère - Galactite tomenteux	27 15 05 04 13 02	3,17 1,76 0,58 0,47 1,52 0,23
Pollens non identifiés			12	1,41

/: Non détecté



(a): *Olea europea* (Gx400)



(b) : *Oxalis* sp. (Gx400)



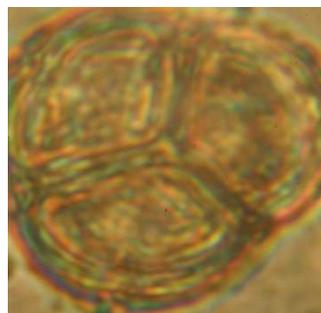
(c): *Euphorbia* sp. (Gx400)



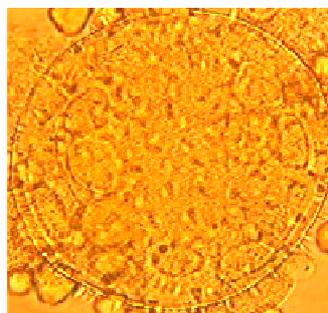
(d): *Borago officinalis*(Gx400)



(e): *Ziziphus lotus* (Gx400)



(f): Ericaceae (Gx400)



(g): *Malva parviflora* (Gx400)

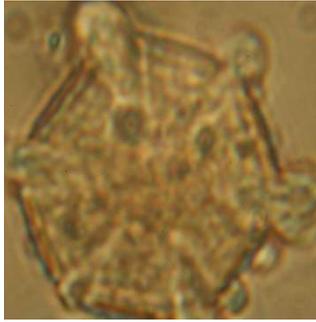
Fig. 88 (a, b, c, d, e, f et g) - Quelques pollens trouvés dans le miel de Ghardaïa (Gx400)

Au total, 14 espèces sont identifiées dans le spectre pollinique de cet échantillon (Tab. 55). Au sein de ces espèces aucune dominance n'est signalée. Il s'agit donc d'un miel de toutes fleurs. Les espèces trouvées dans ce miel sont notamment : *Eucalyptus* sp. (42,82 %), Ombellifères (38,98%), *Thymus* sp. (7,6%), (Fig. 89 a à 89h).

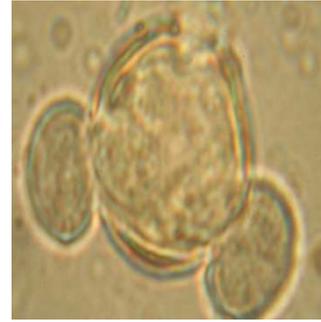
Tableau 55 - Spectre pollinique de l'échantillon N°12

Origine géographique : Espagne				
Origine florale : Toutes fleurs				
Date de la récolte : 2011			N° Total de grains comptés 1024	
Mode d'extraction : Automatique				
Analyse pollinique				
Classification de pollens identifiés	Nombre de taxons identifiés: 14	Nom communs	N° de grains comptés	%
Pollens dominants	/	/	/	/
Pollens d'accompagnement	- <i>Eucalyptus</i> sp. - Ombellifères	- L'Eucalyptus - L'Ombellifère	983 13	42,82 38,98
Pollens isolés importants	- <i>Thymus</i> sp	- Le thym	74	7,6
Pollens isolés rares	- Ericaceae	- Bruyère	45	2,03
	- <i>Olea europea</i>	- L'Olivier	44	1,99
	- Fabaceae	- Légumineuse	35	1,58
	- Composées	- Composées	18	0,81
	- <i>Sinapis arvensis</i>	- La Moutarde des champs	03	0,36
	- <i>Onobrychis</i> sp.	- Sainfoins	02	0,36
	- <i>Lavandula</i> sp.	- Lavande	02	0,13
	- <i>Rosmarinus</i> sp.	- Romarin	01	0,09
	- <i>Pinus</i> sp.	- le pin	02	0,09
	- <i>Galactites tomentosa</i>	- Galactite tomenteux	02	0,09
- <i>Borago</i> sp.	- La Bourache	01	0,08	
Pollens non identifiés			22	0,58

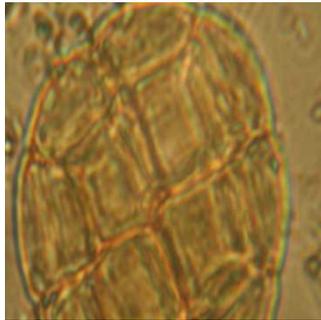
/: Non détecté



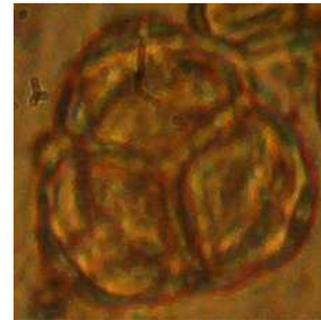
(a): *Rosmarinus* sp. (Gx100)



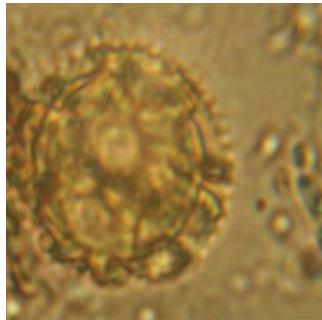
(b): *Pinus* sp. (Gx100)



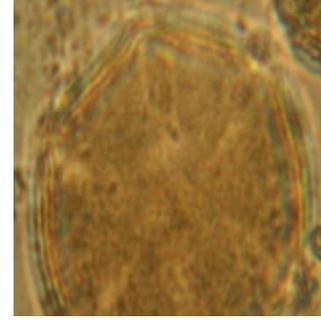
(c): Ericaceae (Gx1000)



(d): Ericaceae (Gx1000)



(e): *Thymus* sp. (Gx1000)



(f): *Thymus* sp. (Gx1000)



(g): *Sinapis arvensis* (Gx1000)

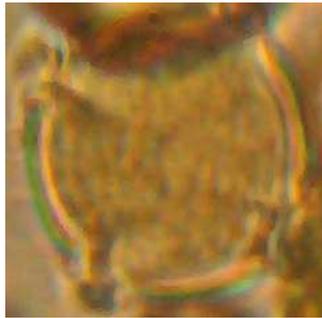
Fig. 89 (a, b, c, d, e, f et g) - Quelques pollens trouvés dans le miel d'Espagne (**Photographie originale**)

Au niveau de miel N°13 uniquement 5 espèces sont notées (Tab. 56). Elles sont dominées par *Visia* sp. (44,09%). Cette espèce est suivie par *Quercus petraea* (33,12%). Les autres pollens sont faiblement mentionnés dans ce spectre (Fig. 90a à 90e).

Tableau 56 - Spectre pollinique de l'échantillon N°13

Origine géographique : Mali				
Origine florale : Toutes fleurs				
Date de la récolte : 2011			N° Total de grains comptés 966	
Mode d'extraction : Automatique				
Analyse pollinique				
Classification de pollens identifiés	Nombre de taxons identifiés: 05	Nom communs	N° de grains comptés	%
Pollens dominants	- <i>Visia</i> sp. - <i>Quercus petraea</i>	- La fève - Le chêne	426 320	44,09 33,12
Pollens d'accompagnement	- <i>Castanea</i> sp.	- Châtaignier	154	15,94
Pollens isolés importants	- <i>Acacia</i> sp	- Le Mimosa	30	3,10
Pollens isolés rares	- <i>myriophyllum spicatum</i>	- Myriophylle	12	1,24
Pollens non identifiés			24	2,48

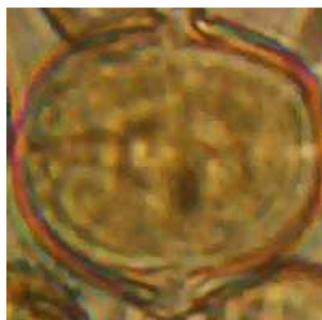
/: Non détecté



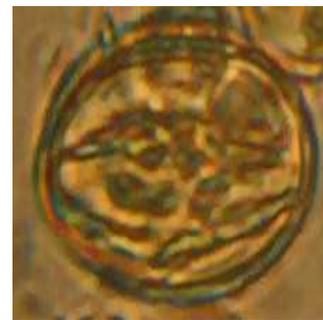
(a): *myriophyllum spicatum*



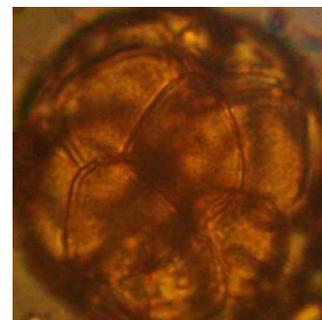
(b): *Quercus petraea*



(c): *Visia* sp.



(d): *Castanea* sp.



(e): *Acacia* sp

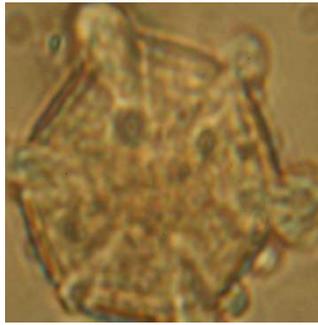
**Fig. 90 (a, b, c, d et e) - Quelques pollens trouvés dans le miel de Mali (Gx400)
(Photographie originale)**

Le miel N°14 est d'origine miel de jujubier, puisqu'il représente 76,92% de pollen *Ziziphus* sp. Il est suivi par le pollen de *Paeonia suffruticosa* et *Trifolium* sp. qui représentent 8,79 % et 4,39 % respectivement. Ces derniers sont classés comme pollen isolé importants. En 3^{ème} position se classe *Trifolium* sp. (1,37 %) (Tab. 57, Fig. 91a à 91 e).

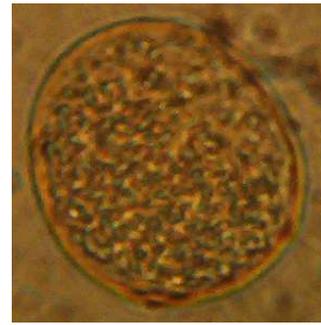
Tableau 57 - Spectre pollinique de l'échantillon N°14

Origine géographique : Kuwait				
Origine florale : Jujubier				
Date de la récolte : 2011			N° Total de grains comptés 364	
Mode d'extraction : Automatique				
Analyse pollinique				
Classification de pollens identifiés	Nombre de taxons identifiés: 05	Nom communs	N° de grains comptés	%
Pollens dominants	- <i>Ziziphus</i> sp.	- Jujubier	280	76,92
Pollens d'accompagnement	- <i>Paeonia suffruticosa</i>	- pivoine en arbre	32	8,79
	- <i>Trifolium</i> sp.	- Le trèfle	16	4,39
Pollens isolés importants	- <i>Thymus</i> sp.	- Le thym	05	1,37
Pollens isolés rares	- Composées	- Composées	08	2,19
Pollens non identifiés			23	6,31

/: Non détecté



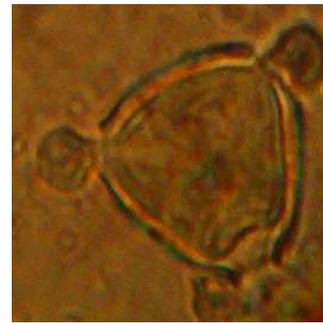
(a): *Thymus* sp. Gx1000



(b): *Paeonia suffruticosa* Gx1000



(c): *Ziziphus* sp. Gx1000



(d): Composé Gx400



Fig.70e - *Trifolium* sp.Gx1000

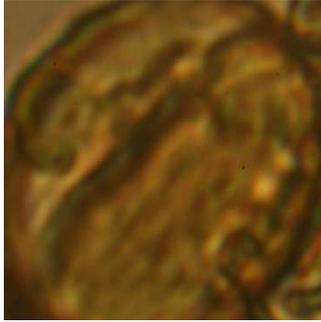
Fig. 91 (a, b, c, d et e) - Quelques pollens trouvés dans le miel de Kuwait
(Photographie originale)

L'échantillon N°15 est présumé miel de dattier. L'analyse pollinique confirme cette hypothèse avec la dominance de *Phoenix* sp. (78,72 %) (Tab. 58). En deuxième position *Ziziphus* sp. (19,65 %) (Fig. 92a à 92c).

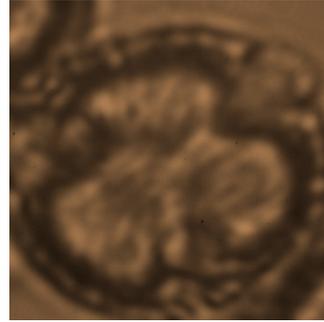
Tableau 58 - Spectre pollinique de l'échantillon N°15

Origine géographique : Soudan				
Origine florale : Phoenix sp. (Palmier dattier)				
Date de la récolte : 2011			N° Total de grains comptés 407	
Mode d'extraction : Automatique				
Analyse pollinique				
Classification de pollens identifiés	Nombre de taxons identifiés: 03	Nom communs	N° de grains comptés	%
Pollens dominants	- <i>Phoenix</i> sp.	- Palmier dattier	320	78,72
Pollens d'accompagnement	- <i>Ziziphus</i> sp.	- Jujubier	80	19,65
Pollens isolés importants	/	/	/	/
Pollens isolés rares	- <i>Tilia Sylvestris</i>		1	0,24
Pollens non identifiés			6	1,47

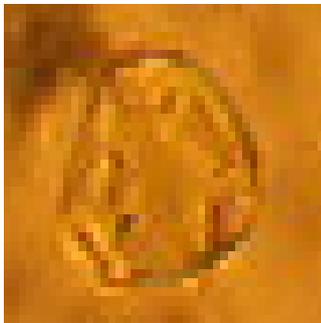
/: Non détecté



(a): *Phoenix* sp.



(b): *Tilia Sylvestris*



(c): *Ziziphus* sp.

Fig. 92 (a, b et c) - Quelques pollens trouvés dans le miel de Soudan (Gx1000)

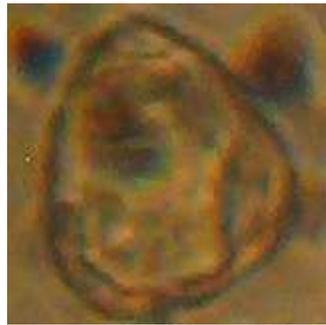
(Photographie originale)

Le miel N°16 est considéré comme miel de toutes fleurs composé de 08 taxons non dominants (Tab. 59). Parmi ces espèces, *Eucalyptus* sp (37,54 %), *Ziziphus* sp. (20,81%), et *Galactites tomentosa* (19,28%) (Fig. 93 a à 93e).

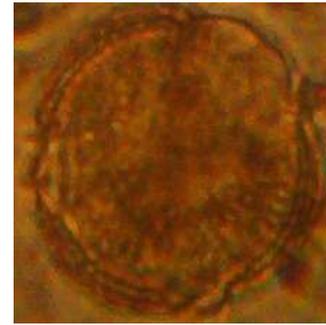
Tableau 59 - Spectre pollinique de l'échantillon N°16

Origine géographique : Arabie saoudite				
Origine florale : Toutes fleurs				
Date de la récolte : 2011			N° Total de grains comptés 586	
Mode d'extraction : Automatique				
Analyse pollinique				
Classification de pollens identifiés	Nombre de taxons identifiés: 08	Nom communs	N° de grains comptés	%
Pollens dominants	/	/	/	/
Pollens d'accompagnement	- <i>Eucalyptus</i> sp.	- L'Eucalyptus	220	37,54
	- <i>Ziziphus</i> sp.	- Jujubier	122	20,81
	- <i>Galactites tomentosa</i>	- Galactite tomenteux	25	19,28
Pollens isolés importants	- Ombellifères	- L'Ombellifères	48	8,19
	- <i>Sinapis arvensis</i>	- La Moutarde des champs	113	6,82
	- <i>Visia</i> sp.	- La fève	40	4,26
Pollens isolés rares	- Composées	- Composées	05	0,85
	- <i>Taraxacum</i> sp.	- Pissenlit	05	0,85
Pollens non identifiés			08	1,36

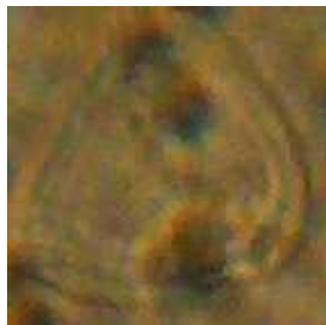
/: Non détecté



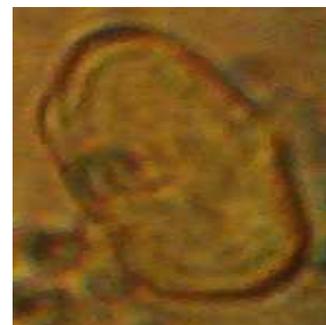
(a): *Ziziphus* sp.



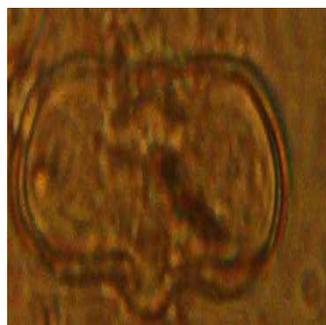
(b): *Sinapis arvensis*



(c): *Eucalyptus* sp.



(d): *Visia* sp.



(e): Ombellifères

**Fig. 93 (a, b, c, d et e) - Quelques pollens trouvés dans le miel d'Arabie saoudite (Gx400)
(Photographie originale)**

5.4 - Analyse microbiologiques

Les caractéristiques microbiologiques des différents échantillons de miels analysés sont rapportées dans le tableau 60.

Tableau 60 - Nombre des coliformes, germes aérobies, levures et moisissure, staphylocoques, streptocoques, et germes anaérobioses sulfite-réducteurs présentés dans les miels étudiés

N°Ech	Origine floral	Cf/gr	GAMT/gr	L UFC/ml	M UFC/ml	Staph f/gr	Strep f/gr	A.S.R/gr
1	Toutes fleurs	0	0	5	7	0	0	0
2	Carotte sauvage	0	0	175	863	0	0	0
3	Le galactite	0	0	7	0	0	0	0
4	Euphorbe	0	0	554	0	0	0	0
5	Toutes fleurs	0	5783,33	4	3	0	0	0
6	Toutes fleurs	0	0	70	0	0	0	0
7	Toutes fleurs	0	70	1190	0	0	0	0
8	Toutes fleurs	0	2586	0	0	0	0	0
9	Toutes fleurs	0	68	0	3	0	0	0
10	Toutes fleurs	0	50	0	6	0	0	0
11	Toutes fleurs	0	23,33	1381	0	0	0	0
12	Toutes fleurs	0	2416	$6,09 \times 10^3$	0	0	0	0
13	Toutes fleurs	0	423,33	570	0	0	0	4×10^1
14	Jujubier	0	2373	3	0	0	0	0
15	Dattier	0	96,66	$4,5 \times 10^4$	0	0	0	0
16	Toutes fleurs	0	28000	500	527	0	0	0

N°Ech : Nombre des échantillons.

Cf/gr : Coliformes fécaux.

GAMT/gr : Germes aérobie mésophile totaux /gramme.

L UFC /ml : Levures unité formatant des colonies / millilitre.

M UFC /ml : Moisissures unité formatant des colonies /millilitre.

Staph /gr : Staphylocoque /gramme.

Strep /gr : Streptocoque/gramme.

A.S.R /gr : Anaérobiose sulfite réducteur /gramme.

Les analyses microbiologiques réalisées sur les miels ont montré une absence totale des coliformes dans tous les échantillons testés (Tab. 60, Fig. 94. Annexe 5).

Alors que les germes aérobies mésophiles totaux sont présents dans 11 échantillons sur les 16 analysés avec des variations d'un miel à un autre (Fig. 95). En effet, le miel qui contient plus de germes est celui importé de l'Arabie saoudite qui est dominé par l'*Eucalyptus* avec 28000 Gr/gr. Il est suivi par le miel local de la région d'Aflou de toutes fleurs avec 5783,3 Gr/gr. Ensuite, le miel de Mostaganem toutes fleurs avec 2586 Gr/gr. Puis se classe le miel importé de l'Espagne de toutes fleurs qui contient 2416 Gr/gr. Les autres miels contiennent

des valeurs fluctuent entre $0 \leq \text{Gr/gr.} \leq 423,33$ (Tab. 58). Il est signaler qu'ils n'existent pas des normes établir par l'AFNOR ou d'autres organisme nationaux ou internationaux qui nous permettent de comparer les présent résultats.

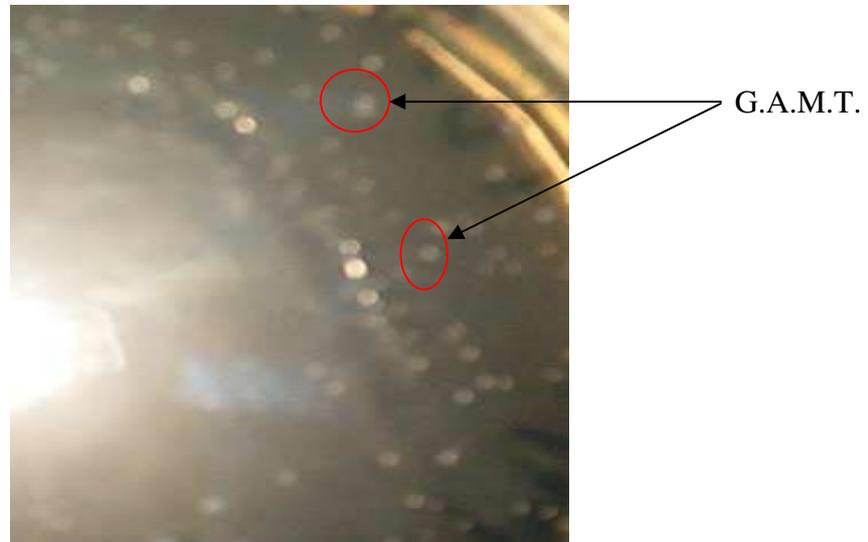


Fig. 95 - Germes aérobies mésophiles totaux trouvés dans le miel G.A.M.T (Photographie originale)

En outre, 5 échantillons sont dépourvus de ces germes, se sont ceux de Moudjbara, Dzaïra, Tiaret, Médéa et de Laghouat (Tab. 58, Fig. 96. Annexe 5).

En ce qui concerne le nombre des levures présentent dans les miels, celui-ci varie d'un échantillon à un autre selon la région et l'origine florale. Le miel qui contient plus de levures est celui de Soudan avec $4,5 \times 10^4$ UFC/ ml de miel (Fig. 97). Alors que celui qui contient la quantité la plus faible en levures est celui importé du Kuwait (< 10 UFC/ ml) (Tab. 58).

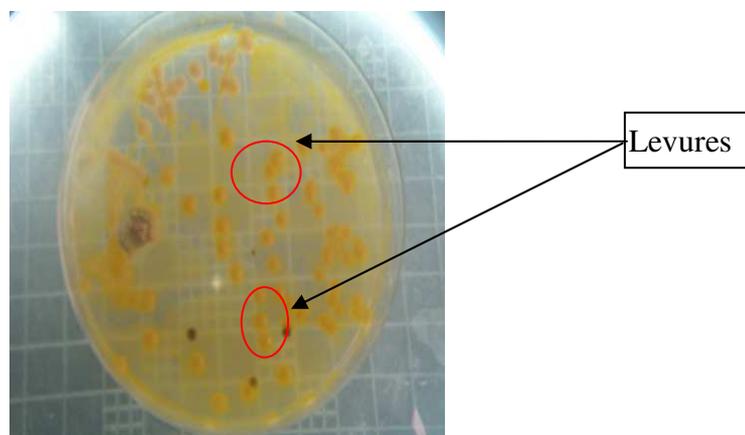


Fig. 97 - Levures trouvés dans les miels analysés (photographie originale)

Dans le même sens, il est à signaler l'absence totale de ces colonies dans 3 différents types de miels locaux soient ceux de Mostaganem, Ain Safra, Sidi Bel Abbes et un miel importé soit celui du Soudan (Fig. 98. Annexe 5).

De même, l'échantillon N°2 provenant de la région de Moudjbara est le plus riche en moisissures (863 UFC /ml) (Fig. 99). Par contre, les échantillons N°5 originaire d'Aflou et N°9 d'Ain Safra sont pauvres en moisissures (< 10 UFC /ml.) (Tab. 58). Le reste des échantillons testés marquent une absence totale des moisissures (Fig. 100. Annexe 5).



Fig. 99 Présence des moisissures dans les miels analysés (**Photographie originale**)

En ce qui concerne les streptocoques et staphylocoque fécaux, nous avons remarqué l'absence totale des germes dans tous les échantillons analysés (Fig.101, Fig.102. Annexe 5).

Comme tous les coliformes fécaux, les germes anaérobiose sulfite-réducteurs doivent être absents dans le miel. Ces germes sont cependant présents dans l'échantillon N° 13 provenant du Mali (Fig. 103).



Fig. 103 - Colonie de *Clostridium* (**Photographie originale**)

5.4.1 - Résultats de test de dénombrement des Bifidobactéries

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 61

Tableau 61 - Résultats d'isolement de Bifidobactérie

Niveaux	Heures	D ⁻¹	D ⁻²	D ⁻³	D ⁻⁴	D ⁻⁵	D ⁻⁶	D ⁻⁷	D ⁻⁸	D ⁻⁹
Tube digestif	Après 18h	ind	ind	ind	75	-	-	-	-	-
	Après 24h	ind	ind	ind	36	-	-	-	-	-
	Après 48h	ind	ind	ind	58	-	-	-	-	-
Œsophage	Après 18h	ind	ind	50	-	-	-	-	-	-
	Après 24h	40	-	-	-	-	-	-	-	-
	Après 48h	30	-	-	-	-	-	-	-	-
Miel	Après 18h	15	-	-	-	-	-	-	-	-
	Après 24h	ind	ind	ind	50	-	-	-	-	-
	Après 48h	ind	ind	ind	ind	ind	30	-	-	-

D : dilution

L'installation de la flore probiotique (Bifidobactérie) est notée au niveau du tube digestif (Fig.104) à raison de 75×10^4 UFC /ml, par contre le nombre est moins important au niveau de l'œsophage à raison de 4×10^2 UFC /ml. Pour le miel, nous avons remarqué que le nombre de Bifidobactérie progresse avec le temps.

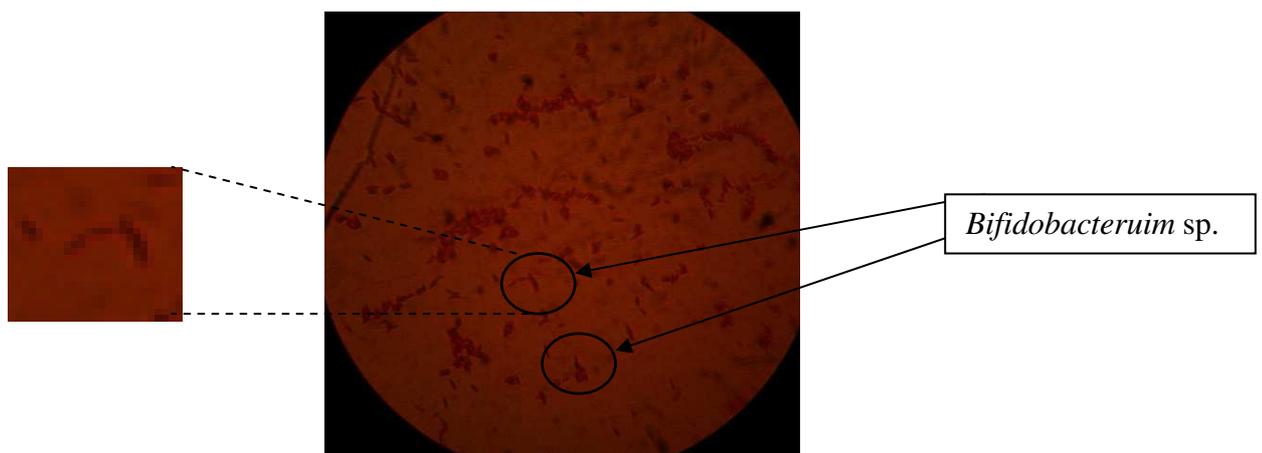


Fig. 104 - Aspect microscopique de Bifidobactérie isolée à partir du tube digestif d'abeille Gram (+) (Photographie originale)

5.3.2 - Résultats de test biochimique galerie API20 E

D'après les résultats de la galerie biochimique API 20E, il s'agirait bien de la souche du genre *Bifidobacterium* mais l'espèce reste toujours indéterminée selon le logiciel apiWEB (Fig. 105).



Fig. 105 - Résultats de test biochimique galerie API 20 E. (Photographie originale)

5.4.3 - Résultats de test de catalase

Le résultat obtenu est motionné dans la figure 106. Cette espèce est dépourvue de catalase, l'enzyme responsable de la dégradation de l'eau oxygénée (H_2O_2 en O_2 et H_2O).

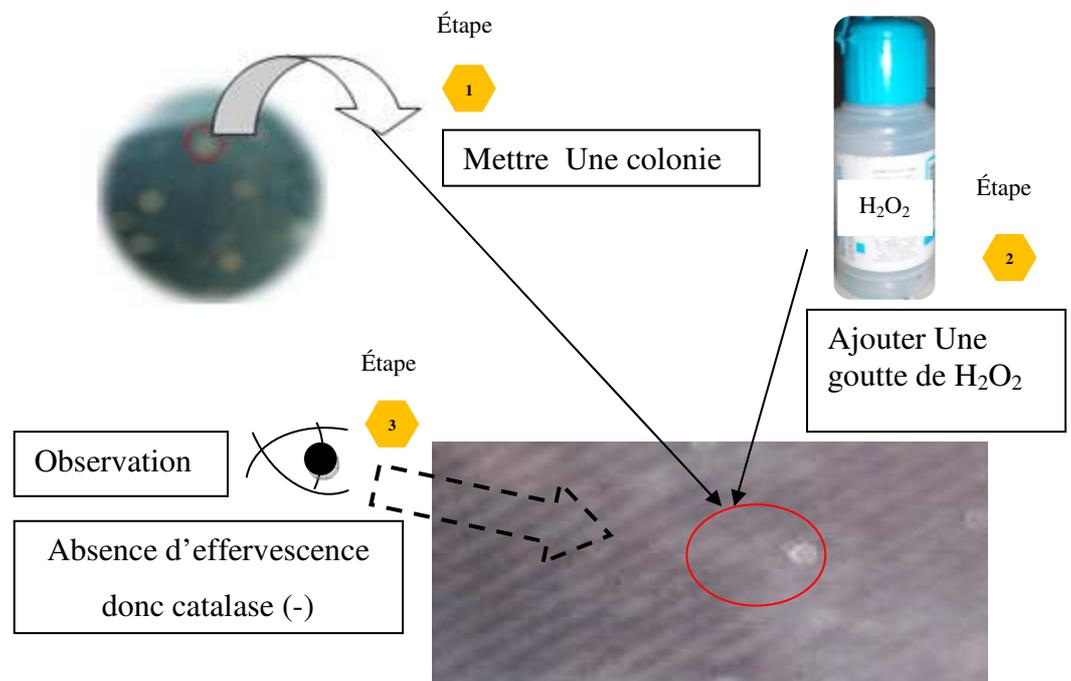


Fig.106 - Résultat de l'identification de la souche isolée par le test de catalase (Photographie originale)

Chapitre VI

Discussions

CHAPITRE VI - Discussions sur les Résultats des analyses physicochimiques, polliniques et microbiologiques des miels locaux et importés

6.1 - Discussion sur les résultats des analyses physicochimiques

6.1.1 - Densité

Dans la présente étude, 14 échantillons présentent des valeurs de densité qui varient entre 1,32 à 1,50 ce qui conformes aux normes déterminées par le *Codex Alimentarius* qui sont de 1,39 à 1,52. Alors que les échantillons (N° 15 et 2) présentent des valeurs inférieures à 1,39. CHEFROUR *et al.*(2009) ont signalé des valeurs de densité des miels de Nord - Est algérien proches de celles signalées dans la présente étude, variant de 1,37 à 1,5. De même, en analysant des miels provenant de l'Arabie saoudite, AL-KHALIFA et Al-ARIFY (1999) ont signalé des faibles valeurs variant entre 1,42 et 1,40.

6.1.2 - La conductibilité électrique

Les résultats obtenus présentent des valeurs différentes de la conductivité électrique des 16 échantillons de miels. Elles varient de $0,83 \cdot 10^{-4}$ à $8,9 \cdot 10^{-4}$ s/cm. Des valeurs plus faibles sont notées par d'autres auteurs comme MAKHLOUFI *et al.*, (2007) qui signalent une valeur de CE $0,65 \times 10^{-4}$ s/cm, ZERROUK *et al.* (2011) qui ont trouvé que la conductibilité électrique du miel est de $2,75 \times 10^{-4}$ s/cm pour le miel de la région de Djelfa et CE $7,19 \times 10^{-4}$ s/cm pour le miel de Laghouat, ainsi que CHEFROUR *et al.* (2009) dont les valeurs signalées fluctuent entre $2,01 \times 10^{-4}$ et CE $9,22 \times 10^{-4}$ s/cm. Selon le *Codex Alimentarius* (2001), les miels de nectar devraient avoir une CE inférieure à 8×10^{-4} s/cm, contrairement de miellat, qui devrait avoir une CE supérieure à 8×10^{-4} s/cm. En rapportant ces valeurs sur les présents résultats, en trouvant que seul l'échantillon 15 dont l'origine est le palmier dattier peut avoir comme origine le miellat ou bien un mélange avec le nectar. Les autres échantillons sont élaborés à partir du nectar.

6.1.3 - Le pH

La mesure du pH a montré que les échantillons de miel analysés présentent une variation de pH entre 3,50 et 5,52. Ce qui indique que ces tous les miels traités sont acides. Le pH est un paramètre utilisé dans la différenciation entre les miels de nectar et ceux de miellat. Solen GONNET, (1985), un miel issu de nectar a un pH compris entre 3,5 à 4,5 ; en revanche, on trouve que le miel qui dérive du miellat a un pH compris entre 4,5 à 5,5. Les résultats obtenus répondent à ces normes. La valeur la plus élevée a été enregistrée dans l'échantillon (N°15 "provenant de Soudan"), par contre la valeur la plus basse a été enregistrée dans les échantillons (N°16 "d'Arabie Saoudite" et N°3 "Tiaret"). Cette

variabilité peut-être due à la flore butinée, aux sécrétions salivaires de l'abeille et aux processus enzymatique et fermentatifs pendant la transformation de la matière première LOUVEAUX, (1968). BENEDEDOUCHE et DAHMANI (2011), ont trouvé que la valeur moyenne du pH de quelques miels algériens est 3,74. Valeur comparable à celle signalée dans la présente étude. Par Ailleurs, AL-KHALIF et AL-ARIFY, (1999), ont trouvé des valeurs qui s'étendent entre 3,48 et 6,08 pour les miels d'Arabie saoudite. Le miel d'Espagne comprend un pH entre 3,63 et 5,01 (SORIA *et al.*, 2004). Au sein de la présente étude, le miel importé d'Espagne a un pH de 4,53.

6.1.4 - La couleur

Les résultats obtenus pour ce paramètre présentent des variations significatives allant de 1,1cm pour les échantillons N°1 et N° 7 et 14 cm pour l'échantillon N° 3, 4, 13 et 15. Des valeurs plus faibles sont signalées par ZERROUK *et al.*, (2011) pour le miel de Djelfa variant entre 4,1 et 9,2 cm Pfund. Il est à rappeler que le miel présente des couleurs variables du blanc crème au brun presque noir. Selon GONNET (1985), l'échelle colorimétrique de Pfund permet de mesurer la couleur avec un indice allant de 1 pour les miels clairs à 14 pour les miels les plus foncés. Tous les miels analysés dans le cadre de la présente étude répondent à cette échelle à l'exception de miels provenant de Tiaret et de Mali dont la couleur était trop foncée ce qui ne correspond pas à l'échelle des couleurs de Pfund. GONZALES *et al.* (1999) affirment que les miels changent leur couleur initiale après le stockage de 90 jours à 37°C. Il est à signaler qu'au moment de la manipulation nous avons remarqué que le miel de Tiaret avait une couleur trop sombre ce qui nous a laissé supposé que c'est un miel surchauffé.

6.2 - Analyses chimiques

6.2.1 - La teneur en eau

La teneur en eau des miels varie de 14 % pour le miel de la région de Tiaret et 21,5 % pour le miel de Soudan. À l'exception de ce dernier, tous les miels analysés présentent des valeurs conformes à la norme établie par le *Codex Alimentarius* (2001), qui ne dépasse pas 18%. MAKHLOUFI *et al.*, (2010) en traitant 22 échantillons de différentes régions de l'Algérie ont mesuré des valeurs proches à celles signalées dans la présente étude soient des valeurs comprises entre 13.9 et 20.2%. Les pourcentages signalés par AJLOUNI et SUJIRAPINYOKU (2010), en Australie sont comprises entre 10,6 et 17,8%. Ce paramètre donne des informations sur l'état de conservation du miel. Seuls les miels dont la teneur en eau est aux alentours de 21 % sont de bonne conservation (GONNET, 1982). C'est le cas de

15 échantillons sur les 16 analysés dans le présent travail. Cette variabilité des pourcentages enregistrés dans la présente étude peut être expliquée par l'hypothèse proposée par BRUNEAU (2011). Cet auteur signale que les nectars et miellats récoltés par les abeilles vont présenter un niveau d'humidité différent. Le plus souvent, les abeilles récoltent des solutions sucrées allant de 15 à 95% d'eau. Plus le nectar est dilué, plus l'effort énergétique de séchage est important. Les nectars forts humides ne seront récoltés que si le besoin en eau d'une colonie est important.

6.2.2 - La matière sèche (Degré Brix)

Dans cette étude, la teneur en matière sèche varie de 76,9 à 85,44 %. Il est à remarquer que les valeurs de la M.S. sont en relation directe avec la teneur en eau. En effet, la valeur la plus élevée de la teneur en eau de 21,5% de l'échantillon 15, correspond à la valeur la plus basse de la teneur en matière sèche qui est de 76,9%, et la valeur la plus basse de la teneur en eau de 14,03% de l'échantillon 3, correspond à la valeur la plus élevée enregistrée pour ce même échantillon (85,44%).

6.2.3 - Teneur en hydroxymethyl furfural

La teneur en HMF des miels est très variable d'un échantillon à un autre. Elle varie de 2,84 à 177,7 mg/kg. Nous constatons que les 12 échantillons numérotés (1, 14, 9, 7, 2, 7, 8, 9, 10, 11 et 14) ont des valeurs faibles ($2,84 \leq \text{HMF} \leq 9,92$) mg/ Kg. Ces résultats répondent à la norme du *Codex Alimentarius* (≤ 40 mg /kg). KHALIL *et al.*, (2012) en traitant quelques types du miel algériens montrent qu'ils présentent les faibles concentrations HMF et qui sont de bonne qualité. De même, SORIA *et al.*, (2004) en analysant des miels originaires de l'Espagne ont trouvé un intervalle des valeurs de HMF allant de 0.00 à 15.65 mg / Kg. Par contre, dans les présent résultats, le miel importé de l'Espagne a une teneur en HMF de 74,5 mg / Kg. En outre, les échantillons numérotés (3, 15, 13, 4 et 16) analysés dans le cadre de ce travail, présentent les taux d'HMF les plus élevés fluctuent entre 81,1 et 117,7 mg/ Kg. MENDES *et al.*, (1998) avancent ce taux jusqu'à 145,5 mg / Kg. Cette grande valeur peut être la conséquence d'un traitement thermique. BATH et SINGH, (1999); ZAPPALA, *et al.*, (2005), affirment qu'un chauffage trop fort et des mauvaises conditions de stockages permettent d'augmenter la teneur en HMF.

6.2.4 - L'acidité libre

Les valeurs de l'acidité libre des miels varient de 11 meq /kg pour les miels de Dzira (Djelfa) et de Sidi Bel Abbes à 47 meq /kg pour l'échantillon N° 4 provenant de Médéa (toutes fleurs). Selon les normes du *Codex Alimentarius* (2001), l'acidité libre du miel ne doit pas dépasser 50 meq d'acide par 1000 g de miel. Donc tous les résultats obtenus ici sont conformes aux normes recommandées. MAKHLOUFI *et al.*, (2007) ont aussi trouvé des faibles valeurs variant de 3.0 à 22.5 meq/kg. De même, NAMAN *et al.*, (2005) ont aussi signalés des valeurs qui répondent aux normes qui sont entre 21 et 34 meq/kg. Par contre, CHEFROUR *et al.*, (2009) avancent ce taux jusqu'à 63,5 meq/kg pour les miels provenant du Nord Est algérien. Ceci est dû à la fermentation du miel qui provoque une augmentation de l'acidité (BOGDANOV *et al.*, 2011),

6.2.5 - Teneur en matières minérales

Le taux de la teneur en matières minérales varie de 0,06 à 0,66%. L'échantillon 7 originaire d'El Bayedh présente la valeur la plus faible (0,06 %), alors que l'échantillon 15 ramené du Soudan présente la valeur la plus élevée (0,66%). Ces valeurs répandent à la norme établie par le *codex Alimentarius* (2001), qui est $\leq 0,6\%$ pour le miel de miellat et $< 1\%$ pour miel d nectar ou en mélange avec le miel de nectar. L'échantillon N°15 qui présente une valeur peu élevé (0,66%) peut être un mélange de nectar et de miellat. Ces résultats sont aussi conformes à ceux signalés par d'autres auteurs en Algérie comme ZERROUK *et al.*, (2011) dont les valeurs sont comprises entre 0,07 % et 0,33%. A l'étranger AL-KHALIFA et AL-ARIFY (1999) signalent que la teneur en matières minérales des miels de l'Arabie Saoudite varie de 0,02 à 0,59 %, NAMAN *et al.*, (2005) indiquent que cette teneur est de 0,32 % pour les miels marocain, SAXENA *et al.*, (2010) en Espagne annoncent que cette teneur varie de 0,03 à 0,24 %.

6.2 - Discussions sur les résultats des analyses polliniques

Les résultats des analyses polliniques des miels analysés montrent que le spectre pollinique varie d'un échantillon à un autre. Pour les échantillons locaux, le miel composé de plus d'espèces est celui de la région de Sidi Bel abbés avec 15 taxons identifiés. Il est suivi par ceux des régions de Dzaira (Djelfa) et de Laghouat avec 10 taxons et par celui de Moudjbara (Djelfa) où 7 taxons botaniques sont dénombrés dans le miel. Cette diversité du diagramme pollinique est justifiée par la grande richesse en espèce qu'offrent les haut plateaux algériens notamment les régions de Djelfa, de Laghouat et de Sidi Bel Abbés. Cette richesse en nombre d'espèces de pollens est aussi notée dans le miel importé de l'Espagne (16

espèces). Il est à rappeler que l'Espagne est riche en végétation méditerranéenne constituée de plantes caractéristiques adaptées à ce climat particulier et est très souvent odorantes comme *Eucalyptus* sp, (F. Myrtaceae), *Olea europea* (Oleaceae) et *Thymus* sp (Lamiaceae), espèces que nous avons pu déterminer par les analyses polliniques réalisées dans le présent travail. PREZ-ARQUILLUT *et al.*(1995) ont aussi signalé que les miels d'Espagne sont riches en espèces.

En effet, ces auteurs ont réalisés des analyses pour 10 types de miels d'Espagne, et ont trouvé que les spectres polliniques de ces miels sont formés par 6 à 7 espèces botaniques. De même, le nombre d'espèces inventoriées dans le miel originaire de l'Arabie saoudite est aussi élevé soit 10 espèces botaniques. Cette région est riche en espèces herbacées poussant dans les oasis et dans les régions qui disposent de l'eau. Il s'agit de *Ziziphus* sp., *Galactites tomentosa* et *Sinapis arvensis*. Ces espèces sont aussi trouvées parmi les pollens identifiées dans le cadre de la présente étude. La présence d'un « pollen dominant » dans un miel permet de le considérer comme miel unifloral (LOUVEAUX *et al.*, 1978). Ceci est le cas des miels de Médéa et de Ghardaïa dominés par *Euphorbia* sp.

Ainsi que le miel importé du Soudan avec la dominance de *Phoenix* sp. et le miel originaire du Kuwait composé essentiellement par le Jujubier. Cette dominance par une seule espèce est notée dans d'autres travaux comme ceux de CHEFROUR *et al.*(2008) qui signalent après l'analyse des miels de l'Est algérien une forte dominance d'*Eucalyptus* sp. Ceci signifie que pendant la floraison, de cette dernière, toutes les butineuses s'orientent vers les fleurs ouvertes d'*Eucalyptus* sp.

6.3 - Discussions sur les résultats des analyses microbiologiques des miels

Les résultats obtenus concernant la recherche des coliformes fécaux montrent leur absence totale dans les échantillons analysés. NAMAN *et al.* (2005) soulignent que l'absence de ces germes traduit la bonne qualité de l'état sanitaire de miel. Ceci indique que tous les miels analysés dans le présent travail sont de bonne qualité et qu'ils ne sont pas contaminés par les germes d'origine fécale. De même, des faibles taux de coliformes sont dénombrés dans les miels de Portugal soit des valeurs <1 UFC/ml. (ESTEVINHO *et al.*, 2012). Par contre, FLECHE *et al.* (1997) ont signalé la présence de ces germes dans 6 échantillons des miels de France avec des valeurs atteignant jusqu'à 393 UFC/ml. Ces auteurs expliquent que cette contamination est peut être due aux micro-organismes et substances chimiques et de l'eau que retire la butineuse à la surface de son corps, sur les poils, la cuticule, les pattes et qu'elle absorbe au moment de la récolte.

Alors que les germes aérobies mésophiles totaux sont présents dans 11 échantillons sur les 16 analysés avec un taux élevés pour le miel de l'Arabie saoudite 28×10^3 Gr/gr. Les valeurs signalées en Argentine sont élevées comprises entre 30 et 12×10^2 Gr/gr. (IURLINA et FRITZ; 2005). A leur tour, ESTEVINHO *et al.* (2012) ont aussi trouvé des taux importants de ces germes dans des échantillons de miels émanant de Portugal soit des valeurs comprises entre 7.2×10^1 et 2.1×10^2 Gr/gr. La présence des GAMT dans les miels est un indicateur d'une mauvaise conservation des produits alimentaires notamment le miel (BONNEFOY *et al.*, 2002). Dans la présente étude, 5 échantillons sont dépourvus de ces germes, se sont ceux de Moudjbara, Dzaïra, Tiaret, Médéa et de Laghouat, ceci montre que ces miels sont bien conservés et qui sont de bonne qualité.

En ce qui concerne les levures, le miel qui contient plus est celui du Soudan avec $4,5 \times 10^4$ UFC/ ml. Il est à signaler qu'il existe une relation directe entre la quantité des levures et le taux d'humidité de miel. En effet, BRUNEAU (2011) annonce que les miels humides sont très riches en levures. Ceci est le cas d'échantillon de Soudan où on a trouvé qu'il est le miel le plus humide parmi les 16 types de miels analysés. Par l'analyse des miels du MAROC, NAMAN *et al.* (2005) ont trouvé des faibles valeurs de 10 à 30 UFC/ ml. ces valeurs sont proches de celles trouvées pour le miel importé du Kuwait. IURLINA et FRITZ (2005) en analysant 70 types des miels produit en Argentine ont énuméré des valeurs ≤ 470 UFC/ml. Ces levures proviennent du pollen et des pattes, langues et jabots des abeilles, contaminés au contact des nectaires floraux et éventuellement des fruits mûres; elles risquent de provoquer une fermentation (FLECHE *et al.*, 1997). La présence des levures et des moisissures peut être expliqué aussi par le pH (pH, acide) ce dernier favorise la multiplication des champignons.

La recherche microbienne des streptocoques et des staphylocoques montre leur absence totale dans les miels analysés, ATTIPOU *et al.*, (1998) ont montré l'efficacité de miel contre les germes isolés staphylocoque et streptocoque, qui se développent dans les blessures.

Concernant les *Clostridium*s nous les avons trouvés dans un seul type de miel analysé, cette présence est due à une contamination qui vient soit du sol, soit des eux usées (NAKANO *et al.*, 1993).

Pour ce qui est de l'installation de bifidobactérie, celle-ci est enregistré à raison de 75×10^4 UFC/ml, au niveau du tube digestif est de 4×10^2 au niveau de l'œsophage. Nous avons remarqué que le nombre de bifidobactérie progresse avec le temps. Ceci indique que le miel est un bon milieu de culture naturelle pour les bifidoctéries; acide, riche en sucres (sources de

carbones). Ceci peut être expliqué aussi par les conditions d'anaérobiose stricte au niveau du tube digestif.

Conclusion

Conclusion

Les analyses de 16 échantillons de miels dont 5 importés de l'étranger nous ont permis de faire une étude comparative entre les miels locaux et ceux importés. Cette étude est basée sur un ensemble de paramètres physico-chimique, botanique et microbiologique.

Pour les miels locaux, la majorité des échantillons analysés présentent des valeurs acceptables et répondent aux normes *Codex Alimentarius*. Ceci concerne la teneur en eau, la teneur en matière minérale, le pH, la densité, la conductibilité électrique et l'acidité libre. Une exception faite pour la teneur en hydroxyméthyl furfural (HMF) où les valeurs enregistrées sont élevées pour l'échantillon de Tiaret et celui de Médéa.

Par contre, pour les miels importés nous avons enregistré des teneurs élevées dans la majorité des paramètres testés notamment l'hydroxyméthyl furfural, l'eau et la matière minérale.

Suite à cette comparaison, nous pouvons dire que les miels locaux sont de meilleures qualités. Ceux importés sont considérés comme toxiques à l'exception du miel de Kuwait.

Une particularité est retenue pour la couleur des miels testés. Nous en avons distingué deux types : les miels foncés et les miels clairs. En effet, les miels clairs représentent les faibles teneurs en conductibilité électrique (CE), en hydroxyméthyl furfural (HMF) et en matière minérale (MM) devant les miels foncés lesquels possèdent de fortes valeurs.

L'étude du spectre pollinique des différents miels locaux et importés a donné des informations importantes sur la diversité botanique du miel. Les monofloraux sont des miels à dominance pollinique élevée. C'est le cas des miels de Djelfa issu de la Carotte sauvage, *Daucus carota* (82,84 %), de Tiaret : *Galactite tomenteux*, *Galactites tomentosa* (60%), de Médéa : *Euphorbe*, *Euphorbia sp.* (50%), de Kuwait : *Jujubier*, *Ziziphus sp.* (77%) et de Soudan : *Dattier*, *Phoenix sp.* (78,7%). Les autres miels sont de type polyfloral.

L'étude de l'état sanitaire des miels montre que l'échantillon du Mali est contaminé par des bactéries pathogènes du genre *Clostridium*. Les germes aérobies mésophiles totaux sont trouvés dans 11 miels sur les 16 traités. Les miels qui possèdent le taux le plus élevé en levures et en moisissures sont ceux importés du Soudan et de l'Arabie Saoudite.

L'étude de la microflore du tube digestif et du miel révèle la présence d'une souche bifide du genre *Bifidobacterium* dont la part principale est installée essentiellement au niveau de l'intestin.

En fin, nous pouvons dire dans l'ensemble que les miels locaux respectent les normes établies par le *Codex Alimentarius* et présentent les qualités de la bonne conservation.

En perspectives il serait intéressant de réaliser les points suivants :

- Elargir cette étude sur plusieurs autres types de miels ;
- Poursuivre cette étude par la chromatographie en phase liquide à haute performance HPLC qui permet de déterminer les sucres des miels et détecter la présence des métaux lourds;
- Identifier l'espèce du genre *Bifidobacterium* présent dans le miel et le tube digestif de l'Abeille mellifère, *Apis mellifera*.

Références
bibliographiques

Références bibliographiques

- 1 - ADAM A. P., GALLO E., OUCHFOUN L. et VUONG P., 2007 - Le miel, un nouvel antibiotique cutané sur le marché?. *Le point biologique, revue.* 1 : 35- 40 pp.
- 2 - AFNOR NF V 08 -050 – 1992 - Microbiologie alimentaire. Méthode de routine pour le dénombrement des coliformes. Méthode de comptage par colonies obtenues à 30°C .
- 3 - AFNOR NF V 08 – 051 – 1992 – Microbiologie alimentaire. Méthode de routine pour le dénombrement des microorganismes. Méthode de comptage par colonies obtenues à 30°C .
- 4 - AFNOR NF V 08 - 056, 1994 - Microbiologie alimentaire. Dénombrement des *Clostridium perfringens* par comptage des colonies 37°C.
- 5 - AFNOR XPV 08 – 059 – 1995 – Microbiologie des aliments. Dénombrements des levures et des moisissures par comptage des colonies à 25°C.
- 6 - AFNOR NF V08-057-1, 2004 – Microbiologie des aliments. Dénombrements des *Staphylococcus aureus* par comptage des colonies à 37°C.
- 7 - AJLOUNI S. and SUJIRAPINYOKU P., 2010 - Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in Australian honey. *Value in Health*, 14 (7): 442 -442.
- 8 - ATTIPOU K., ANOUKOUM T., AYITE A., MISSOHOU K. et JAMES K. 1998 – Traitement des plaies au miel expérience du CHU de Lomé. *Médecine d'Afrique Noire*, 45(11) : 658 – 660.
- 9 - AL-KHALIFA A.S. et AL-ARIFY I.A., 1999 - Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Saudi honeys. *Food Chemistry*, 67: 21 -25.
- 10 - AMIOT M.J. AUBERT S., GONNET M. et TACCHINI M., 1989 - Les composés phénoliques des miels : étude préliminaire sur l'identification et la quantification par familles. *Apidologie*, 20 (2) :115 -125.
- 11 - AUDISIO M. C., TORRES M.J., SABATE D. C., IBARGUREN C. and APELLA M.C., 2011 - Properties of different lactic acid bacteria isolated from *Apis mellifera* L. bee-gut. *Microbiological Research*, 166 : 1-13.
- 13 - AYTUĞ, 1969 - *Contribution de la morphologie du pollen a la taxonomie.* İstanbul Univ Orman Fakültesi Dergisi, 19 (1) : 131-142
- 14 - BABACAN S. et RAND A. G. 2005 - Purification of Amylase from Honey. *Journal of Food Science* Vol 70, Issue 6,
- 15 - BALLOT- FLURIN K., 2010 - *A coté de ma vie, les bienfaits de l'apithérapie.* Ed. Eyrolles, Paris, 157 p.
- 16 - BATH P.K. et SINGH N., 1999 - A comparison between *Helianthus annuus* and *Eucalyptus lanceolatus* honey. *Food Chemistry*.67: 389 - 397.

- 17 - BENDDEDOUCHE B. and DAHMANI K., 2011 - Physical properties of honey products in Algeria. *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, 2 (12): 237 - 244.
- 18 - BIAVATI B., VESCOVO M., TORRIANI S., and BOTTAZZI V. 2000 - Bifidobacteria: history, ecology, physiology and applications. *Annals of Microbiology*, 50 : 117-131.
- 19 - BIRI M., 2010 – *Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture*. Ed. De Vecchi, Paris, 302 p.
- 20 - BOGDANOV S., 1997 - Nature and Origin of the Antibacterial Substances in Honey. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 30 : 748–753.
- 21 - BOGDANOV S., 1999 - Stockage, cristallisation et liquéfaction du miel. *Ed. Centre de recherches apicoles*, Suisse, 5p.
- 22 - BOGDANOV S., 2009 - Harmonised methods of the European Honey Commission, *Apidologie*. 63 p.
- 23 – BOGDANOV S., RUOFF K., and PERSANO ODDO L., 2004 - Physico-chemical methods for the characterization of unifloral honeys: a review. *Apidologie*. 35: 4 -17.
- 24 - BOGDANOV S., BIERI K., KILCHENMANN V., et GALLMANN P., 2008 - Miels monofloraux suisses. *Ed. Centre de recherches apicoles*, Suisse, 55p.
- 25 - BOGDANOV S. GALLMANN P. STANGACIU S. et CHERBULIEZ T., 2006 - Produits apicoles et santé. *Ed. Centre de recherches apicoles*, Suisse, 51p.
- 26 - BOGDANOV S., LÜLLMANN C., MARTIN P., VON DER OHE W., RUSSMANN H., VORWOHL G., PERSANO ODDO L., SABATINI, A G; MARCAZZAN, G L; PIRO, R; FLAMINI C., MORLOT M., LHÉRITIER, J; BORNECK, R; MARIOLEAS P., TSIGOURI, A., KERKVLIEJ J., ORTIZ A., IVANOV T., D'ARCY B., MOSSEL B. et VIT P. 1999 - Qualité du miel et normes internationales relatives au miel. Rapport de la Commission internationale du miel. *Revue Suisse d'apiculture* 96 (6): 202-210.
- 27 - BONNEFOY C. GUILLET F., LEYRAL G., et VERNE-BOURDAIS E., 2002 - *Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires*. Ed., DOIN, Paris, 248p.
- 28 - BRADBPEAR N., 2010 - Le rôle des abeilles dans le développement rural Manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles. Ed. F.AO., Rome, 238 p.
- 29 - BRUNEAU E., 2003 – *Les produits de la ruche in Le Traité Rustica de l'Apiculture*. Ed Rustica. France.354-386 pp.
- 30 - BRUNEAU E., 2009 - L'apiculture européenne. *Abeilles et C^{ie}*, 133 : 28 - 32.
- 31 - BRUNEAU E., 2011 - *L'humidité du miel*. Fiche technique. *Abeilles et C^{ie}*, 19 - 20 pp.
- 32 - CAILLAS A., 1947 - *les produits de la ruch*. 3^{eme} Edition. Belgique. p 296.

- 33 - CARROLL T., 2006 - *A beginner's guide to beekeeping in Kenya*. Ed. le Gacy Books, Nairobi. 88p.
- 34 - CHAKIR A., ROMANE A., MARCAZZAN G.L. and FERRAZZI P., 2011 – Physicochemical properties of some honeys produced from different plants in Morocco. *Arabian Journal of Chemistry*. Article sous presse.
- 35 - CHAUVIN R., 1968 - *Les produits de la ruche Traité de Biologie de l'Abeille*.T. (3). Ed MASSON et C^{ie}. Paris. 391p.
- 36 - CHEFROUR A., DRAIAIA R., TAHAR A., BENNADJA S., and BATTESTI M.J., 2009 - Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some North-East algerian honeys. *Afri. Journal Food, Agriculture, Nutrition Development (AJFAND)*, 9(5) :1276 -1293.
- 37 - CHMIELEWSKA HR ., 2004 – *Honey in Chemical and functional properties of food Saccharides*. CRC PRESS. New York. 73-78 pp.
- 38 - CHUA L.S., ABDUL-RAHAMAN N.L., ROJI SARMIDI M., and AZIZ R., 2012 – Multi-elemental composition and physical properties of honey samples from Malaysia. *Food Chemistry*, 135: 880 - 887.
- 39 - CLEMENT H., 2003 - *Le Traité Rustica de l'Apiculture*. Ed Rustica. France.528 p.
- 40 - Codex Alimentarius., 2001 - Revised codex standard for honey. Codex standard 121 981, Rev. 2 (2001):1-7.
- 41 - CROTTI E. SANSONNO L. PROSDOCIMI E.M., VACCHINI V. HAMDI C., CHERIF A. GONELLA E., MARZORATI M. and BALLOI A., 2013 - Microbial symbionts of honeybees: a promising tool to improve honeybee health. *New Biotechnology*., article sous presse.
- 42 - DAGNELIE, 1975 - *Théorie et méthodes statistiques. Appliqués agronomiques*. Ed. Presse agronomiques de Gembloux, Vol II, 463 p.
- 43 - DAILLY H., 2008 - Technique. Le réfractomètre, un outil essentiel. *Abielle et C^{ie}*. 122 : 30 -32 .
- 44 - DARRIGOL J.L, 2010 - *Apithérapie : Miel - Pollen - Propolis - Gelée royale*. Ed. Dangle. Paris, 272 p.
- 45 - DELCOURT, 2010 - *Le miel malin* .Ed. Leduc.s. France.192 p.
- 46 - DI BGERONEMO J. and FRITZ R., 2001 - Proline in argentine honeys. *Ed APIMONDIA*. 6p.
- 47 - DOMEREGO R., 2003 – *Santé, bien – être, apithérapie in Le Traité Rustica de l'Apiculture*. Ed Rustica. France.390-417 pp.

- 48** - ESCUREDO O., MIGUEZ M., FERNANDEZ- GONZALEZ M. and SEIJO M.C., 2013 - Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *Food Chemistry*, 138: 851–856.
- 49** - ESTEVINHO M.L., FEAS X., SEIJAS J.A. and VAZQUEZ-TATO P., 2012 - Organic honey from Trás-Os-Montes region (Portugal): Chemical, palynological, microbiological and bioactive compounds characterization. *Food and Chemical Toxicology*, 50: 258–264.
- 50** - EULOGE P.B., 1992 - Action comparée sur la flore intestinale de trois laits fermentés au Bifidobacterium. Evaluation de propriétés probiotiques et du comportement de la souche BB 536 de Bifidobacterium longum chez l'homme. Thèse Doctorat. Univ. de NANCY 1. 189p.
- 51** - FLECHE C. CLEMENT M.-C., ZEGGANE S. et FAUCON J.-P., 1997 - Contamination des produits de la ruche et risques pour la santé humaine : situation en France. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 16 (2) : 609-619.
- 52** - FLURI P., PICKHARDT A., COTTIER V. et CHARRIERE J., (2001) - *La pollinisation des plantes à fleurs par les abeilles* - Biologie, Écologie, Économie. Agroscope Liebefeld-Posieux, Centre de recherche apicole, CH-3003 Bern, p 27.
- 53** - GAGNON F. 1987 - *Apiculture pratique*, Technologies, Français, 1987, Syndicat national d'apiculture, 383 p.
- 54** - GARETT R.H and GRISHAM C.M., 2000 - *Biochimie*. Paris .De Boeck Université, 1292p.
- 55** - GHARBI M., 2011 - *les produits de la ruche : origines - fonctions naturelles – composition propriétés thérapeutiques*. Thèse Doctorat. Univ. Claude-Bernard Lyon I. 247p.
- 56** - GILLE A., 2011 - *Botanique apicole, production du nectar et pollen*. Ecole d'apiculture du Sud-Luxembourg, 11p.
- 57** - GILLIAM M. and TABER S., 1991 - Diseases, Pests, and Normal Microflora of Honeybees, *Apis mellifera*, from Feral Colonies. *Journal Invertebrate Pathology*, 58: 286-289.
- 58** - GONNET M., 1982 - *Le miel : composition, propriétés et conservation*. Ed. OPIDA : 22.
- 59** - GONNET M., 1985 - L'analyse des miels. Description de quelques méthodes de contrôle de la qualité. *Bulletin technique Apicole*, 13 (1): 17-36.
- 60** - GONZALES A. P., BURIN L. and MARIA D. P., 1999 - Color changes during storage of honeys in relation to their composition and initial color. *Food Research International*

- 32 :185 - 191.
- 61 - GUERZOU M., KOUDJIL M., DOUMANDJI A. GUERZOU A., et DOUMANDJI S., 2013 - Contribution de l'abeille mellifère *Apis mellifera* dans la préservation de la flore dans la région de Djelfa. Séminaire international « Protection des cultures stratégiques en Algérie : situation et perspectives d'avenir ». *Journées Internati.* 28 - 30 mai 2013, *Inst. Sc. agro.Univ.,Hssiba Benboulid* p. 45.
- 62 - HOYET C., 2005 - *Le miel : de la source à la thérapeutique* .Thèse Doctorat. Univ. Henri Poincare - Nancy I. 96 p.
- 63 - IMDORF A. BOGDANOV S. et KILCHENMANN V., 1985 - *Du miel de miellat cristallisé* dans les hausses et les corps de ruche. *Journal Suisse d'Apiculture.* 82: 438 – 446.
- 64 - IURLINA M.O. and FRITZ R., 2005 - Characterization of microorganisms in Argentinean honeys from different sources. *International Journal of Food Microbiology,* 105: 297- 304.
- 65 - J.O.R.F., 1980 - Critères microbiologiques auxquels doivent satisfaire certaines denrées animales ou d'origine animale. Méthodes générales d'analyse bactériologique. Article annexe II. (arrêté du 21 décembre 1979 modifié). Dénombrement des streptocoques fécaux. *Journal off. Rup. Française,* 4 p.
- 66 - J.O.R.A., 2004 - Méthode de préparation des échantillons pour essai et dilutions en vue de l'examen microbiologique. *Journal Off. Rup. Algérienne,* 26 p.
- 67 - J.O.R.F., 2003 - Caractéristiques de composition de miel. *Journal off. Rup. Française,* 3p.
- 68 - KAHRAMAN T., BUYUKUNAL S.K., VURAL A. and ALTUNATMAZ S.S., 2010 – Physico-chemical properties in honey from different regions of Turkey. *Food Chemistry,*123 : 41- 44.
- 69 - KHALIL Md. I., MONIRUZZAMAN M., BOUKRAA L., BENHANIFIA M., ISLAM Md A., ISLAM Md. N. SULAIMAN S.A. and GAN S.H., 2012 - Physicochemical and Antioxidant Properties of Algerian Honey. *Molecules,* 17, 11199-11215;
- 70 - KILLER J., KOPECNY J., MRAZEK J., RADA V., DUBNA S. and MAROUNEK M., 2010 - Bifidobacteria in the digestive tract of bumblebees. *Anaerobe.* 16:165-170.
- 71 - KIRS E., Pall R., MARTVERK K. et LAOS K., 2011 - Physicochemical and melissopalynological characterization of Estonian summer honeys. 11th *International Congress on Engineering and Food (ICEF11).* *Procedia Food Science* 1: 616 – 624

- 72** - KLOFT W., 1968 - *Les insectes producteurs de miellat*, in *Traité de Biologie de l'Abeille.T(3)*. Ed MASSON et Cie. Paris. 248-262 pp.
- 73**- KOLAYLI S., BOUKRAË L., ŞAHIN H. and ABDELLAH F., 2012 - Sugars in Honey
- 74** - KRELL R., 2001 - *value-added products from beekeeping*. agricultural services bulletin N°124. Ed. Rome, Italy, 409 p.
- 75** - KROPF U., KOROŠEC M., BERTONCEL J. J., OGRINC N., NEČEMER M., KUMP P.and GOLOB T., 2010 - Determination of the geographical origin of Slovenian black locust, lime and chestnut honey. *Food Chemistry*, 121:839 - 846.
- 76** - LARPENT S. P., 1997 - . *Microbiologie alimentaire*. Techniques de laboratoire. Ed. Tech et Doc. Lavoisier, Paris.1073p.
- 77** - LE CONT Y., 2003 - *La vie sociale de la colonie in Le Traité Rustica de l'Apiculture*. Ed Rustica. France.54-83 pp.
- 78** - LEQUET L., 2010 - *Du nectar à un miel de qualité: contrôles analytiques du miel et conseils pratiques a l'intention de l'apiculteur amateur*. Thèse Doctorat, Eco., Nati., vétérinaire, Lyon, 194 p.
- 79** - LEZINE A.M., 2008 – *Le pollen*, outil de l'environnement et du climat au quaternaire. Ed. Vuibert. Paris.118p.
- 80** - LOUVEAUX J., 1968 - *Composition propriété et technologie du miel*. in *Traité de Biologie de l'Abeille.T(3)*. Ed MASSON et Cie. Paris. 391p.
- 81** - LOUVEAUX J. et ABED L. 1984 - Les miels d'Afrique du Nord et leur spectre pollinique. *Apidologie*, 15 (2) :145-170.
- 82** - LOUVEAUX J. et MAURIZIO A, 1969 - *Pollens de plantes mellifères d'Europe*. Ed. Union des groupements Apicoles Français. Paris, 148 p.
- 83** - LOUVEAUX J., MAURIZIO A., and VORWOHL G., 1970 - Méthodes of melissopalynology. International Commission for Bee Botany of IUBS. *Bee World*, 51: 125-138.
- 84** - LÜTTGE U., 1977 - Nectar composition and membrane transport of sugars and amino acids: a review on the present state of nectar research. *Apidologie*, 8, (4), 305-319.
- 85** - MAKHLOUFI C., SCHWEITZER P., AZOUZI B., ODDO L.P., CHOUKRI A., and HOCINE L. D'ALBORE G.C., 2007 - Some Properties of Algerian Honey. *Apiacta* (42): 73 – 80.
- 86** - MAKHLOUFI C., KERKVLIEET J.D., D'ALBORE G.C., CHOUKRI A., and SAMAR R., 2009 - Characterization of Algerian honeys by palynological and physico-chemical methods. *Apidologie*, 41: 509–521.

- 87 - MARCEAU J., NOREAU J. et HOULE E. 1994 - Les HMF et la qualité du miel. *L'abeille*. 15(2):1- 4
- 88 - MARCHENAY et BERARD, 2007 - *L'homme, l'abeille et le miel*. Ed. De Borée, Romagnant, 224 p.
- 89 - MARCO C., SPANO N., SALIS S., PILO M.I., FLORIS I., PIREDDU L., and SANNA G., 2012 - *Assay of B Vitamins and other Water-soluble Vitamins in Honey*. in PREEDY V. R., *B Vitamins and Folate*, Ed. RCs Publishing, London, 173-194p.
- 90 - MAURIZIO A., 1968 - *La formation du miel. Les produits de la ruche*, in *Traité de Biologie de l'Abeille*.T (3). Ed MASSON et Cie. Paris. 391p.
- 91 - MENDES E. PROENC B., FERREIRA I.M.P.L.V.O., FERREIRA M.A., 1998 - Quality evaluation of Portuguese honey. *Carbohydrate Polymers* 37 :219 -223.
- 92 - MERAH M., BENSACI BACHAGHA M. et BOUDERHEM A., 2010 - Etude de l'effet antimicrobien de trois échantillons du Miel naturel récoltés du territoire algérien. *Annales des Sciences et Technologie*, 2(2) : 115-125
- 93 - MOLLET T., 2010 - La lettre du développement apicole en aquitaine. *Ed ADDAK*. 22 p.
- 94 - MONIRUZZAMAN M., KHALIL M.I., SULAIMAN S.A., GUAN S.H., 2013 – Physicochemical and antioxidant properties of Malaysian honeys produced by *Apis cerana*, *Apis dorsata* and *Apis mellifera*. *Complementary and Alternative Medicine BMC*, 13 (43) :1-12.
- 95 - MOUHOUBI Z., 2007 - *Influence de la température de conservation sur la qualité du miel*, effet sur le pouvoir anti oxydant. Mémoire de magister, Univ. Béjaïa, 73 p.
- 96 - MUTSAURES M., BLITTERSWIJK H.V., LEVEN L.V., KERKVLIIET J., et DE WAERDT J.V., 2005 - Produits de l'apiculture, propriétés, transformation et commercialisation. *Fondation Agromisa et CTA, Wageningen* .101 p.
- 97 - NAKANO H., KIZAKI H. and SAKAGUCHI G. 1993 - Multiplication of *Clostridium botulinum* in dead honey-bees and bee pupae, a likely source of heavy contamination of honey. *International Journal of Food Microbiology*.21: 247 - 252
- 98 - NAMAN M., MOHAMED F. et CHAKIB E.L., 2005 - Microbiological and Physico-Chemical Properties of Moroccan Honey. *International journal of agriculture & biology*.7(5): 773–776.
- 99 - ODDO L. P., BALDI E., and ACCORTI M. 1990 - Diastatic activity in some unifloral honeys. *Apidologie*. Vol. 21: 17-24.
- 100 - ORANTES - BERMEJO F.J., et FERNANDEZ - PINAR T. C., 2002 - Evolution of invertase activity in honey from *Castanea sativa* and *Rosmarinus officinalis* collected in

- Granada . *ARS Pharmaceutica*,50 (3), 124 -128
- 101** - OUCHEMOUKH S., SCHWEITZER P., BACHIR BEY M ., and DJOUDAD-KADJI H., 2010 - HPLC sugar profiles of Algerian honeys. *Food Chemistry* 121: 561-568.
- 102** - OUDJET K., 2012 - *Etudes & Enquêtes. Le miel, une Denrée à Promouvoir.* Ed. CACQE. 12 p.
- 103** - PATERSON P.D., 2008 - *L'apiculture.* Ed Quæ, CTA, Presses agronomiques de Gembloux Belgique. 158p.
- 104** - PEACOCK P., 2011- *Apiculture mode d'emploi.* Ed. Marabout. Paris.144 p.
- 105** - PERREN N. et CAHÉ P., 2002 - Conduire ses ruches. Français *Ed Educagri*.158 p.
- 106** - KOLAYLI S., BOUKRAË L., ŞAHIN H. and ABDELLAH F., 2012 - Sugars in Honey in PREEDY V. R., *B Vitamins and Folate*, Ed. RCs Publishing, London, 3-15p.
- 107** - POPEK S., 2002 - A procedure to identify a honey type. *Food Chemistry*, 79:401–406.
- 108** - PREZ-ARQUILLUT C. CONCHELLO P. ARIFIO A. JUAN T. and HERRERA A., 1995 - Physicochemical attributes and pollen spectrum of some unifloral Spanish honeys. *Food Chemistry*.54 : 167-172.
- 109** - PROST J., 1979 *Apiculture. Connaitre l'abeille, "conduire le ruche".* Ed. J.B .BAILLIERE, 497p.
- 110** - RAVAZZI G., 2003 - *Abeilles et apiculture.* Ed. De Vecchi. Paris. 159 p.
- 111** - RICARD M., 2010 - *Je fais mon miel.* Encuclopédie Hachette des connaissances agricoles. *Ed Anne le Meur.* France. 159p.
- 112** - ROLDAN A., VAN MUISWINKEL G.C.J., LASANTA C., PALACIOS V. and CARO I., 2011 - Influence of pollen addition on mead elaboration: Physicochemical and sensory characteristics. *Food Chemistry*, 126: 574–582.
- 113** - ROMANO B., 2009 - *Le chemin du miel.* Ed AGRIDEA. Lausanne ,23p.
- 114** - ROSSANT A., 2011 - *Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes.* Thèse doctorat, Univ. Limoges, 133 p.
- 115** - SAXENA S., GAUTAM S., and SHARMA A., 2010 - Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. *Food Chemistry*, 118: 391-397.
- 116** - SERRANO S., VILLAREJO M., ESPEJO R., JODRAL M., 2004 - Chemical and physical parameters of Andalusian honey: classification of *Citrus* and *Eucalyptus* honeys by discriminant analysis. *Food Chemistry*, 87 : 619–625.
- 117** - SIGNORINI 1978 - *Les encyclopédies du Mieux-Etre.* Retz-C.E.P.L., Paris. 174 p.
- 118** - SILVA T.M.S., DOS SANTOS F.P., EVANGELISTA-RODRIGUES A., DA SILVA E.M.S. DA SILVA G. S., DE NOVAIS J.S., DOS SANTOS F.A.R., and CAMARA

- C.A., 2013 - Phenolic compounds, melissopalynological, physicochemical analysis and antioxidant activity of jandaira (*Melipona subnitida*) honey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 29:10 -18.
- 119 - SNOWDON J. A. and CLIVER D.O., 1996 - Microorganisms in honey. *International Journal of Food Microbiology*.31:1 -26.
- 120 - SORIA A.C. GONZALEZ M. DE LORENZO C., MARTINEZ-CASTRO I. and SANZ J., 2004 - Characterization of artisanal honeys from Madrid (Central Spain) on the basis of their melissopalynological, physicochemical and volatile composition data. *Food Chemistry*, 85: 121–130.
- 121 - TABOURET T., 1979 - Rôle de l'activité de l'eau dans la cristallisation du miel. *Apidologie* 10 : 341-358.
- 122 - TERRAB A., RECAMALES A.F., HERNANZ D., et HEREDIA F.J., 2004 – Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. *Food Chemistry*, 88: 37–542.
- 123 - TORNUK F., KARAMAN S., OZTURK I., TOKERA O.M., TASTEMUR B., Sagdica O. DOGAN M. and KAYACIER A., 2013 - Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. *Industrial Crops and Products*, 46:124 - 131.
- 124 - TRACHI M., MOHAMMEDI A. et DJELALI N.E. 2011 - *Le pollen d'abeille en Algérie, caractérisation physicochimique et nouvelle approche de séchage*. Ed. Éditions universitaires européennes.128p.
- 125 - TREDEZ 2008 Méta-analyse des effets protecteurs des probiotiques sur la cancérogenèse colorectale chez les rongeurs. Thèse doctorat. L'Université Paul-Sabatier de Toulouse. 202 p.
- 126 - VANHANEN L.P., EMMERTZ A., and SAVAGE G.P.2011 - Mineral analysis of mono-floral New Zealand honey. *Food Chemistry*, 128: 236–240
- 127 - VORLOVA L. and PRIDAL A. 2002 - *invertase and diastase a activity in honeys of czech provenience*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2002, L, N°. 5, pp.57-66.
- 128 - WEISS K., 1985 - L'apiculteur du week-end.Ed. européennes apicoles. Bruxelles 252 p.
- 129-WHITE J., 1979 - Sugars and sugar products spectrophotometric method for hydroxyméthyl fufural in honey. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 62 (3): 509 – 514.
- 130 -WHITE J., 1992 - Quality evolution of honey: Role of HMF and Diastase Assays part I. *American bee journal*, 132 (11):737-743.

- 131** - WHITE J., 1992 – *Honey in The Hive and the Honey Bee*. Ed Dadant & Sons, Michigan, 869-925 pp.
- 132** - WHITE J., KUSHNIR I. and SUBERS M. H., 1964 - Effect of Storage and Processing Temperatures on Honey Quality. *Food Technology*, 18 (4): 153-156.
- 133** - YANG Y., BATTESTI M.J., PAOLINI J., MUSELLI A., TOMI P. and COSTA J., 2012 - Melissopalynological origin determination and volatile composition analysis of Corsican ‘Erica arborea spring maquis’ honeys. *Food Chemistry*, 134: 37- 47.
- 134** - ZAPPALÀ M., FALLICO B., ARENA E. and VERZERA A., 2005 - Methods for the determination of HMF in honey: a comparison. *Food Control*, 16: 273 - 277.
- 135** - ZERROUK S. H., FALLICO B. G., ARENA E.N., BALLISTRERI G. F., and BOUGHEDIRI L. A., 2011 - Quality Evaluation of Some Honey from the Central Region of Algeria. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 4 (4): 243-248.
- 136** - ZIEGLER H., 1968 - *La sécrétion du nectar in les produits de la ruche in Traité de Biologie de l’Abeille*.T. (3). Ed MASSON et Cie. Paris. 218-247pp.

Annexes

Annexe 1

Tableau 4 - Table de CHATAWAY (BOGDANOV *et al.*, 2002)

Indice de réfraction (20°C)	Teneur en eau (%)	Indice de réfraction (20°C)	Teneur en eau (%)	Indice de réfraction (20°C)	Teneur en eau (%)
1.5044	13.0	1.4935	17.2	1.4835	21.2
1.5038	13.2	1.4930	17.4	1.4830	21.4
1.5033	13.4	1.4925	17.6	1.4825	21.6
1.5028	13.6	1.4920	17.8	1.4820	21.8
1.5023	13.8	1.4915	18.0	1.4815	22.0
1.5018	14.0	1.4910	18.2	1.4810	22.2
1.5012	14.2	1.4905	18,4	1.4805	22.4
1.5007	14.4	1.4900	18.6	1.4800	22.6
1.5002	14.6	1.4895	18.8	1,4795	22.8
1.4997	14.8	1.4890	19.0	1.4790	23.0
1.4992	15.0	1.4885	19.2	1.4785	23.2
1.4987	15,2	1.4880	19.4	1.4780	23.4
1.4982	15.4	1.4875	19.6	1.4775	23.6
1.4976	15.6	1.4870	19.8	1.4770	23.8
1.4971	15.8	1.4865	20.0	1.4765	24.0
1.4966	16.0	1.4860	20.2	1.4760	24.2
1.4961	16.2	1.4855	20.4	1.4755	24.4
1.4956	16.4	1.4850	20.6	1.4750	24.6
1.4951	16.6	1.4845	20.8	1.4745	24.8
1.4946	16.8	1.4840	21.0	1.4740	25.0
1.4940	17.0				

Annexe 2

Tableau 14 - Correspondance entre la graduation des filtres colorés de Lovibond et l'échelle de couleur du Pfund (GONNET, 1985)

Lovibond Numéro du filtre coloré	Pfund Expression conventionnelle en centimètre	Lovibond Numéro du filtre coloré	Pfund Expression conventionnelle en centimètre
30	1,1	120	6,2
40	1,8	150	7,1
50	2,7	200	8,3
60	3,5	250	9,2
70	4,1	300	9,9
80	4,6	400	11,0
90	5,1	500	11,9
100	5,5	650	13,0
120	6,2	850	14,0

Annexe 3

Gélose Man, Rogsa, Sharpe (MRS)

Peptone.....	10g
Extrait de viande	10g
Extrait de levure déshydraté.....	5g
Glucose.....	20g
Ester oléique de sorbitol (tween 80).....	1ml
Phosphate dipotassique.....	2g
Acétate de sodium.....	5g
Citrate diammonique.....	2g
Sulfate de magnésium.....	0.2g
Sulfate de manganèse.....	0.05g
Gélose selon les prescriptions du fabricant.....	9 à 18g
Eau distillée.....	1000ml

Gélose glucosé à l'oxytétracycline (OGA)

Extrait de levure.....	5g
Glucose.....	20g
Agar	16g
Eau distillée.....	1000ml

pH =6,8 à 7.

Agar viande foie (gélose)

Extrait de viande foie.....	10g
Glucose.....	10g
Amidon	50g
Gélose	15g
Peptone.....	20g
Eau distillée.....	1000ml

pH=7

Plat count agar (PCA)

Peptone.....	5g
Extrait de levure.....	2.5g
Glucose.....	1g
Gélose	15g
Eau distillée.....	1000ml

Milieu de ROTHE (bouillon)

Peptone.....	20g
Glucose.....	5g
Chlorure de dipotassique.....	5g
Phosphate dipotassique.....	2,7g
Phosphate monopotassique.....	2,7g
Eau distillée.....	1000ml

pH=7

EVA- LITSKY (bouillon)

Peptone.....	20g
Glucose.....	5g
Chlorure de sodium.....	5g
Phosphate dipotassique.....	2,7g
Phosphate monopotassique.....	2,7g
Eau distillée.....	1000ml

pH =6,8 à 7.

Tryptone - Sel – Eau (TSE)

Tryptone.....	1g
Chlorure de sodium.....	8,5g

Annexe 4

Tableau 15 - Résultat de l'analyse de la densité

	N° Ech	Lieu	Origine florale	Densité
Miels locaux	1	Djelfa (Dzaira)	Toutes fleurs	1,5
	2	Djelfa (Moudjbara)	Carotte sauvage	1,38
	3	Tiaret	Galactite	1,5
	4	Médéa	Euphorbe	1,45
	5	Aflou	Toutes fleurs	1,46
	6	Laghouat	Toutes fleurs	1,45
	7	El-Bayedh	Toutes fleurs	1,45
	8	Mostaganem	Toutes fleurs	1,42
	9	Ain safra	Toutes fleurs	1,47
	10	Sidi bel - abbes	Toutes fleurs	1,44
	11	Ghardaia	Toutes fleurs	1,46
Miels importés	12	Espagne	Toutes fleurs	1,39
	13	Mali	Toutes fleurs	1,43
	14	Kuwait	Jujubier	1,46
	15	Soudan	Dattier	1,32
	16	Arabie saoudite	Toutes fleurs	1,4
Norme	1,39 à 1,52			

Tableau 16 - Analyse de la variance de la densité

Densité	Analyse de la variance				
	SC	DLL	MC	F	P
	0,104	15	0,007	554,6	0,000

Tableau 17 - Comparaison des moyennes de la densité

N°	Miel	Densité	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	SOUD	1,320000	****											
2	MED	1,363333		****										
12	ESP	1,390000			****									
16	ARA	1,400000				****								
8	MOS	1,420000					****							
13	MAL	1,430000						****						
10	SIDI	1,440000							****					
6	LAG	1,450000								****				
7	ELB	1,450000								****				
4	MEDA	1,453333								****		****		
11	GHA	1,460000									****			
5	AFL	1,460000									****	****		
14	KOU	1,460000									****	****		
9	AIN	1,470000											****	
1	DZ	1,500000												****
3	TIA	1,503333												****

Tableau 18 - Résultats de l'analyse de la conductibilité électrique

	N° Ech	Lieu	Origine florale	CE× 10 ⁻⁴ s/cm
Miels locaux	1	Djelfa(Dzaira)	Toutes fleurs	1,12
	2	Djelfa(Moudjbara)	Carotte sauvage	6,41
	3	Tiaret	Galactite	2,34
	4	Médéa	Euphorbe	1,48
	5	Aflou	Toutes fleurs	1,46
	6	Laghouat	Toutes fleurs	2,61
	7	El-Bayedh	Toutes fleurs	0,83
	8	Mostaganem	Toutes fleurs	5,06
	9	Ain safra	Toutes fleurs	1,6
	10	Sidi bel - abbes	Toutes fleurs	1,38
	11	Ghardaia	Toutes fleurs	3,49
Miels importés	12	Espagne	Toutes fleurs	1,64
	13	Mali	Toutes fleurs	5,86
	14	Kuwait	Jubier	4,04
	15	Soudan	Dattier	8,9
	16	Arabie saoudite	Toutes fleurs	2
Norme	≤ 8 S/cm miel de nectar ≥ 8 S/cm miel de miellat			

Tableau 19 - Analyse de la variance de la conductibilité électrique

	Analyse de la variance				
CE	SC	DLL	MC	F	P
	239,9	15	15,93	1341	0,000

Tableau 20 - Comparaison des moyennes de la conductibilité électrique

N°	Miel	CE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7	ELB	0,330000	****												
1	DZ	1,120000		****											
10	SIDI	1,380000			****										
5	AFL	1,460000			****	****									
4	MEDA	1,480000			****	****									
9	AIN	1,600000			****	****									
12	ESP	1,640000				****									
16	ARA	2,003333					****								
3	TIA	2,340000						****							
6	LAG	2,610000							****						
11	GHA	3,490000								****					
14	KOU	4,040000									****				
8	MOS	5,060000										****			
13	MAL	5,860000											****		
2	MED	6,410000												****	
15	SOUD	8,600000													****

Tableau 21 - Résultats de l'analyse du pH

	N° Ech	Lieu	Origine florale	pH
Miels locaux	1	Djelfa(Dzaira)	Toutes fleurs	4,24
	2	Djelfa(Moudjbara)	Carotte sauvage	4,50
	3	Tiaret	Galactite	3,50
	4	Médéa	Euphorbe	3,70
	5	Aflou	Toutes fleurs	4,16
	6	Laghouat	Toutes fleurs	4,25
	7	El-Bayedh	Toutes fleurs	4,48
	8	Mostaganem	Toutes fleurs	4,42
	9	Ain safra	Toutes fleurs	4,50
	10	Sidi bel - abbes	Toutes fleurs	4,14
	11	Ghardaia	Toutes fleurs	4,38
Miels importés	12	Espagne	Toutes fleurs	4,53
	13	Mali	Toutes fleurs	4,49
	14	Kuwait	Jujubier	4,04
	15	Soudan	Dattier	5,2
	16	Arabie saoudite	Toutes fleurs	3,80
Norme	3,5 à 4,5 miels de nectar 5 à 5,5 miels de miellat			

Tableau 22 - Analyse de la variance de pH

	Analyse de la variance				
pH	SC	DLL	MC	F	P
	10,86	15	0,724	7558	0,000

Tableau 23 - Comparaison des moyennes de pH

N°	Miel	pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	TEA	3,503333	****									
4	MEDA	3,710000		****								
16	ARA	3,800000			****							
14	KOU	4,040000				****						
10	SIDI	4,140000					****					
5	AFL	4,160000					****					
1	DZ	4,240000						****				
6	LAG	4,250000						****				
11	GHA	4,380000							****			
8	MOS	4,420000							****			
7	ELB	4,480000								****		
9	AIN	4,500000								****		
2	MED	4,520000								****		
12	ESP	4,530000								****		
15	SOUD	5,200000									****	
13	MAL	5,530000										****

Tableau 24 - Résultats de la couleur des différents miels analysés

	N° Ech	Lieu	Origine florale	Couleur cm Pfund	Classe
Miels locaux	1	Djelfa(Dzaira)	Toutes fleurs	1,1	Clair
	2	Djelfa(Moudjbara)	Carotte sauvage	9,9	Foncé
	3	Tiaret	Galactite	Hors échelle	Très foncé
	4	Médéa	Euphorbe	14	Foncé
	5	Aflou	Toutes fleurs	6,2	Clair
	6	Laghouat	Toutes fleurs	6,2	Clair
	7	El-Bayedh	Toutes fleurs	1,1	Clair
	8	Mostaganem	Toutes fleurs	8,3	Foncé
	9	Ain safra	Toutes fleurs	6,2	Clair
	10	Sidi bel - abbes	Toutes fleurs	7,1	Foncé
	11	Ghardaia	Toutes fleurs	8,3	Foncé
Miels importés	12	Espagne	Toutes fleurs	9,2	Foncé
	13	Mali	Toutes fleurs	Hors échelle	Très foncé
	14	Kuwait	Jujubier	9,2	Foncé
	15	Soudan	Dattier	14	Foncé
	16	Arabie saoudite	Toutes fleurs	9	Foncé
Norme	1,1 à 6,2 cm Pfund miels clairs 6,2 à 14 cm Pfund miels foncés				

Tableau 25 - Analyse de la variance de la couleur

Analyse de la variance					
Couleur	SC	DLL	MC	F	P
	752,8	15	50,18	240881	0,000

Tableau 26 - Comparaison des moyennes de la couleur

N°	Miel	Couleur	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	ELB	1,10000	****								
1	DZ	1,13333		****							
6	LAG	6,20000			****						
9	AIN	6,20000			****						
5	AFL	6,20000			****						
10	SIDI	7,10000				****					
8	MOS	8,30000					****				
11	GHA	8,30000					****				
16	ARA	9,00000						****			
14	KOU	9,20000							****		
12	ESP	9,20000							****		
2	MED	9,90000								****	
13	MAL	14,00000									****
15	SOUD	14,00000									****
4	MEDA	14,00000									****
3	TIA	14,00000									****

Tableau 27 - Résultats de la teneur en eau

	N° Ech	Lieu	Origine florale	T. en eau (%)
Miels locaux	1	Djelfa(Dzaira)	Toutes fleurs	14,8
	2	Djelfa(Moudjbara)	Carotte sauvage	18,8
	3	Tiaret	Galactite	14,03
	4	Médéa	Euphorbe	15,8
	5	Aflou	Toutes fleurs	14,4
	6	Laghouat	Toutes fleurs	15,03
	7	El-Bayedh	Toutes fleurs	16,2
	8	Mostaganem	Toutes fleurs	17,4
	9	Ain safra	Toutes fleurs	14,6
	10	Sidi bel - abbes	Toutes fleurs	16,2
	11	Ghardaia	Toutes fleurs	15,1
Miels importés	12	Espagne	Toutes fleurs	18,8
	13	Mali	Toutes fleurs	18,06
	14	Kuwait	Jujubier	14,2
	15	Soudan	Dattier	21,5
	16	Arabie saoudite	Toutes fleurs	18,03
Norme	13 à 18 %			

Tableau 28 - Analyse de la variance de la teneur en eau

T. en eau	Analyse de la variance				
	SC	DLL	MC	F	P
	205,1	15	13,67	3281	0,000

T. en eau : Teneur en eau

Tableau 29 - Comparaison des moyennes de la teneur en eau

N°	Miel	T. en eau	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	TIA	14,0333	****											
14	KOU	14,2000		****										
5	AFL	14,4000			****									
9	AIN	14,6000				****								
1	DZ	14,7666					****							
6	LAG	15,0333						****						
11	GHA	15,1333						****						
4	MEDA	15,8000							****					
10	SIDI	16,2000								****				
7	ELB	16,2333								****				
8	MOS	17,4000									****			
16	ARA	18,0333										****		
13	MAL	18,0666										****		
2	MED	18,8000											****	
12	ESP	18,8333											****	
15	SOUD	21,5000												****

Tableau 30 - Résultats de la matière sèche

	N° Ech	Lieu	Origine florale	Degré Brix (%)
Miels locaux	1	Djelfa(Dzaïra)	Toutes fleurs	83,46
	2	Djelfa(Moudjbara)	Carotte sauvage	85,40
	3	Tiaret	Galactite	85,44
	4	Médéa	Euphorbe	85,26
	5	Aflou	Toutes fleurs	83,6
	6	Laghouat	Toutes fleurs	83,49
	7	El-Bayedh	Toutes fleurs	82,25
	8	Mostaganem	Toutes fleurs	81,1
	9	Ain safra	Toutes fleurs	84,6
	10	Sidi bel - abbes	Toutes fleurs	82
	11	Ghardaia	Toutes fleurs	85,1
Miels importés	12	Espagne	Toutes fleurs	81,16
	13	Mali	Toutes fleurs	81,4
	14	Kuwait	Jujubier	83,7
	15	Soudan	Dattier	76,9
	16	Arabie saoudite	Toutes fleurs	79,7

Tableau 31 - Analyse de la variance de la teneur en matière sèche (Degré Brix)

	Analyse de la variance				
T. en matière sèche	SC	DLL	MC	F	P
	250,8	15	16,72	7,7155	0,000

T. en matière sèche : Teneur en matière sèche**Tableau 32 - Comparaison des moyennes de la teneur en matière sèche (Degré Brix)**

N°	Miel	T. matière sèche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
15	SOU	76,9	****														
16	ARA	79,7		****													
8	MOS	81,1			****												
12	ESP	81,1				****											
13	MAL	81,4					****										
10	SIDI	82,0						****									
7	ELB	82,2							****								
1	DZ	83,4								****							
6	LAG	83,4									****						
5	AFL	83,6										****					
14	KOU	83,7											****				
9	AIN	84,6												****			
11	GHA	85,1													****		
4	MED	85,2														****	
3	TIA	85,4															****
2	MED	85,4															****

Tableau 33 - Résultats de la teneur en HMF

	N° Ech	Lieu	Origine florale	HMF (mg /Kg)
Miels locaux	1	Djelfa(Dzaïra)	Toutes fleurs	2,84
	2	Djelfa(Moudjbara)	Carotte sauvage	5,68
	3	Tiaret	Galactite	117,7
	4	Médéa	Euphorbe	90,7
	5	Aflou	Toutes fleurs	9,28
	6	Laghouat	Toutes fleurs	9,92
	7	El-Bayedh	Toutes fleurs	3,83
	8	Mostaganem	Toutes fleurs	12,87
	9	Ain safra	Toutes fleurs	4,19
	10	Sidi bel - abbes	Toutes fleurs	7,48
	11	Ghardaia	Toutes fleurs	21,25
Miels importés	12	Espagne	Toutes fleurs	74,55
	13	Mali	Toutes fleurs	92,44
	14	Kuwait	Jujubier	2,89
	15	Soudan	Dattier	97,7
	16	Arabie saoudite	Toutes fleurs	81,1
Norme	≤ 60 mg/kg			

Tableau 34 - Analyse de la variance de HMF

	Analyse de la variance				
HMF	SC	DLL	MC	F	P
	84719	15	56,47	25051	0,000

Tableau 35 - Comparaison des moyennes de HMF

N°	Miel	HMF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	DZ	2,8400	****												
14	KOU	2,8900	****												
7	ELB	3,8300		****											
9	AIN	4,1900		****											
2	MED	5,6767			****										
10	SIDI	7,4800				****									
5	AFL	9,2800					****								
6	LAG	9,9200					****								
8	MOS	12,8700						****							
11	GHA	21,2500							****						
12	ESP	74,5500								****					
16	ARA	81,4333									****				
4	MEDA	90,7233										****			
13	MAL	92,4367											****		
15	SOUD	97,7133												****	
3	TIA	118,4667													****

Tableau 36 - Résultats de l'acidité libre des différents miels

	N° Ech	Lieu	Origine florale	Acidité libre (meq /kg)
Miels locaux	1	Djelfa(Dzaïra)	Toutes fleurs	11,0
	2	Djelfa(Moudjbara)	Carotte sauvage	11,5
	3	Tiaret	Galactite	25,0
	4	Médéa	Euphorbe	47,0
	5	Aflou	Toutes fleurs	37,0
	6	Laghouat	Toutes fleurs	15,0
	7	El-Bayedh	Toutes fleurs	18,0
	8	Mostaganem	Toutes fleurs	20,0
	9	Ain safra	Toutes fleurs	16,5
	10	Sidi bel - abbes	Toutes fleurs	11,0
	11	Ghardaia	Toutes fleurs	26,0
Miels importés	12	Espagne	Toutes fleurs	17,0
	13	Mali	Toutes fleurs	14,0
	14	Kuwait	Jujubier	2,89
	15	Soudan	Dattier	42,0
	16	Arabie saoudite	Toutes fleurs	29,0
Norme	≤ 50 meq/kg			

Tableau 37 - Analyse de la variance de l'acidité libre

Acidité libre	Analyse de la variance				
	SC	DLL	MC	F	P
	6673	15	444,8	213524	0,000

Tableau 38 - Comparaison des moyennes de l'acidité libre

N°	Miel	Miel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
14	KOU	2,89	** **														
10	SIDI	11,0		****													
1	DZ	11,0		****													
2	MED	11,5			****												
13	MAL	14,0				*** *											
6	LAG	15,0					****										
9	AIN	16,5						****									
12	ESP	17,0							****								
7	ELB	18,0								****							
8	MOS	20,0									****						
3	TIA	25,0										****					
11	GHA	26,0											****				
16	ARA	29,0												****			
5	AFL	37,0													****		
15	SOU	42,0														****	
4	MED	47,0															****

Tableau 39 - Résultats de la teneur en matières minérales

	N° Ech	Lieu	Origine florale	T. M.M. (%)
Miels locaux	1	Djelfa(Dzaira)	Toutes fleurs	0,08
	2	Djelfa(Moudjbara)	Carotte sauvage	0,48
	3	Tiaret	Galactite	0,17
	4	Médéa	Euphorbe	0,11
	5	Aflou	Toutes fleurs	0,11
	6	Laghout	Toutes fleurs	0,19
	7	El-Bayedh	Toutes fleurs	0,06
	8	Mostaganem	Toutes fleurs	0,38
	9	Ain safra	Toutes fleurs	0,12
	10	Sidi bel - abbes	Toutes fleurs	0,10
	11	Ghardaia	Toutes fleurs	0,26
Miels importés	12	Espagne	Toutes fleurs	0,12
	13	Mali	Toutes fleurs	0,44
	14	Kuwait	Jujubier	0,30
	15	Soudan	Dattier	0,66
	16	Arabie saoudite	Toutes fleurs	0,15
Norme	≤ 0,6 g/100 g			

T. M.M : Teneur en matière minérale

Tableau 40 - Tableau Analyse de la variance de la Teneur en matières minérales (Cendre)

Cendre	Analyse de la variance				
	SC	DLL	MC	F	P
	1,30	15	0,91	2417	0,000

Tableau 41 - Comparaison des moyennes de la Teneur en matières minérales (Cendre)

N°	Miel	Cendre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7	ELB	0,0600	****												
1	DZ	0,0800		****											
10	SIDI	0,1000			****										
5	AFL	0,1100			****	****									
4	MEDA	0,1100			****	****									
9	AIN	0,1200				****									
12	ESP	0,1200				****									
16	ARA	0,1500					****								
3	TIA	0,1700						****							
6	LAG	0,1900							****						
11	GHA	0,2700								****					
14	KOU	0,3000									****				
8	MOS	0,3800										****			
13	MAL	0,4400											****		
2	MED	0,4800												****	****
15	SOUD	0,660000													****

Annexe 5



Fig. 50 - Tubes contenant le milieu Rothe (Photographie originale)



Fig. 94 - Absence des coliformes fécaux dans les miels analysés (Photographie Originale)

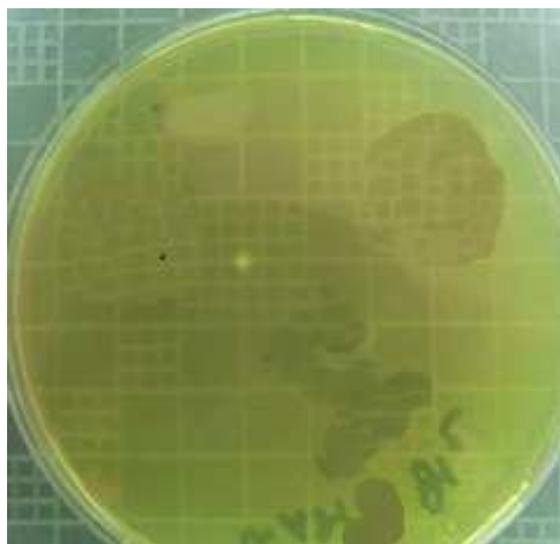


Fig. 96 - Absence des germes aérobies mésophiles totaux dans quelques miels (Photographie originale)



Fig. 98 - Absences des levures dans quelques miels analysés (**Photographie originale**)

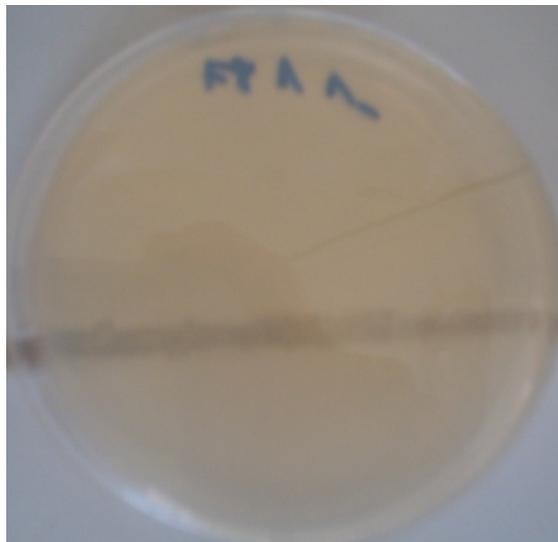


Fig. 100 - Absence des moisissures dans les miels testés (**Photographie originale**)



Fig. 101 - Absence des streptocoques fécaux dans les miels testés (**Photographie originale**)



Fig. 102 - Absence des streptocoques fécaux dans Les miels testés (**Photographie originale**)

Glossaire

Abeille : Insecte pollinisateur de l'ordre des hyménoptères, domestique par l'homme à des fins productives. Les productions peuvent être directes ou indirecte :

- a) Directes : Miel, cire, propolis (on peut ajouter pollen et gelée royal) ;
- b) Indirecte : Pollinisation des plantes dont bénéficient les productions de fruit et de grains.

Bacillus : Genre bactérien réunissant de nombreuses bactéries très répandues dans l'environnement. Bactéries sporulantes, généralement à GRAM positifs, anaérobies strictes. Deux espèces ont un pouvoir pathogène avéré : *B.anthraxis* (agent de l'anthrax) et *B.cereus* (agent d'intoxications alimentaire et d'infections oculaires).

Bactériostatique : Effet d'un agent antibactérien, inhibant ou ralentissant la croissance des bactéries sans les tuer.

Brosse : Outil qui sert à détacher les abeilles des rayons ;il peut s'agir d'une véritable brosse pourvue de soies de plusieurs centimètre de long, mais une plume ou une plume d'oie peut être préférable que la soie ou la plume soient claires car les couleurs sombres fatiguent les abeilles

Butineuse : Ouvrière destinées à récolter le nectar, le pollen, la propolis et l'eau. Leur rayon d'action est, théoriquement, de 5km environ.

Coliforme : Important groupe de bactéries à GRAM négatif, aérobies anaérobies facultatives ayant la propriété d'acidifier le lactose.

Coliformes fécaux : Coliformes normalement présents dans le tube digestif des animaux homéothermes et spécifiquement capables de se développer à 45C°.

Enfumeur : Permet d'introduire, de manière inoffensive, des fumées à l'intérieur de la ruche. Les abeilles enfumées se calment après avoir pris des provisions alimentaires. La fumée doit être dense et froide, sinon les abeilles pourraient s'irriter.

Extracteur : Récipient cylindrique qui permet à l'opérateur d'extraire le miel des rayons de la hausse, après désoperculation des cellules

Filtre : Doit être posé sous le robinet de l'extracteur pour arrêter les fragments de cire, donc épurer le miel.

Fraude : Le miel doit être falsifié avec des substances diverses, telles que la farine, les féculs, de la gélatine, du sable, du talc, des sirops de l'amidon, du saccharose, de la glycérine, des matières grasses, etc. Les altérations sont facilement décelables dans la mesure

où le miel authentique se cristallise d'une manière typique et où ces falsifications peuvent être détectées en laboratoire.

Glandes : L'abeille possède de nombreuses glandes ; dans la tête, dans le thorax, dans l'abdomen. Dans la tête se trouvent les glandes salivaires, les glandes pharyngales et les glandes mandibulaire, fondamentales pour la vie de la ruche et que seules les ouvrières possèdent.

Langue : Centre du goût, est constituée par des appendices réunis entre eux et actionnés par des muscles capables de déplacer l'organe dans tous les sens.

Levure : Ce sont des champignons unicellulaires et non filamenteux ont une taille très variable, selon les espèces : de 1 à 10µm de large et jusqu'à 50µm de long.

Maturateur : Récipient de forme cylindrique à l'intérieur duquel le miel est versé pour pouvoir parvenir à maturation et être vendu dans le commerce.

Miel : Proviens du nectar et du miellat de diverses plantes. Le saccharose que contient le nectar est transformé par l'abeille en glucose et en fructose grâce à ses enzymes. L'abeille régurgite cette substance sucrée transformée dans la cellule où le miel, une butineuse doit accomplir 50000 vols environ.

Moisissure : Les moisissures sont pour la plupart pluricellulaire mais certaines de leurs espèces sont coénocytique. Elles se présentent typiquement sous la forme d'un amas de filaments enchevêtrés et ramifiés dans tous les sens, appelés hyphes.

Miellat : Liquide douceâtre d'origine végétale et animale (sécrétion directe des aphidiens ou provoquée par des insectes sur les feuilles des plantes).

Nectar : Liquide plus ou moins doux et parfumé sécrété par les nectaraires. Il est très riche en saccharose (15%-20%), en eau (80% environ) ; on y trouve également également de petites doses de gomme, de dextrine, de sels minéraux, d'acide phosphorique, de sels de fer, de calcium, des carbonates, des sulfates

Opercules : Ferment les cellules de réserves alimentaires. Les cellules garnies d'un couvain femelle possèdent un opercule convexe. Les cellules à miel possèdent un opercule du couvain est plus foncé que celui qui recouvre le miel.

Ouvrière : C'est la plus petite des membres d'une colonie d'abeilles. Elle est ainsi dénommée parce qu'elle exécute tous les travaux de la ruche. C'est une femelle incomplète parce que ses organes génitaux sont atrophiés et qu'elle ne possède que des organes pour récolter le nectar et le pollen. L'ouvrière accomplit divers travaux : on trouve ainsi des abeilles butineuses, cirières, nourricières, gardiennes, etc.

Pollen : Correspond à la partie protéique de l'alimentation des abeilles ; est indispensable pour la nourriture des larves. Le pollen est la matière première pour la production de la gelée royale et des œufs. Les besoins de pollen, dans une colonie normal, sont de 35 à 40 kg environ par an.

Probiotique : Microorganisme vivants, présumés bénéfiques, ingérés afin de s'implante dans le tube digestif.

Récolte : En apiculture, la récolte est constituée par le miel et le pollen, la propolis, la gelée royale, le venin.

Staphylococcus (Nom commun : Staphylocoque) : Bactérie à GRAM positif, en forme de coque typiquement associées en grappes de raisins.

Streptococcus :(Nom commun : Streptocoque) : Bactérie à GRAM positif, en forme de coques typiquement associées en chaînettes.

Résumé

Titre: Etude comparative de la qualité de quelques miels algériens et ceux importés

Résumé:

Dans la présente étude, nous avons caractérisé 11 échantillons de miels algériens et 5 autres importés de l'étranger. Cette étude a porté sur les paramètres physico-chimiques, la composition botanique, l'aspect microbiologique et la recherche des probiotiques du miel et du tube digestif de l'abeille. L'analyse a révélé que les miels locaux répondent aux normes *Codex Alimentarius* sauf ceux de Tiaret et Médéa où le l'Hydroxyméthylfurfurol (HMF) est très élevé. Les miels importés ont une très haute teneur en HMF notamment celui du Soudan lequel est complètement dégradé. Seul le miel du Kuwait qui présente les normes établies.

L'analyse des miels tout échantillon confondu, nous a permis de comparer tous les paramètres des miels foncés et ceux d'aspect clair. En effet, les miels clairs sont tous de nature toutes fleurs alors que parmi les miels foncés il y a presque 50% de monofloraux. La conductivité électrique et la teneur en matière minérale sont plus élevées dans le miel foncé que dans le miel clair ($P < 0,05$) notamment la teneur en HMF ($P = 0,00001$). Cependant, le miel clair d'apparence plus dense, recèle une moindre teneur en eau et une matière sèche plus élevée

($P < 0,05$).

Les analyses microbiologiques montrent une absence totale de coliformes fécaux. Les germes aérobies mésophiles totaux sont présents dans 11 échantillons avec un taux élevé pour le miel de l'Arabie saoudite 28×10^3 Gr/gr. Une absence totale de ces germes marque 5 échantillons locaux. En ce qui concerne les levures, le miel qui contient le plus est celui du Soudan avec $4,5 \times 10^4$ UFC/ ml tandis que celui qui contient le moins est importé du Kuwait < 10 . Quant aux staphylocoques et streptocoques, ils sont quasiment absents dans les échantillons testés. Les germes anaérobioses sulfite-réducteurs sont trouvés dans le seul échantillon du Mali (4×10^1 Gr/gr). La microflore du tube digestif et du miel est constituée principalement d'une souche bifide *Bacterium* sp. Cette souche est rencontrée surtout au niveau de tube digestif à raison de 75×10^4 UFC /ml.

Mots clés : miels, analyses physico-chimiques, analyses polliniques, analyses microbiologiques, probiotiques, Bifidobactérie.

Title: Comparative study of the quality of some Algerian honeys and imported

Abstract:

In this study, we characterized 11 samples of Algerian honey and five other imported. This study focused on the physico-chemical parameters, botanical composition, microbiological aspects and research honey probiotics and digestive tract of the bee. The analysis revealed that local honeys meet *Codex Alimentarius* standards except Tiaret and Médéa where the Hydroxyméthylfurfurol (HMF) is very high. Imported honeys have a high HMF content including that of Sudan which is completely degraded. Only the honey of Kuwait which has established standards.

The analysis of honeys all confused sample allowed us to compare all the parameters of dark honeys and those clear appearance. Indeed, the clear honeys are all flowers in nature while among dark honeys there is almost 50% monofloral. The electrical conductivity and mineral content were higher in the dark than in the light honey ($P < 0.05$), especially HMF

($P = 0.00001$). However, the clear honey denser appearance conceals a lower water content and higher dry matter ($P < 0.05$).

Microbiological analyzes showed a total absence of fecal coliforms. Total mesophilic aerobic bacteria are present in 11 samples with a high rate for honey Saudi Arabia 28×10^3 Gr / gr. A total absence of these germs marks 5 local samples. Regarding yeasts, honey containing the most is Sudan with 4.5×10^4 UFC / ml while the one containing the least is imported from Kuwait < 10 . As for staphylococci and streptococci, are practically absent in the samples tested. The sulphite-reducing anaérobioses germs are found in one sample of Mali

(4×10^1 Gr/gr). The gut microflora and honey is mainly composed of a bifurcated stem Bacterium sp. This strain is encountered especially in gut with 75×10^4 UFC / ml.

Keywords: honey, physico -chemical analyzes , pollen analyzes , microbiological analyzes, probiotics, bifidobacterium .

العنوان: دراسة مقارنة لنوعية بعض العسل الجزائري و بعض الأنواع المستوردة

ملخص:

في هذه الدراسة، قمنا بدراسة خصائص 11 عينة من العسل منتجة في الجزائر و5 عينات مستوردة من الخارج. وركزت هذه الدراسة على الخصائص الفيزيائية والكيميائية، وتكوين النباتات، والجوانب الميكروبيولوجية والبحث عن بروبيوتيك العسل و الجهاز الهضمي للنحل. وكشف التحليل أن العسل المحلي تلبية معايير *Codex Alimentarius* ماعدا المنتج في ا تيارت و المدية حيث (HMF) Hydroxyméthylfurfurol مرتفع جدا. العسل المستورد يحتوي على نسبة عالية من HMF بما في ذلك عسل السودان الذي هو متدهور تماما. فقط عسل الكويت الذي احترم المعايير.

تحليل العسل لجميع العينات يسمح لنا بمقارنة بين جميع خصائص العسل الداكن و الفاتح . في الواقع، العسل الفاتح هو متعدد الازهار، بينما العسل الداكن هناك ما يقرب من 50 % monofloral. كانت الموصلية الكهربائية و المحتوى المعدني العالي في الظلام من العسل في العسل ضوء ($P < 0.05$) ، وخاصة HMF. ($P = 0.00001$) ومع ذلك، فإن ظهور واضح العسل أكثر كثافة يخفي المحتوى المائي الدنيا والعليا المادة الجافة. ($P < 0.05$)

وأظهرت التحليلات الميكروبيولوجية الغياب التام للقولونيات البرازية . مجموع البكتيريا الهوائية أليف الاعتدال موجودة في 11 عينات مع ارتفاع معدل للعسل المملكة العربية السعودية 28×10^3 غرام / غرام . و الغياب التام لهذه الجراثيم في 5 عينات محلية. فيما يتعلق بالخمائر، العسل الذي يحتوي على أكثر من غيره هو عسل السودان مع 4.5×10^4 كفو / مل في حين أن واحدة تحتوي على الأقل يتم استيرادها من الكويت > 10 . كما ل العنقوديات و العقديات ، غائبة عمليا في العينات التي تم اختبارها. تم العثور على anaérobioses الجراثيم الحد سلفيت في عينة واحدة من مالي (4×10^1 غرام / غرام) . تتألف الأمعاء الدقيقة و العسل أساسا من شقين بكتيريا الجذعية. واجه هذه السلالة. وخاصة في القناة الهضمية ب 75×10^4 كفو / مل.

الكلمات الرئيسية : العسل، التحاليل الفيزيوكيميائية ،تحليل حبوب اللقاح التحاليل الميكروبيولوجية ، البروبيوتيك ، البيفيدوبكتيريا.